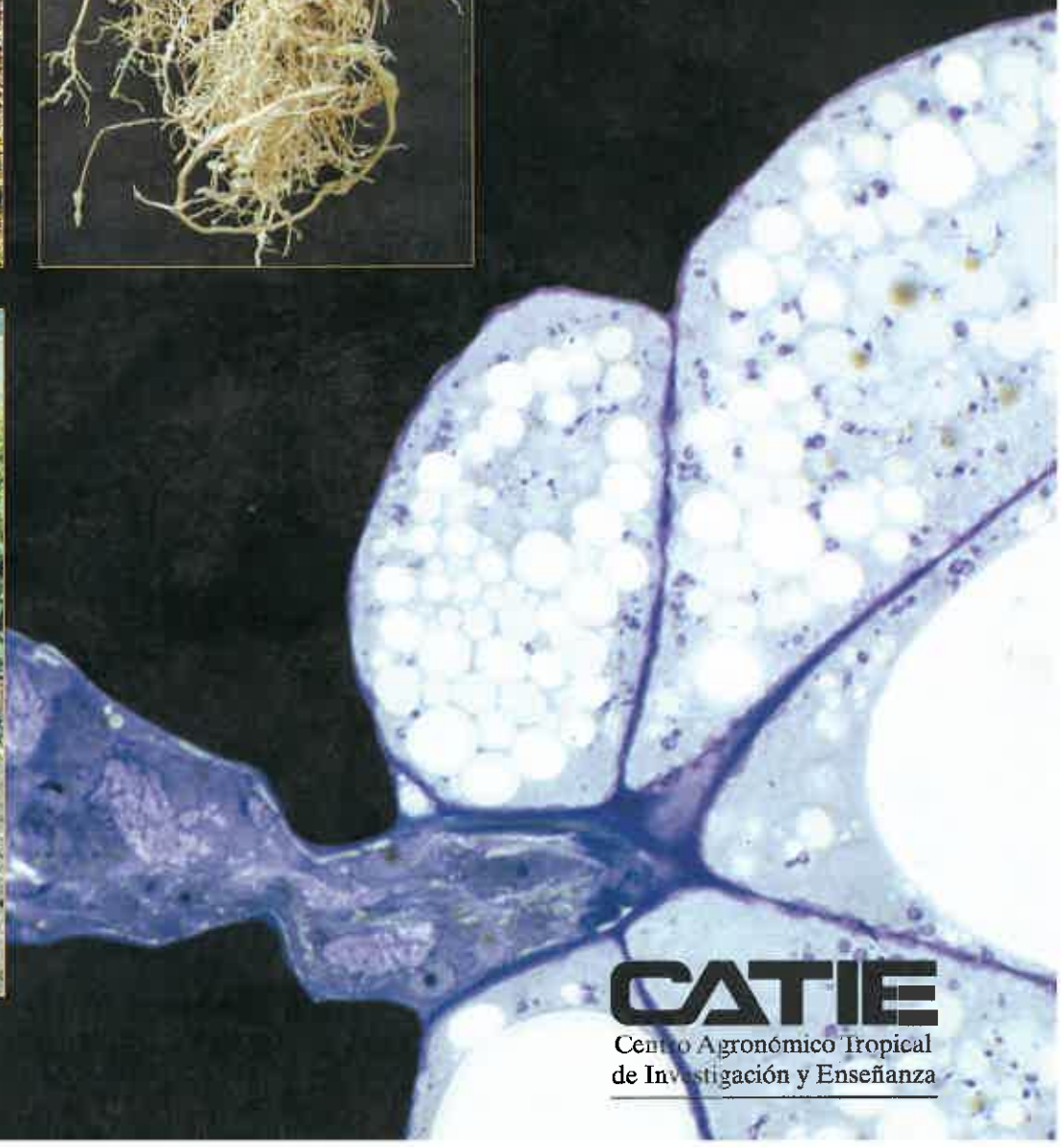
ISSN 1659-0082

Manejo Integrado de Plagas y Agroecología

Marzo 2003

No. 67



CATIE
Centro Agronómico Tropical
de Investigación y Enseñanza

Manejo Integrado de Plagas y Agroecología

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

Comité Editorial
Dr. Luko Hilje, *Director*
Dr. Reinhold Muschler
Dra. Vera Sánchez
M.Sc. Nelly Vásquez
Dr. Joseph Saunders, *Miembro honorario*
Gabriela Gitli, *Editora*

Comité Internacional
Dr. Terence Albrecht
(USDA/FAS, Washington)
Dr. Miguel Altieri
(Universidad de California, Berkeley)
Dra. Ann Braun
(Paideia Resources, Nueva Zelandia)
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: Silvia Francis Salazar
Revisión bibliográfica: Rigoberto Aguilar
Secretaria: Yorlene Pérez
Versión electrónica: Guisselle Brenes

La producción y administración de esta revista depende del Area de Comunicación, en la Unidad Técnica de Apoyo.

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

Fecha de inicio y periodicidad:
No 1, setiembre, 1986
Trimestral (marzo, junio, setiembre, diciembre)

Portada: Los nematodos del género *Meloidogyne* representan una limitación importante para el desarrollo de la caficultura en América Central. La explotación de las resistencias genéticas que se encuentran en los cafés silvestres (*Coffea* spp.) constituye una alternativa a la aplicación de nematicidas. Las fotos que ilustran la portada provienen de un trabajo de evaluación de la resistencia genética del café a tres especies de nematodos (*M. exigua* y *M. arabicida*, de Costa Rica, y *M. laranaensis*, de Guatemala), publicado en este número en la sección de *Foro*. En las fotos de los recuadros aparecen (en el orden usual) raíces de una planta totalmente dañada por *M. arabicida*, el sistema radical de una planta susceptible a *M. exigua*, y un cafetal afectado por *M. arabicida*. En primer plano aparece una imagen al microscopio de *M. exigua* en el tejido celular (fotos: Patrick Topart).

Manejo Integrado de Plagas y Agroecología

No. 67 Marzo 2003

CONTENIDO

BIOGRAFÍA

Nikolai Ivanovich Vavilov: padre de la fitogeografía aplicada 1-4
Jorge León

FORO

La resistencia genética de *Coffea* spp. a *Meloidogyne* spp.: identificación y utilización para la caficultura latinoamericana 5-12
F. Anthony, P. Topart, F. Anzueto, C. Astorga, B. Bertrand

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

Influencia de la fertilización fosforada sobre la interferencia de *Amaranthus hybridus* y *Portulaca oleracea* en la lechuga producida en suelos orgánicos 13-17
Bielinski M. Santos, Joan A. Dusky, William M. Stall, Donn G. Chilling, Thomas A. Bewick

Pérdidas de azúcar causadas por *Diatraea* spp. en Nueva Concepción, Guatemala 18-22
Francisco Badilla F., José Víctor Gómez M.

Avaliação de diferentes fontes atrativas e suas prováveis interações na captura de *Rynchophorus palmarum* 23-29
Joana M.S. Ferreira, María de Lourdes da S. Leal, Fernanda B. Sarro, Ricardo P.C. Araujo, José I.L. de Moura

Modelos descriptivos y predictivos de poblaciones de *Thrips tabaci* en el cultivo del ajo en Cuba 30-34
José Cortiñas Abrahantes, S.F. Jiménez Jiménez, Sonia Reyes Tornes

Eficacia de invasión de *Tecia solanivora* y *Clavipalpus ursinus* por el nematodo *Steinernema feltiae* 35-43
Adriana Sáenz A.

Caracterización del vuelo de adultos de *Bemisia tabaci* 44-50
Jorge Salas

Susceptibilidad de *Sitophilus zeamais* a insecticidas y butóxido de piperonilo en dos sustratos alimenticios 51-57
Eugenio Guerrero Rodríguez, Hilda Leticia Silva Martínez, Jorge Corrales Reynaga

Redução da oviposição e da sobrevivência de ovos de *Leucoptera cofeella* causadas pelo óleo emulsionável de nim 58-62
Sueli Souza Martinez, Ana Maria Meneguim

Evidencia adicional de que *Nephelium lappaceum* no es hospedante natural de tres especies de moscas de la fruta en Honduras 63-68
L.A. Vásquez, D.T. Krigsvold

EXPERIENCIAS

Manejo integrado de problemas fitosanitarios en palma aceitera *Elaeis guineensis* en América Central 69-82
Carlos M.L. Chinchilla

NOTA TÉCNICA

Manejo integrado de plagas: un enfoque accesible para las familias rurales 83-86
R.A. Rugama, D. Monterroso S., O. Muñoz

Control de *Atta* spp. con prácticas agrícolas e insecticidas botánicos 87-90
Anne Kathrina Gruber, Jürgen Kurt Valdix

HOJA TÉCNICA

Cultivo *in vitro* de ojo de gallo 91-93
Manrique González Vargas

BOLETINES

Mosca Blanca al Día 94-95
Plagas forestales Neotropicales 96-97
Control biológico de malezas 98-99
Boletín Acceso IICA 100-103

SECCIÓN INFORMATIVA

Reseñas de publicaciones 104-105
Futuros eventos 106

Las ideas y opiniones expresadas o implícitas en esta publicación son responsabilidad de cada autor y no necesariamente de las instituciones auspiciadoras.

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE

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

Director General
Pedro Ferreira Rossi

Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación
Al Moslemi

Servicios Técnicos Regionales
Alan González

Programa Proyección Regional y Planificación
Tannia Ammour

Administración y Finanzas
Viviana Sánchez

Representaciones Nacionales del CATIE

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

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

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

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

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

MEXICO
Calzada del Ejército Nacional. 311 Primer Piso. Colonia El Tecolote Tepic, Nayarit, México
Tel: (52) 3112100807/149967
Fax: (52) 311 2148850
Correo electrónico: catie@tepic.megared.net.mx

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

VENEZUELA
Universidad de Yacambú, Calle 41 entre carreteras 15 y 16, Barquisimeto, Estado de Lara 3001, Venezuela.

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

Suscríbase 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 66 números publicados
- **Artículos indizados** en las bases de datos agrícolas y ambientales más importantes a nivel mundial

Unase 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	

Más que una revista científica convencional

Esta vez deseamos resaltar una característica peculiar de nuestra revista ***Manejo Integrado de Plagas y Agroecología***, cual es la versatilidad de su contenido. Concebida inicialmente como una revista científico-técnica *sensu stricto*, ha evolucionado de manera paulatina, adoptando un contenido más variado y enriquecedor. Esto se ha evidenciado aún más a partir del número anterior, en el que -gracias a la posibilidad de contar con color en todas sus páginas- las diferentes secciones aparecen claramente delimitadas.

Es así como, además de la sección normal de *Artículos*, contamos con una sección de ***Biografías***, para rendir un tributo póstumo a pioneros cuyos aportes científicos han contribuido al desarrollo de los campos de la protección vegetal y la agroecología en el continente y, a la vez, para estimular a las nuevas generaciones a seguir el ejemplo de estos modelos de científicos. Asimismo, la sección de ***Foro*** permite recoger puntos de vista de expertos acerca de temas polémicos o de actualidad en dichos campos. La sección de ***Experiencias*** representa una oportunidad única para sistematizar el trabajo de varios años sobre un mismo tema, incluyendo dificultades y fracasos, sobre los cuales muy rara vez se informa en artículos formales, pero que normalmente dejan valiosas enseñanzas.

Las secciones menores -no por ello menos importantes- comprenden las ***Notas técnicas***, en las que, sin la extensión de un artículo formal, se presentan hallazgos de valor científico-técnico. Por su parte, la ***Hoja técnica***, de amplia trayectoria y gran demanda, contiene recomendaciones prácticas para extensionistas y productores. Los ***Boletines*** son la expresión del trabajo de redes colaborativas o de algunos programas permanentes. Asimismo, las ***Secciones especiales*** cubren temas relevantes, como hasta ahora lo han sido la agromedicina, los bioplaguicidas y la agricultura orgánica, para algunos proyectos de alcance regional o continental. En la actualidad estamos haciendo esfuerzos para que esta sección, junto con la de boletines, se diversifique aún más, por lo que invitamos a nuestros lectores a sugerir nuevos temas. Finalmente, la ***Sección informativa***, abarca reseñas de publicaciones recientes, así como información sobre eventos científico-técnicos pertinentes a los campos de la fitoprotección y la agroecología.

En síntesis, esta es una revista ecléctica, pero su concepción no responde a una visión antojadiza, sino que es el reflejo de su flexibilidad para ajustarse a las demandas y necesidades de sus usuarios en todo el continente. Nuestra meta -como lo hemos remarcado en editoriales previos- es que ella sea una verdadera herramienta en el trabajo científico-técnico cotidiano, para impulsar sistemas de producción realmente sostenibles, que beneficien a los productores y a los pobladores de sectores rurales de nuestro continente.

Dr. Luko Hilje
Director
Revista *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*

Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) No. 67 p.1-4, 2003

Biografías

Nikolai Ivanovich Vavilov: padre de la fitogeografía aplicada

Jorge León[1]

La figura más destacada en el campo de los recursos genéticos de las plantas cultivadas es el botánico ruso Nikolai Ivanovich Vavilov. En una vida relativamente corta, 56 años, al final de la cual fue perseguido y encarcelado por sus ideas científicas, hizo inigualables aportes teóricos y prácticos al conocimiento de la distribución geográfica, el origen y la dispersión primitiva de las plantas.

Vavilov nació el 16 de noviembre de 1887, en Moscú, en una familia acomodada. Su hermano fue un físico distinguido, que llegó a ser presidente de la Academia de Ciencias de la URSS. Estudió en Moscú y cursó estudios especializados en Inglaterra en mejoramiento genético de trigo con W. Bateson, Sir Rowland Biffen y R.C. Pannet. Obtuvo la maestría en el Instituto Petrowsky, en Moscú; su tesis versó sobre la inmunidad de las plantas a enfermedades infecciosas. Fue profesor de genética y mejoramiento de plantas en la Universidad de Saratov en 1917 y de allí pasó a San Petersburgo, a la Oficina de Botánica Aplicada, dirigida por R.E. Regel. En, 1920 Vavilov fue nombrado director de esa Oficina, que tomó después el nombre de Instituto de Botánica Aplicada y Desarrollo de Cultivos Nuevos, actualmente llamado Instituto Vavilov de Fitotecnia de Rusia.

Desarrolló el Instituto hasta convertirlo en una de las instituciones científicas más grandes del mundo. En su época de mayor auge, contaba con más de 400 estaciones experimentales e institutos de investigación en cultivos y con más de 20 000 empleados. El Instituto organizó expediciones de recolección de materiales genéticos a los cinco continentes. Vavilov, quien había realizado una expedición a Asia Central en 1916, lo visitó de nuevo en 1923-1924. En 1925 estuvo en Uzbekistán; en 1926, en varios países del Mediterráneo; en 1927, en Etiopía y Eritrea; en 1929, en China y Japón; en 1930, en Estados Unidos, México y Guatemala; y en 1933, en América del Sur, Trinidad y Cuba. En esas expediciones, el Instituto acumuló colecciones enormes de trigo, maíz, pastos, hortalizas y frutales, entre otros.

Vavilov y los especialistas del Instituto escribieron libros y artículos sobre sus viajes. Tanto él como sus colegas estudiaban detalladamente, antes y después de sus visitas, la geografía, historia, antropología y arqueología de los países que visitaban. Muchos de sus trabajos manuscritos se perdieron, pero su secretaria salvó algunas copias, impresas después en un libro, *Cinco continentes*, traducido a varios idiomas.

Todos quienes lo conocían quedaban impresionados con su persona, su entusiasmo, generosidad y profunda integridad profesional. Su capacidad de trabajo en el campo era proverbial: dormía dos o tres horas y cuando estuvo en Etiopía, por ejemplo, trabajaba todo el día recolectando y por las noches escribía sus anotaciones, dormitaba un rato y al día siguiente estaba de nuevo en el campo.

Su figura fue ganando notoriedad tanto en Rusia como en el exterior, donde academias y sociedades científicas lo nombraron socio, y participaba activamente en conferencias internacionales. Era indudablemente el científico ruso más apreciado fuera de su país. Sin embargo, hacia 1940 su situación en Rusia cambió

[1] Consultor y especialista en recursos filogenéticos. Apdo.480-2050 San Pedro de Montes de Oca, San José, **Costa Rica.**

radicalmente. Vavilov representaba en ese país la genética mendeliana, con un enfoque experimental y una apertura completa a adoptar y seguir los resultados obtenidos y los principios establecidos por Mendel, Morgan y los neodarwinistas.

Frente a él estaba un agrónomo, Trofin D. Lysenko, quien fue su mala sombra y lo sustituyó en la dirección del Instituto en 1940. Lysenko había ascendido gracias al favor político de Stalin y sus allegados, a quienes convenció de que un cambio en el enfoque de las investigaciones conduciría a resultados más rápidos y eficientes que el enfoque ortodoxo de Vavilov. Lo que Lysenko pretendía era seguir los pasos de un horticultor ruso, L.V. Mitchurin (1850-1935), quien sostenía que la herencia está difusa en todo el organismo, y que cualquier cambio que se hiciera en éste, mediante variaciones en la temperatura, luz, humedad y sus factores, conduciría a cambios fisiológicos, los cuales a su vez serían transmitidos a su descendencia. Siguiendo este enfoque, que según Lysenko y sus partidarios se originaba en Darwin, Lamarck (la herencia de los caracteres adquiridos) y Mitchurin, éste había obtenido variedades superiores en forma rápida y barata. Un enfoque parecido había sido implementado en esa misma época por otro horticultor milagroso, el norteamericano Luther Burbank (1849-1926), quien entre otras cosas había logrado obtener una tuna forrajera sin espinas, que se sabe ha sido encontrada en distintas épocas y localidades. Lysenko apoyaba también la producción de híbridos vegetativos, consistente en injertar dos variedades o especies diferentes, lo cual según Mitchurin y Lysenko, conduce a la formación de un organismo híbrido nuevo.

Los planes de trabajo del Instituto bajo Lysenko eran aprobados no por un cuerpo de científicos, sino por el Comité Político de la URSS, y se consideraba que las teorías de Lysenko estaban más acordes con los principios dialécticos prevalecientes en la Unión Soviética.

Por su lado, Vavilov mantenía la posición de que los principios de la genética mendeliana debían ser la guía para obtener variedades más productivas. Esto condujo a una discusión pública entre el grupo de Lysenko y el de Vavilov en 1948, en una sesión de la Academia Agrícola Lenin, en la cual Lysenko fue declarado vencedor. Los seguidores de Vavilov fueron despedidos de sus puestos en la Academia y hacia 1954 se había establecido el darwinismo - lamarckismo – mitchurinismo - materialismo dialéctico como guía de la agricultura soviética. Aunque en esa época aparecieron unos pocos artículos de genetistas mendelianos, la mayoría tuvo que retractarse. "Iré a la hoguera, me quemaré, pero no renunciaré a mis convicciones" dicen que dijo Vavilov. Fue acusado de espionaje y encarcelado en agosto de 1940, y murió en prisión en San Petersburgo o Sratov, el 26 de enero de 1943.

La buena estrella de Lysenko duró mientras vivió Stalin. Sin embargo, esta mermaba con el fracaso de sus métodos, palpable en los bajos rendimientos de los cultivos, incrementado por condiciones climáticas adversas. Bajo el régimen de Kruschev comenzó a respirarse un ambiente de mayor libertad y se apreciaron los resultados de los trabajos de los genetistas mendelianos. Lysenko fue separado de la presidencia de la Academia de Agricultura Lenin y, en 1965, del Instituto de Genética. El lysenkismo no tuvo ninguna trascendencia fuera de la Unión Soviética y genetistas europeos y americanos condenaron no solo los principios teóricos en que se basaba sino también la persecución política de quienes defendían la genética mendeliana. Los partidarios de la teoría de la heredabilidad de los caracteres adquiridos no vieron en el lysenkismo una confirmación de sus ideas, como tampoco la vieron en los trabajos de Burbank.

Tras la caída de Lysenko, los genetistas rusos retomaron sus trabajos siguiendo la genética clásica, bajo la dirección de N.P. Dabinin, y comenzó la rehabilitación de Vavilov. Se dio su nombre al Instituto de Fitotecnia y se reeditaron sus libros. La dirección del Instituto recayó en uno de sus colaboradores, P.M. Zhukovsky.

Vavilov es conocido principalmente por sus teorías sobre el origen de las plantas cultivadas. Este tema ya había sido abordado por De Candolle (1886), utilizando evidencias botánicas, como la presencia de poblaciones silvestres de las plantas cultivadas y el área de su distribución geográfica; semillas y otras partes de las plantas provenientes de tumbas prehistóricas; información histórica, especialmente sobre migraciones de cultivos; y comunicaciones en las regiones, particularmente después del descubrimiento de América y la apertura de una ruta marítima a la India. Otra fuente eran los datos filológicos, como los nombres autóctonos de las plantas. De Candolle utilizó conjuntamente toda esta información, pero la evidencia era escasa y poco confiable, a pesar de lo cual pudo probar claramente el origen independiente de los cultivos americanos respecto a los eurasiáticos.

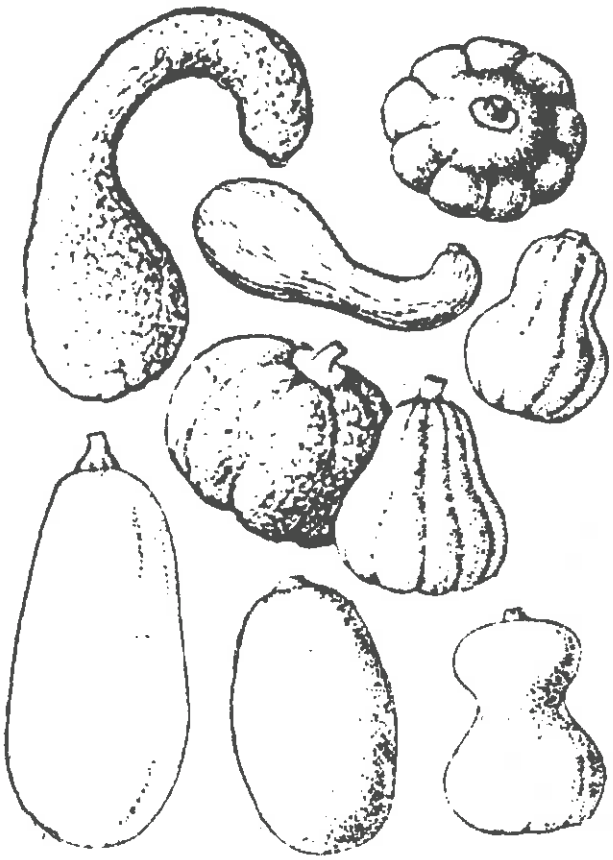
Vavilov siguió en parte el enfoque usado por De Candolle, pero contó con información más amplia y extensa, gracias a las expediciones del Instituto. Con esos datos pudo preparar mapas de la distribución de nume-

rosas especies cultivadas. Encontró que las regiones de mayor diversidad eran más o menos definidas, las mismas para muchas especies. A estas áreas de concentración genética las llamó "centros de origen de las plantas cultivadas".

En 1926 Vavilov estableció cinco centros (Suroeste de Asia, Sureste de Asia, Mediterráneo, Etiopía, y México-América del Sur). En 1935 fueron ocho (China, India, Indo-Malasia, Etiopía, México-América Central, Andes, Chile y Brasil-Paraguay). La última versión, de 1940 y siete centros, es poco conocida.

Un vistazo a la distribución geográfica de estos centros muestra que con excepción de uno, el Mediterráneo, el resto está en países subdesarrollados. Ocupan áreas de agricultura primitiva, en la cual se utilizan prácticas que contribyen a la conservación de las variedades del agricultor. Pero estos sistemas primitivos están cambiando rápidamente y hay mucha erosión genética al reemplazar las variedades locales por otras, exóticas, de mayor rendimiento.

Los centros de diversidad establecidos por Vavilov reflejan la situación de la agricultura mundial durante la época de los grandes descubrimientos, hacia 1500. Más adelante ha habido cambios fundamentales en la agricultura, con la introducción de cultivos de otros continentes y su mejoramiento tanto genético como de manejo. El café, originario de Etiopía, y la caña de azúcar y los bananos, del SE de Asia, son los cultivos más importantes en América tropical. El hule y el cacao del Amazonas se han desarrollado más en el SE de Asia que en su área de origen. Cultivos alimenticios de América del Sur, como la yuca y el maní, son ahora parte esencial de la alimentación en África tropical, y el arroz, de Asia, es un alimento básico en todos los trópicos.



Ayote, *Cucurbita moschata*, dibujo de Vavilov, de frutos del mercado de Antigüa, Guatemala.

Para muchas especies cultivadas, Vavilov distinguió dos clases de centros: los "primarios", en los cuales se supone se originó la especie, y los "secundarios", a donde fue introducida. Su diversidad resulta de hibridaciones y mutaciones posteriores. Para las cebadas, por ejemplo, el centro primario es el SO de Asia, donde aún existen poblaciones silvestres. Introducida a Etiopía en tiempos prehistóricos, evolucionó de manera tal que hoy presenta variedades con caracteres muy diferentes. El centro primario del maíz está en el sur de México, pero en Perú existe un centro secundario con una diversidad comparable, si no más amplia, que en su área de origen.

En los centros de diversidad de Vavilov se domesticaron también animales: ovejas, cabras y aves en el SO de Asia; en Mesoamérica pavos y en los Andes, llamas y alpacas; en el SE de Asia búfalos y cebúes. En dichos lugares se desarrollaron también sistemas de cultivo y procesos para preparar y conservar alimentos, y se inventaron herramientas agrícolas.

Hay dos conceptos muy polémicos que Vavilov derivó de sus estudios sobre centros de diversidad. El primero es que Vavilov identificó sus centros como áreas en donde se originó la agricultura. Aunque ahora se acepta que la agricultura fue inventada en varios lugares y épocas, no necesariamente coinciden los focos primitivos de la agricultura con las áreas de diversidad genética. Esta resulta de la acumulación de especies y variedades, algunas nativas, otras procedentes de sitios diversos, que han estado sometidos a los factores determinantes de su evolución durante períodos muy diferentes, según el sitio. La evidencia para conocer esos procesos no depende solo de la diversidad existente. En algunos casos, el estudio detallado de la evidencia arqueológica de una región lleva a sobreestimar la evidencia de otros, que pueden ser de más valor pero que no se exploran a fondo. Los estudios arqueológicos es-

taban por desarrollarse en tiempo de Vavilov y los nuevos hallazgos, especialmente en el Cercano Oriente, muestran que el cultivo de una especie se pudo iniciar en un lugar en el cual no hay una alta diversidad genética. Cuando el cultivo se expande hacia otras áreas puede presentar una mayor diversidad que en su área de origen. Por eso, la idea de Vavilov de asignar como centros de origen las áreas de alta diversidad actual ha sido abandonada en casi todos los casos.

El otro concepto discutido de Vavilov consiste en ubicar el origen de la agricultura en áreas montañosas. Cuando Vavilov planteó esta hipótesis, se creía que la agricultura se había desarrollado en regiones planas a lo largo de grandes ríos, el Éufrates y el Nilo, desde donde se extendió hacia el resto del Viejo Mundo. La presencia de centros agrícolas en las Américas se descartaba alegando que se conocía poco acerca de su desarrollo. A Vavilov le impresionó mucho ver en las regiones montañosas de Asia, Etiopía y México las diferencias ambientales que se presentan en áreas relativamente pequeñas y vecinas y la manera en que pueden conducir a la creación de nuevas variedades adaptadas a distintas condiciones ambientales. Sin embargo, la evidencia arqueológica no sustenta esta hipótesis.

J.G. Hawkes, quien quizás ha analizado más la obra de Vavilov, sugiere el concepto de "centros nucleares" como las posibles áreas de origen de la agricultura. Cada región nuclear tiene varias "regiones de diversidad" y estas a su vez varios "centros menores adyacentes". Aunque la información arqueológica en la que se concentra Hawkes tiene un valor decisivo, presenta también serias limitaciones. La primera es que es más abundante en especies que crecen en climas secos, donde es más común la preservación de materiales orgánicos, y en las especies cuyos restos son más fáciles de determinar. Una segunda limitación es la determinación correcta de la edad de las muestras. La tercera consiste en identificar si estas provienen de plantas silvestres o cultivadas. Solo una combinación de las diferentes fuentes de evidencia, es decir, arqueobotánicas, biológicas, históricas y lingüísticas, entre otras, puede brindar información aceptable sobre el sitio de origen de una especie cultivada y su evolución posterior. En resumen, puede decirse que los centros de diversidad genética de las plantas cultivadas, como los definió Vavilov en 1935 en su artículo "Phytogeographic basis of plant breading", en términos de regiones, países y listas de especies según su uso, son una realidad y con pocos ajustes siguen siendo válidos. En cambio, sus suposiciones de que esas regiones fueran las áreas de origen de los cultivos y de la agricultura, son actualmente inaceptables.

Desafortunadamente, Vavilov utilizó en sus publicaciones una nomenclatura compleja: "centros de origen de cultivos", "centros de variación", "centros de formación de tipos", "centros geográficos", "centros de acumulación de variedades y formas" y otros, sin definir apropiadamente sus significados.

Pero la contribución de Vavilov al estudio de los recursos genéticos y a la planificación de su conservación, exploración y utilización, tanto en sus aspectos teóricos como aplicados, sigue siendo fundamental y Vavilov continuará siendo una figura señera en esos campos.

Finalmente, aún ahora hay que admirar la profundidad y la extensión de sus enfoques y sus conocimientos, su personalidad vigorosa y el valor que tuvo y que lo llevó a la cárcel y a la muerte, por mantener sus convicciones científicas.

Bibliografía

Brücher, H. 1969. Gibt es Gen-Zentren? Natur wissenschatten 56:77-84.

Harlan, JR. 1992. Crops and man. 2ª ed. Madison, Wisc., American Society of Agronomy.

Hawkes, JG. 1983. The diversity of crop plants. Cambridge, Mass. Harvard University Press.

Smith, BD. 1994. The emergency of agricultures. New York, Scientific American Library.

Vavilov, SI. 1937. Los centros genético-geográficos de las plantas cultivadas. Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Plata. Argentina 23:65-94.

Vavilov, SI. 1949-1950. The origin, variation, immunity of cultivated plants. Crónica Botánica 13:1-XIX, 1-364. Traducción al inglés de K. Starr Chester (contiene el artículo básico Phytogeographic basis of plant breeding).

Vavilov, SI. 1951. Estudios sobre el origen de las plantas cultivadas. Versión española de Felipe Freier. Buenos Aires, ACME.

Vavilov, SI. 1992. Origin and geography of cultivated plants. Traducción de Doris Löve. Ed. V.F. Doroteyev. Cambridge, Cambridge University Press.

Vavilov, SI. 1994. México y América Central como centro básico de origen de las plantas cultivadas en el Nuevo Mundo. Traducción de Ekaterina Gribovskaia y Rafael Ortega Pacgka. Revista de Geografía Agrícola 20:15-34.

Zeven, AC; Zhukovsky, PM. 1975. Dictionary of cultivated plants and their centres of diversity. Wageningen, PUDOC.

Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) No. 67 p.5-12, 2003

Foro

La resistencia genética de *Coffea* spp. a *Meloidogyne paranaensis*: identificación y utilización para la caficultura latinoamericana

F. Anthony[1]
P. Topart[2]
C. Astorga[2]
F. Anzueto[3]
B. Bertrand[4]

RESUMEN. Los nematodos endoparásitos (*Meloidogyne* spp.) representan una limitación importante para el desarrollo de la caficultura, debido a la susceptibilidad de las variedades de *C. arabica* más cultivadas en el mundo (Caturra, Catuaí, Mundo Novo). La explotación de las resistencias genéticas que se encuentran en los cafés silvestres (*Coffea* spp.) constituye una alternativa a la aplicación de nematicidas. En este trabajo, se evaluó la resistencia a tres especies de nematodos (*M. exigua* y *M. arabicida* de Costa Rica, y *Meloidogyne paranaensis* de Guatemala) en seis especies de café. Se identificaron accesiones resistentes a *M. exigua* en *C. canephora* y *C. racemosa*. La resistencia a *M. arabicida* fue detectada en 25% de las accesiones evaluadas de cafés silvestres *C. arabica* y en todas las accesiones de *C. canephora*. Se confirmó la resistencia de dos accesiones de cafés silvestres *C. arabica* a *Meloidogyne* sp. Ninguna resistencia a *M. exigua* y *M. arabicida* fue encontrada en *C. sessiliflora* y *C. pseudozanguebariae*, ni en *C. brevipes* para *M. exigua*. Los resultados se discuten en el contexto del mejoramiento genético del café arábica, utilizando las accesiones resistentes para desarrollar variedades porta-injertos o crear híbridos por cruces con las variedades susceptibles.

Palabras clave: café, *Coffea arabica*, *Coffea* spp., mejoramiento genético, *Meloidogyne paranaensis*, nematodo, resistencia genética.

ABSTRACT. Genetic resistance to *Meloidogyne* spp. in *Coffea* spp.: identification and utilization for Latin-American coffee cultivation. Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) are a major limitation to coffee cultivation because of the susceptibility of most arabica varieties grown worldwide (Caturra, Catuaí, Mundo Novo). Exploitation of genetic resistances available in wild coffee (*Coffea* spp.) constitutes an alternative to nematicide applications. In this work, resistance to three nematode species (*M. exigua* and *M. arabicida* from Costa Rica, and *Meloidogyne paranaensis*. from Guatemala) was evaluated in six coffee species. Accessions resistant to *M. exigua* were identified in several *C. canephora* accessions and in *C. racemosa*. Resistance to *M. arabicida* was detected in 25% of the studied accessions of *C. arabica* wild coffee and in all *C. canephora* accessions. Resistance to *Meloidogyne* sp. was confirmed in two *C. arabica* accessions. No resistance was found neither in *C. sessiliflora* and *C. pseudozanguebariae* for *M. exigua* and *M. arabicida*, nor in *C. brevipes* for *M. exigua*. The results are discussed in the context of arabica coffee improvement, using the resistant accessions in order to develop rootstock varieties or to create hybrids from crosses with susceptible varieties.

Key words: Breeding, coffee, *Coffea arabica*, *Coffea* spp., genetic resistance, *Meloidogyne paranaensis*, root-knot nematode.

Introducción

El café arábica (*Coffea arabica*) se originó por la fusión de dos especies en África Oriental, lo que dio a esta especie un número de cromosomas tetraploide (2n=4x=44), el doble del número de las otras especies de café (2n=2x=22). Lashermes *et al.* (1999) mostraron que el evento ocurrió hace relativamente poco, entre

1 IRD, BP 64501, 34394 Montpellier cedex 5, **Francia** François.Anthony@mpl.ird.fr
2 Proyecto CATIE-IRD, CATIE, Unidad de Biotecnología, 7170 Turrialba, **Costa Rica.**
3 ANACAFE, 5a Calle 0-5, Zona 14, Ciudad Guatemala, **Guatemala.**
4 PROMECAFE-CIRAD, IICA, Ap. 55, 2200 Coronado, San José, **Costa Rica.**

un millón y algunos millares de años atrás, y que los progenitores de la especie *C. arabica* son genéticamente cercanos a las actuales especies *C. canephora* y *C. eugenioides*. El origen reciente de la especie *C. arabica* y su reproducción por autofecundación son los principales factores que permiten explicar la baja diversidad genética detectada en su ADN (Lashermes *et al.* 1997, Cros *et al.* 1998).

Los datos históricos indican que la selección de las variedades de *C. arabica* comenzó en el siglo XVIII, a partir de dos bases genéticas muy estrechas, conocidas como Typica y Bourbon (Anthony *et al.* 1999). El estudio de la diversidad genética presente en las variedades de café por los marcadores moleculares confirmó el bajo polimorfismo de las bases Typica y Bourbon (Anthony *et al.* 2002). Por eso, las tres variedades más cultivadas en el mundo (Caturra, Catuaí y Mundo Novo) presentan un comportamiento agronómico muy homogéneo, caracterizado por su susceptibilidad a las plagas y enfermedades, como la roya anaranjada (*Hemileia vastatrix*), la antracnosis del fruto (*Colletotrichum kahawae*) y los nematodos (Bertrand *et al.* 1999).

Los nematodos endoparásitos (*Meloidogyne* spp.) constituyen una limitación importante para el desarrollo de la caficultura, debido a su amplia difusión en los cafetales y su abundancia en los suelos (Campos *et al.* 1990). La especie más común, *Meloidogyne exigua*, puede provocar entre 10 y 20% de pérdidas económicas en Costa Rica (Aguilar *et al.* 1997). Otras especies, como *M. arabicida* de Costa Rica y *M. paranaensis* de Guatemala, anteriormente identificada como *M. incognita*, están presentes en áreas más reducidas. Sin embargo, son especies muy agresivas para los cafés. *M. arabicida,* asociado con *Fusarium oxysporum,* causa la enfermedad llamada "corchiosis" en la zona de Juan Viñas en Costa Rica, la cual provoca la muerte de los cafetos tras 2 a 4 años (Bertrand *et al.* 2000). Para combatir los nematodos, los caficultores han tenido que recurrir al control químico, aplicando nematicidas tóxicos para la salud y el medio ambiente. La explotación de las resistencias genéticas es una alternativa a la aplicación de nematicidas. Noir *et al.* (2002) mostraron recientemente que un gen mayor dominante, *Mex-1*, controla la resistencia de *C. arabica* a *M. exigua*. En el nivel celular, Rodríguez *et al.* (2000) observaron una reacción de tipo hipersusceptibilidad en las raíces inoculadas por *M. exigua*, lo cual indica la presencia de genes de resistencia según el modelo gen a gen. Las diferencias observadas en los sitios de alimentación del parásito podrían estar relacionadas con varios niveles de resistencia y susceptibilidad en el café.

Existen numerosos recursos genéticos disponibles para el mejoramiento del *C. arabica*. Más de 100 especies de café han sido descritas en los géneros *Coffea* y *Psilanthus*, de las cuales unas 80 se encuentran en los bancos de germoplasma (Anthony *et al.* 1999). Se puede transferir genes de dichas especies a *C. arabica* por hibridación controlada, escogiendo inclusive un progenitor del género *Psilanthus* (Couturon *et al.* 1998). Sin embargo, los recursos genéticos han sido poco utilizados en los programas de mejoramiento genético de *C. arabica*, debido a la falta de información sobre sus caracteres de interés agronómico. En este sentido, se puede mencionar la explotación de la resistencia a la roya anaranjada de *C. canephora* y *C. liberica*, a través de la selección de descendencias de híbridos interespecíficos (*C. arabica* x *C. canephora*), como el Híbrido de Timor en América Latina y el Icatu en Brasil; y (*C. arabica* x *C. liberica*), como el híbrido S.26 en India, como algunos de los ejemplos exitosos.

Este artículo presenta los resultados de la evaluación de la resistencia a *M. exigua* y *M. arabicida* de nuevas accesiones de cafés silvestres en Costa Rica, ya *M. paranaensis* en Guatemala. Por primera vez, se evaluaron accesiones de la variedad "Caféier de la Nana" y del grupo genético Guineo de *C. canephora*, y de las especies *C. brevipes*, *C. pseudozanguebariae* y *C. sessiliflora*. Se discuten los resultados desde la perspectiva de la posibilidad de utilizar los recursos genéticos resistentes para el mejoramiento genético de *C. arabica*.

Materiales y métodos

Material. El material evaluado estuvo representado por accesiones de cafés silvestres recolectados en el centro de origen de las siguientes especies: *C. arabica*, *C. canephora*, *C. brevipes*, *C. pseudozanguebariae*, *C. racemosa* y *C. sessiliflora*. En el caso de *C. canephora*, se estudiaron accesiones de a *C. canephora* var. robusta, *C. canephora* var. Caféier de la Nana y al grupo genético Guineo de África Occidental, cuya originalidad fue revelada por isoenzimas (Berthaud 1986). Las accesiones de *C. arabica* y *C. canephora* var. robusta provinieron de semillas cosechadas en el banco de germoplasma del CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica), resultantes de polinizaciones libres.

Las demás accesiones estuvieron representadas por microestacas de varios genotipos introducidos *in vitro* al CATIE por el IRD (Institut de Recherche pour le Développement, Francia).

Método de inoculación. Se multiplicó el inóculo de cada nematodo, a partir de una masa de huevos recolectada en raíces de cafés atacados por *M. exigua* en el Centro de Investigaciones del Instituto del Café de Costa Rica (CICAFE, Barva de Heredia), *M. arabicida* en la Hacienda Juan Viñas (Costa Rica) y *M. paranaensis* en la finca Los Manaques, en el suroeste de Guatemala. Se inoculó aproximadamente 1000 nematodos juveniles (J2) por planta, extraídos por nebulización tras 48 horas. El estadio J2 del desarrollo del nematodo es muy agresivo para las plantas susceptibles. Las inoculaciones fueron realizadas en el CATIE para *M. exigua* y *M. arabicida*, y en Guatemala para *M. paranaensis*, sobre plantas con dos pares de hojas. En todas las pruebas, se incluyó una variedad susceptible (Caturra o Catuaí) para comprobar la eficiencia de las inoculaciones.

Método de evaluación. Se evaluó la resistencia aproximadamente tres meses después de la inoculación, utilizando los siguientes índices de agallas (IG):

- para *M. exigua* y *M. arabicida*:

IG 0 = 0 agallas

IG 1 = 1 o 2 agallas

IG 2 = de 3 a 10 agallas

IG 3 = de 11 a 30 agallas

IG 4 = de 31 a 100 agallas

IG 5 > 100 agallas

- para *M. paranaensis*:

IG 0 = raíces limpias, sin necrosis o agallas

IG 1 = raíces sin necrosis, pero con agallas

IG 2 = raíces con necrosis (<25%)

IG 3 = raíces con necrosis (25-50%)

IG 4 = raíces con necrosis (50-75%) y pocas secundarias

IG 5 = raíz pivotante necrosada (75-100%) y ausencia de raíces secundarias.

Con base en las evaluaciones anteriores, se consideraron resistentes las plantas de índice 0, 1 y 2, y susceptibles las plantas de índice 3, 4 y 5.

Resultados

La resistencia a *M. exigua*. La resistencia a *M. exigua* fue evaluada en 23 accesiones que representaron cinco especies de café (Cuadro 1). Las tres accesiones de *C. canephora* var. robusta y de *C. racemosa* no presentaron agallas (IG=0). Una accesión de *C. canephora* var. Caféier de la Nana (T21321) presentó 20 plantas sin agalla (IG=0) y 6 plantas con una o dos agallas (IG=1). Otras accesiones de *C. canephora* var. Caféier de la Nana (T21323) y del grupo Guineo de *C. canephora* (T21325, T21328) tuvieron plantas con pocas agallas (IG≤2), por lo que se puede considerar estas accesiones como resistentes. Las accesiones evaluadas de *C. brevipes*, *C. canephora* grupo Guineo, *C. pseudozanguebariae* y *C. sessiliflora* no dieron una respuesta homogénea a la prueba, presentando plantas con un número variable de agallas. Sin embargo, la mayoría de las plantas evaluadas (60.5%) se clasificaron como susceptibles (IG≥3). En *C. pseudozanguebariae* y *C. sessiliflora*, se observó una morfología del sistema radicular muy diferente a la de los cafés *C. brevipes* y C. *canephora*, con raíces muy delgadas.

La resistencia a *M. arabicida*. La resistencia a *M. arabicida* fue evaluada en 16 accesiones de cafés silvestres de *C. arabica* y 20 accesiones de *C. canephora*, *C. pseudozanguebariae*, *C. racemosa* y *C. sessiliflora*. Tres accesiones de *C. arabica* (T16694, T16700, T16712) se clasificaron como resistentes (IG≤2) (Cuadro 2). Al grupo de accesiones resistentes se puede agregar la accesión T16706, que tuvo solamente una planta con un índice de agallas igual a 3. Se puede suponer que esta planta proviene de una fecundación cruzada, si recordamos que la autogamia de la especie es de alrededor de 90% (Carvalho *et al.* 1991). No se observaron diferencias entre las dos descendencias de la accesión T16712, cuyas plantas se clasificaron como resistentes (IG≤2). Las demás accesiones de *C. arabica* mostraron una segregación del carácter de resistencia, con un número variable de agallas.

Todas las plantas de *C. canephora* se clasificaron como resistentes, pues presentaron un 84.7% de plantas sin agalla (IG=0) (Cuadro 3). En contraste, todas las plantas de *C. sessiliflora* fueron susceptibles (IG≥4). Se observó una segregación en las accesiones de *C. pseudozanguebariae* y *C. racemosa*. Sin embargo, un alto porcentaje de plantas (84.8%) se clasificaron como susceptibles (IG≥3).

Cuadro 1. Índice de agallas de 23 accesiones de *Coffea* spp. inoculadas por *M. exigua*.

Especie	Accesión	Índice de agallas						
		0	1	2	3	4	5	Total
C. brevipes	T21370		7	30	7	1		45
	T21373			22	22	17		61
	T21374		4	7	22	10		43
	T21375		2	12	20	8		42
C. canephora								
var. robusta	T3752	20						20
	T3753	23						23
	T3754	24						24
var. Caféier de la Nana	T21321	20	6					26
	T21323			12				12
Grupo genético Guineo	T21324			16	20	7		43
	T21325			8				8
	T21327			3	19			22
	T21328		3	14				17
C. pseudozanguebariae	T21349		1	6	11	12	16	46
	T21352				4	11		15
	T21353					5	40	45
C. racemosa	T21359	19						19
	T21361	9						9
	T21362	12						12
C. sessiliflora	T21336		13	7	8			28
	T21341			16	6	5		27
	T21345		2	10	17	10	23	62
	T21347		4	32				36

Cuadro 2. Índice de agallas de 16 accesiones de *C. arabica* recolectadas en el centro de origen de la especie (Etiopía), inoculadas por *M. arabicida*.

Accesión	Índice de agallas						
	0	1	2	3	4	5	Total
T16689			1	4	1		6
T16690			15	35	15	18	83
T16692	5	10	15	17	10	3	60
T16693		4	9	16	8	4	41
T16694	19	20	8				47
T16695	3	5	6	25	1		40
T16697	4	5	7	8	8	2	34
T16700	11	8					19
T16704	5	7	14	4			30
T16705	17	15	13	11	3	2	61
T16706	16	12	2	1			31
T16707			5	7	16	7	35
T16712 a1	14	12					26
T16712 a4	33	6	3				42
T16733			4				4
T16739		1	2	22	9	1	35
T17204	14	1	3	3			21

Cuadro 3. Índice de agallas de 20 accesiones de *Coffea* spp., inoculadas por *M. arabicida*.

Especie	Accesión	Índice de agallas						
		0	1	2	3	4	5	Total
C. canephora								
var. robusta	T3479	14						14
	T3565	21	3					24
	T3580	13	4					17
	T3752	21	1					22
	T3753	23	1					24
	T3754	24	1					25
	T3755	18	2					20
	T3759	20	3					23
	T4097	19	7					26
	T4135	5	1					6
var. Caféier de la Nana	T21246	4	1					5
	T21251	3	2					5
grupo genético Guineo	T21321	15	4	2				21
	T21323	10	5	1				16
C. pseudozanguebariae	T21349		1	4	4	17	5	31
	T21353						10	10
	T21395			1	3	5	5	14
C. racemosa	T21362		2	2	7			11
C. sessiliflora	T21336						3	3
	T21341					6	22	28

Cuadro 4. Índice de agallas de dos accesiones de *C. arabica* recolectadas en el centro de origen de la especie (Etiopía), inoculadas por *M. paranaensis* de Guatemala y evaluadas en dos lugares.

Accesión	Lugar de evaluación	Índice de agallas						
		0	1	2	3	4	5	Total
T16733	Estación de Buena Vista	18	23	7				48
	Ciudad de Guatemala	26	23	3				52
T16739	Estación de Buena Vista	4	2	6	4			16
	Ciudad de Guatemala	4	4	7				15

La resistencia a *M. paranaensis*. La resistencia a *M. paranaensis* fue evaluada en dos accesiones de cafés silvestres de *C. arabica*, en dos lugares: la estación experimental de Buena Vista de la Asociación Nacional de Café de Guatemala (ANACAFE), localizada en la costa del Pacífico; y en el edificio de ANACAFE en Ciudad de Guatemala, donde las temperaturas son más bajas. El lugar de evaluación no tuvo efecto sobre el resultado de las pruebas (Cuadro 4). Las accesiones T16733 y T16739 presentaron 100% y 87.1% respectivamente de plantas resistentes (IG≤2). La accesión T16733 produjo más plantas sin agalla (44%) que la accesión T16739 (25.8%).

Discusión

El estudio permitió identificar nuevas fuentes de resistencia a los nematodos endoparásitos del género *Meloidogyne* en los recursos genéticos del café. Varios autores habían reportado ya accesiones resistentes a *M. exigua* en *C. canephora* (Curi *et al.* 1970, Morera y López 1987, Bertrand *et al.* 2001). Este trabajo mostró que la resistencia a *M. exigua* se encuentra en todas las accesiones de *C. canephora* var. robusta y en la mayoría de las accesiones de *C. canephora* var. Caféier de la Nana y del grupo Guineo. Las tres accesiones evaluadas de *C. racemosa* se clasificaron como resistentes a *M. exigua*, con 100% de plantas sin agalla. En Brasil, Fazuoli (1975) identificó cinco accesiones de *C. racemosa* resistentes a *M. exigua*, dos en segregación y una susceptible. Esta especie, originaria del Mozambique, presenta otros caracteres agronómicos de gran interés para el mejoramiento genético de *C. arabica*, como la resistencia al minador de hoja (*Leucoptera coffeella*), una buena adaptación a la sequía y a las

temperaturas altas, un corto ciclo de fructificación (< 2 meses) y un bajo contenido de cafeína en sus granos (< 1.2%) (Guerreiro Filho 1992). Las especies *C. brevipes*, *C. pseudozanguebariae* y *C. sessiliflora* no mostraron resistencia a *M. exigua*.

Para *M. arabicida*, Bertrand *et al.* (2002) identificaron tres accesiones resistentes en los cafés silvestres de *C. arabica* y dos accesiones de *C. canephora*. El presente estudio permitió precisar que la resistencia a *M. arabicida* se encuentra en 25% de los cafés silvestres de *C. arabica* y 100% de *C. canephora*, incluyendo las variedades robusta y Caféier de la Nana, y el grupo genético Guineo. Se puede suponer que la resistencia a *M. arabicida* se encuentra uniformemente distribuida en la especie *C. canephora*. Ninguna resistencia a *M. arabicida* fue identificada en las especies *C. pseudozanguebariae* y *C. sessiliflora*.

Para *M. paranaensis*, se encontraron tres variedades susceptibles a *M. paranaensis* y se confirmó la resistencia de dos accesiones de cafés silvestres de *C. arabica*, la cual había sido detectada en los híbridos F1 por Anzueto *et al.* (2001).

Las diferencias observadas en los índices de agallas pueden ser atribuidas a una estructura genética diferente del carácter de resistencia, homocigota para la accesión T16733 y heterocigota para la accesión T16739. El lugar de evaluación no tuvo efecto sobre el resultado de las pruebas de resistencia. Como en la estación experimental de Buena Vista las temperaturas son bastante altas, se puede concluir que los factores génicos del café implicados en el control de la resistencia a *M. paranaensis* no son termosusceptibles, como sí lo es el gen *Mi* del tomate (Roberts 1992) que actua contra varias especies de *Meloidogyne* debajo de los 28°C (Dropkin 1969).

Las resistencias genéticas identificadas pueden ser explotadas mediante dos estrategias complementarias: la selección de variedades porta-injertos resistentes, y la selección de híbridos entre los cafés silvestres resistentes y las variedades comerciales susceptibles. La estrategia de selección de variedades porta-injerto parece muy interesante, porque es un proceso de selección corto (una generación) y simple, con pocos criterios (vigor y resistencia). En relación con esta estrategia, cabe mencionar la difusión de la variedad porta-injerto "Nemaya" en Centroamérica, que se origina del cruce de dos cafés *C. canephora* (Anzueto *et al.* 1995). El presente estudio mostró que algunos cafés acumulan los genes de resistencia a varios nematodos, como las accesiones T3752, T3753 y T3754 de *C. canephora* var. robusta, y la accesión T21321 del grupo genético Guineo de *C. canephora*, para *M. exigua* y *M. arabicida*. Los cruces entre cafés de *C. canephora* var. robusta y del grupo genético Guineo produjeron híbridos muy vigorosos en Costa de Marfil (Leroy *et al.* 1993), lo cual podría ser explotado para desarrollar variedades porta-injertos vigorosas. Además, en Guatemala se mostró que la injertación sobre *C. canephora* es muy eficiente para controlar los nematodos lesionadores del género *Pratylenchus* (Villain *et al.* 2000). Sin embargo, se puede recomendar la estrategia de porta-injerto solo para las zonas calientes (Bertrand *et al.*, 2002). En las zonas más frías, se ha observado una reducción del crecimiento y del desarrollo de los cafés *C. canephora* bajo condiciones experimentales de Costa Rica. Para estas zonas, que corresponden a la situación más común de la caficultura latinoamericana, se debe contemplar la selección de híbridos resultantes de cruces entre cafés silvestres resistentes y variedades susceptibles. Los criterios de selección son más numerosos que para la estrategia de porta-injerto, porque se debe considerar la productividad y la calidad del café producido, además de la resistencia a los nematodos. No debería ser difícil transferir la resistencia a *M. arabicida* y *M. paranaensis* de los cafés silvestres de *C. arabica* a sus variedades cultivadas, pues se trata de hibridaciones intraespecíficas. Tales híbridos F1 han presentado mucho vigor (heterosis), cuyo promedio se establece en más de 30% de producción respecto al mejor padre en Costa Rica (Bertrand *et al.* 1997). Queda por estudiar la herencia de las resistencias, cuya expresión en la primera generación de híbridos depende del tipo de expresión de los alelos (dominante, codominante, etc.).

La utilización de la resistencia genética a *M. exigua* parece más complicada, pues no se encuentra en la especie *C. arabica*. El mejoramiento genético de las variedades de café arabica debe basarse en la transferencia de los genes de resistencia presentes en las otras especies de café, como *C. canephora* y *C. racemosa*. Este proceso de introgresión fue estudiado en 21 derivados del Híbrido de Timor. Se observó una alta variación del número de fragmentos de ADN de *C. canephora* conservados en las líneas de Catimor y Sarchimor, los cuales representaron entre 8% y 25% del genoma de *C. canephora* (Lashermes *et al.* 2000a). Una gran parte de los fragmentos de ADN de *C. canephora* no fueron eliminados o contra-seleccionados durante las cuatro o cinco generaciones de selección. En efecto, la selección a partir del Híbrido de Timor se ha enfren-

tado a la dificultad de conservar los caracteres deseables de *C. canephora,* como la resistencia a la roya, y a la vez eliminar los fragmentos de ADN de *C. canephora* que puedan alterar la calidad del café.

Los marcadores moleculares permiten superar las limitaciones de los métodos convencionales de mejoramiento genético del café, asistiendo en la selección de nuevas variedades de café (Lashermes *et al.* 2000b). La selección se basa en la presencia de marcadores moleculares estrechamente ligados a los genes de interés. Este método presenta varias ventajas, en particular la posibilidad de hacer una selección precoz en vivero sobre un gran número de plantas, reducir el número de ciclos de selección necesarios para restaurar la calidad del café, y seleccionar varios caracteres en una sola etapa. Marcadores ligados al gen de resistencia a *M. exigua* han sido identificados recientemente en Francia (Noir *et al.* 2002). Actualmente se está estimando la distancia genética entre los marcadores y el gen para poder validarlos.

Conclusión

Las resistencias genéticas a los nematodos identificadas en este trabajo pueden ser transferidas a las variedades comerciales de *C. arabica* por cruce o explotadas directamente en el desarrollo de variedades porta-injertos. Para *M. arabicida* y *M. paranaensis* de Guatemala, la resistencia ya existe en los cafés silvestres de *C. arabica.* Para *M. exigua*, la resistencia se encuentra en las especies *C. canephora* y *C. racemosa.* La identificación de marcadores moleculares estrechamente ligados al gen de resistencia a *M. exigua* constituye una primera etapa para controlar los fragmentos de ADN introgresados de las especies diploides en el genoma de *C. arabica* y reducir los efectos no deseados, principalmente sobre la calidad del café.

Agradecimientos

Esta investigación fue desarrollada en el marco del Acuerdo de Investigación entre el CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica) y el IRD (Institut de Recherche pour le Développement, Francia) en Biotecnología del Café, con el apoyo de la Comisión Europea a través del proyecto INCO-DC (# ERBIC18CT970181), en el cual participó también ANACAFE (Asociación Nacional de Café de Guatemala).

Literatura citada

Aguilar, G.; Bertrand, B.; Anthony, F. 1997. Comportamiento agronómico y resistencia a las principales plagas de diferentes variedades, derivadas del Híbrido de Timor. Noticiero del café 94-95: 1-4.

Anthony, F.; Astorga, C.; Berthaud, J. 1999. Los recursos genéticos: las bases de una solución genética a los problemas de la caficultura latinoamericana. *In* Desafíos de la caficultura en Centroamérica. Eds. B Bertrand; B Rapidel. San José, Costa Rica, IICA/PROMECAFE-CIRAD-IRD-CCCR/Francia. p. 369-406.

Anthony, F.; Combes, M.C.; Astorga, C.; Bertrand, B.; Graziosi, G.; Lashermes, P. 2002. The origin of cultivated *Coffea arabica* L. varieties revealed by AFLP and SSR markers. Theoretical and Applied Genetics 114: 894-900.

Anzueto, F.; Bertrand, B.; Peña, M.; Marban-mendoza, N.; Villain, L. 1995. Desarrollo de una variedad porta-injerto resistente a los principales nematodos de América Central. *In* Simposio sobre caficultura Latinoamericana, (1995 San Salvador, El Salvador). Actas. Guatemala, PROMECAFE-PROCAFE. 7 p.

Anzueto, F.; Bertrand, B.; Sarah, J.L.; Eskes, A.B.; Decazy, B. 2001. Resistance to *Meloidogyne incognita* in Ethiopian *Coffea arabica* accessions. Euphytica 118: 1-8.

Berthaud, J. 1986. Les resources génétiques pour l'amélioration des caféiers africains diploïdes. Paris, ORSTOM. 379 p.(Collection Travaux et Documents n° 188).

Bertrand, B.; Aguilar, G.; Santacreo, R.; Anthony, F.; Etienne, H.; Eskes, A.B.; Charrier, A. 1997. Comportement d'hybrides F1 de *Coffea arabica* pour la vigueur, la production et la fertilité en Amérique centrale. *In* Coloquio Científico Internacional sobre el Café (Nairobi, Kenia). Actas. Paris, ASIC. p. 415-423.

Bertrand, B.; Aguilar, G.; Santacreo, R.; Anzueto, F. 1999. El mejoramiento genético en América Central. *In* Desafíos de la caficultura en Centroamérica. Eds. B. Bertrand; B. Rapidel. San José, Costa Rica, IICA/PROMECAFE-CIRAD-IRD-CCCR/Francia. p. 407-456.

Bertrand, B.; Nuñez, C.; Sarah, J.L. 2000. Disease complex in coffee involving *Meloidogyne arabicida* and *Fusarium oxysporum*. Plant Pathology 49: 383-388.

Bertrand, B.; Anthony, F.; Lashermes, P. 2001. Breeding for resistance to *Meloidogyne exigua* of *Coffea arabica* by introgression of resistance genes of *C. canephora*. Plant Pathology 50: 1-8.

Bertrand, B.; Ramirez, G.; Etienne, H.; Topart, P.; Anthony, F. 2002. Resistance of cultivated coffee (*Coffea arabica* and *C. canephora*) tress to the corky-root caused by *Meloidogyne arabicida* and *Fusarium oxysporum*, under controlled and field conditions. Crop Protection 21: 713-719.

Campos, V.P.; Srivapalan, P.; Gnanapragasam, N.C. 1990. Nematode parasites in coffee, cocoa and tea. *In* Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. Eds. M. Luc; R.A. Sikora; J. Bridge., Wallington, Reino Unido, CAB International. p. 387-430.

Carvalho, A.; Medina filho, H.P.; Fazuoli, L.C.; Guerreiro filho, O.; Lima, M.M.A. 1991. Aspectos genéticos do cafeeiro. Revista Brasileira de Genetica 14: 135-183.

Couturon, E.; Lashermes, P.; Charrier, A. 1998. First intergeneric hybrids (*Psilanthus ebracteolatus* Hiern x *Coffea arabica* L.) in coffee trees. Canadian Journal of Botany 76: 542-546.

Cros, J.; Combes, M.C.; Trouslot, P.; Anthony, F.; Hamon, S.; Charrier, A.; Lashermes, P. 1998. Phylogenetic relationships of *Coffea* species: new evidence based on the chloroplast DNA variation analysis. Molecular Phylogenetics and Evolution 9: 109-117.

Curi, S.M.; Carvalho, A.; Moraes, F.P.; Monaco, L.C.; Arruda, H.V. 1970. Novas fontes de resistencia genética de *Coffea* no controle de nematoide do cafeeiro, *Meloidogyne exigua*. Biológico 36: 293-295.

Dropkin, V. 1969. The necrotic reaction of tomatoes and other hosts resistant to *Meloidogyne* reversed by temperature. Phytopathology 59: 1632-1637.

Fazuoli, L.C. 1975. Resistência de *Coffea racemosa* ao *Meloidogyne exigua*. Ciencia e Cultura 27(7): 230.

Guerreiro filho, O. 1992. *Coffea racemosa* Lour. une revue. Café, Cacao, Thé 36(3): 171-186.

Lashermes, P.; Combes, M.C.; Trouslot, P.; Charrier, A. 1997. Phylogenetic relationships of coffee tree species (*Coffea* L.) as inferred from ITS sequences of nuclear ribosomal DNA. Theoretical Applied Genetics 94: 947-955.

Lashermes, P.; Combes, M.C.; Robert, J.; Trouslot, P.; D'Hont, A.; Anthony, F.; CHARRIER, A. 1999. Molecular characterisation and origin of the *Coffea arabica* L. genome. Molecular and General Genetics 261: 259-266.

Lashermes, P.; Andrzejewski, S.; Bertrand, B.; Combes, M.C.; Dussert, S.; Graziosi, G.; Trouslot, P.; Anthony, F. 2000a. Molecular analysis of introgressive breeding in coffee (*Coffea arabica* L.). Theoretical and Applied Genetics 100: 139-146.

Lashermes, P.; Combes, M.C.; Topart; P. Graziosi, G.; Bertrand, B.; Anthony, F. 2000b. Molecular breeding in coffee (*Coffea arabica* L.). *In* Coffee biotechnology and quality. Eds. T Sera; CR Soccol; A Pandey; S Roussos. Dordrecht, Kluwer Academic Publisher. p. 134-146.

Leroy, T.; Montagnon, C.; Charrier, A.; Eskes, A.B. 1993. Reciprocal recurrent selection applied to *Coffea canephora* Pierre. 1. Characterization and evaluation of breeding populations and value of intergroup hybrids. Euphytica 67: 113-125.

Morera, G.N.; López, R. 1987. Respuesta de seis líneas experimentales de *Coffea* spp. a la inoculación con *Meloidogyne exigua*. Nematropica 17: 103-109.

Noir, S.; Anthony, F.; Bertrand, B.; Combes, M.C.; Lashermes, P. 2002. Identification of a major gene (*Mex*-1) from *Coffea canephora* conferring resistance to *Meloidogyne exigua* in coffee. Plant Pathology, 52(1): 97-103.

Roberts, P.A. 1992. Current status of the availability, development, and use of host plant resistance to nematodes. Journal of Nematology 24: 213-227.

Rodríguez, A.C.F.; Abrantes, I.M. de; Melillo, M.T.; Bleve-Zacheo, T. 2000. Ultrastructural response of coffee roots to root-knot nematodes, *Meloidogyne exigua* and *M. megadora*. Nematropica 20: 201-210.

Villain, L.; Molina, A.; Sierra, S.; Decazy, B.; Sarah, J.L. 2000. Effect of grafting and nematicide treatments on damage by root-lesion nematodes (*Pratylenchus* spp.) to *Coffea arabica* L. in Guatemala. Nematropica 30: 87-100.

Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) No. 67 p.13-17, 2003

Artículos

Influencia de la fertilización fosforada sobre la interferencia de *Amaranthus hybridus* y *Portulaca oleracea* en lechuga producida en suelos orgánicos

Bielinski M. Santos[1]
Joan A. Dusky[2]
William M. Stall[2]
Donn G. Shilling[2]
Thomas A. Bewick[2]

RESUMEN. Se llevaron a cabo estudios de campo en el sur de la Florida, Estados Unidos, para determinar las reducciones de rendimientos de lechuga causadas por densidades de bledo (*Amaranthus hybridus*) y verdolaga (*Portulaca oleracea*) bajo dos programas de fertilización fosforada. Para los complejos lechuga-bledo y lechuga-verdolaga se realizaron aplicaciones de fósforo (P) en dos modalidades: a) al voleo, aplicando 250 kg P/ha y b) en bandas, a razón de 125 kg P/ha. Así mismo, se utilizaron las densidades de malezas 0, 2, 4, 8 y 16 plantas/6 m de hilera (5,4 m^2). El diseño utilizado fue de parcelas divididas, las densidades ocuparon las subparcelas. Los rendimientos comerciales obtenidos indican que ambas malezas siguieron patrones diferentes en cuanto a su interferencia con el cultivo. En las mezclas lechuga-bledo, las densidades críticas de bledo fueron influenciadas según el programa de fertilización utilizado. Con P al voleo, se observaron reducciones de rendimiento de entre 2 y 4 plantas/6 m de hilera (aproximadamente 20%). Cuando el P fue aplicado en bandas, las mermas alcanzaron 24% con densidades superiores a 8 plantas/6 m de hilera. En las mezclas lechuga-verdolaga, cuando P fue aplicado en bandas, el peso fresco de las cabezas de lechuga fue superior dentro de cada densidad, comparado con el uso de P al voleo (incremento de 13%). La densidad crítica para reducción de rendimientos ocurrió entre 0 y 2 plantas/6 m hilera, resultando en reducciones promedio de 17%, sin importar el nivel de P utilizado. Las máximas reducciones de rendimiento alcanzaron 48 y 44% cuando se permitió la competencia de 16 plantas de verdolaga/6 m de hilera para P al voleo y en bandas, respectivamente.

Palabras clave: Interferencia, competencia, fertilización, fósforo, bledo, verdolaga, lechuga, *Amaranthus hybridus, Portulaca oleracea.*

ABSTRACT. Influence of phosphorus fertilization programs on the interference of *Amaranthus hybridus* and *Portulaca oleracea* with lettuce grown in organic soils. Field trials were conducted in South Florida, United States, to determine the extent of yield reductions due to population densities of smooth pigweed (*Amaranthus hybridus*) and common purslane (*Portulaca oleracea*) under two P fertility regimes. For lettuce-pigweed and lettuce-purslane complexes, P was applied in two ways: a) broadcast at 250 kg P/ha and b) banded at 125 kg P/ha. Weed densities of 0, 2, 4, 8 y 16 plants/6 m row (5.4 m^2) were established. Studies were conducted within a split-plot design, where weed densities were in the subplots. Based on lettuce commercial fresh weight, results showed that both weeds followed different interference patterns. In lettuce-pigweed complexes, critical weed densities were influenced by P regimes utilized. With P broadcast, yield reductions were observed between 2 and 4 plants/6 m row (approximately 20%). When P was banded, yield reductions reached 24% with densities higher than 8 plants/6 m row. In lettuce-purslane complexes, when P was banded, fresh weight was higher within each density (13% increase) as compared with P broadcast. Critical weed densities occurred between 0 and 2 plantas/6 m row (17% reduction), regardless of the P regime utilized. Maximum yield reductions reached 48 and 44% with 16 purslane/6 m row for P broadcast and banded, respectively.

Key words: Interference, competition, fertility, phosphorus, smooth pigweed, common purslane, lettuce, *Amaranthus hybridus, Portulaca oleracea.*

1 Investigador Principal. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. Santo Domingo, **República Dominicana**. bmsantos@yahoo.com.
2 Profesores. Horticultural Sciences Department, University of Florida. Gainesville, Florida, **EUA**.

Introducción

Entre los diversos vegetales de hoja que se cultivan en los Estados Unidos, la lechuga (*Lactuca sativa* L.) ocupa las mayores áreas cultivadas (USDA 2000). En el estado de Florida, las mayores áreas de producción están localizadas en histosoles (50-80% de materia orgánica) de los Everglades y del lago Apopka. Existen muchas plagas que pueden atacar los campos de lechuga, lo cual ocasiona pérdidas significativas de rendimiento y calidad. El manejo de malezas en suelos orgánicos es costoso y está basado principalmente en el control manual. Esto se debe principalmente a que el control mecánico puede causar daños en el sistema radicular poco profundo de las plantas de lechuga, lo cual se refleja en los rendimientos. Especies de malezas como el bledo y la verdolaga son consideradas agresivas en climas tropicales y subtropicales (Holm *et al.* 1991). En el sur de Florida, *A. hybridus* y *P. oleracea* ejercen una gran presión sobre los campos de vegetales, especialmente en los suelos orgánicos del área agrícola de los Everglades.

Otros métodos de manejo de malezas, como el control químico, tienen un impacto limitado en la producción de *L. sativa*, debido a la falta de moléculas herbicidas registradas para este propósito (Stall *et al.* 1998). El alto costo de generación y registro de nuevos herbicidas, junto a los riesgos ambientales de contaminación de aguas subterráneas y suelos, justifica la búsqueda de alternativas para el manejo de malezas. El manejo agrícola de malezas implica el uso de rotaciones de cultivo y el aumento de la competitividad del cultivo para la captura de factores esenciales de crecimiento, tales como luz, agua y nutrientes (Anderson 1983). Sin embargo, para desarrollar técnicas efectivas de manejo agrícola de malezas, se requieren estudios que proporcionen información sobre las interacciones cultivos-malezas. En ese sentido, se sabe poco acerca de la relación existente entre densidad de malezas y rendimiento de vegetales.

Se han utilizado diversas metodologías para medir el impacto de las poblaciones de malezas sobre los cultivos. Dentro de esas metodologías, frecuentemente se utilizan estudios de densidades para determinar la competitividad y las reducciones de rendimientos. Los estudios aditivos se utilizan en campo abierto para conocer el impacto de densidades cambiantes de malezas con una densidad fija del cultivo. Se han reportado muchos estudios para cultivos como las leguminosas y los cereales (Rejmanek *et al.* 1989, Liebman y Robicheaux 1990, Radosevich *et al.* 1997). Sin embargo, existen pocos reportes sobre el impacto de especies nocivas de malezas sobre el crecimiento y el desarrollo de las hortalizas.

La naturaleza de las interacciones maleza-cultivo puede ser afectada por la disponibilidad de recursos limitados, tales como luz, agua, espacio físico y nutrientes. Este balance puede ser cambiado a favor de cualquiera de las especies, dependiendo de la situación de cada recurso, así como de la agresividad de las especies involucradas. Se ha reportado previamente que la competencia por nutrientes puede ser influenciada por la competencia por otros factores de crecimiento (DiTomaso 1995). Otros autores han enfatizado la influencia que la fertilización nitrogenada tiene al proveer una ventaja adicional a los cultivos o las malezas (Okafor y DeDatta 1976, Carlson y Hill 1986, Morales-Payan *et al.* 1997). Sin embargo, se conoce poco acerca de la influencia del fósforo (P) sobre la competitividad de las hortalizas. Sánchez *et al.* (1990) demostraron que se pueden obtener mayores rendimientos de maíz dulce (*Zea mays* L.) al aplicar 33% del P recomendado en bandas, en comparación con tratamientos con P al voleo. Shrefler *et al.* (1994) indican que aplicar P en bandas por debajo de las hileras de siembra de lechuga provee ventajas competitivas adicionales al cultivo contra la interferencia de una especie de bledo (*Amaranthus spinosus* L.). No se han realizado estudios que determinen el impacto de diferentes programas de fertilización fosforada sobre las interacciones lechuga-bledo y lechuga-verdolaga.

La fertilización fosforada es un componente básico en la producción de lechuga en los suelos orgánicos del sur de la Florida, debido principalmente a que estos suelos son naturalmente deficientes en este elemento (Hochmuth *et al.* 1994). Además, el P es un nutriente relativamente inmóvil en el suelo (Sample *et al.* 1980). Por lo tanto, plantas con sistemas radiculares desarrollados y profundos, como el bledo y la verdolaga, podrían capturar el P más eficientemente que la lechuga. Los objetivos específicos del estudio fueron: a) determinar las reducciones de rendimientos de lechuga causadas por *A. hybridus* bajo dos programas de fertilización fosforada, y b) determinar las reducciones de rendimientos de lechuga causadas por *P. oleracea* bajo dos programas de fertilización fosforada.

Materiales y Métodos

Se realizaron dos estudios de campo en el Everglades Research and Education Center de la Universidad de Florida, entre 1996 y 1999. El suelo fue clasificado como Medisaprist, con un contenido de materia orgánica de aproximadamente 75% y pH de 6,3. Las temperaturas diurnas y nocturnas promedio fueron de 28 y 17C, respectivamente. El contenido de P extraíble con agua fue de 3,0 mg P/l de suelo, lo cual es insuficiente para la producción comercial de lechuga (Sánchez *et al.* 1990, Hochmuth *et al.* 1994). Las aplicaciones de P fueron realizadas en dos modalidades: a) al voleo, aplicando 250 kg P/ha y b) en bandas soterradas 5 cm por debajo de las hileras de lechuga a razón de 125 kg P/ha. Se utilizó $Ca(H_2PO_4)_2$ como fuente para las aplicaciones al voleo, y ácido fosfórico para aplicaciones en bandas. Estos niveles del nutriente fueron escogidos con base en recomendaciones para el cultivo (Sánchez *et al.* 1990). Otros nutrientes esenciales fueron aplicados al voleo tomando en cuenta análisis de suelos.

Se sembraron semillas de lechuga de hoja "South Bay" directamente en hileras dobles (30 cm de separación entre hileras) sobre camas de 0,9 m de ancho. En cuanto a las malezas, las semillas de bledo y verdolaga fueron esparcidas 10 días antes de la siembra de la lechuga sobre bandejas con celdas de 24 cm^3. Al momento de la emergencia de la lechuga, se trasplantaron plántulas de malezas en el estado de dos hojas verdaderas entre las hileras dobles del cultivo en las siguientes densidades: 0, 2, 4, 8 y 16 plantas/6 m de hilera (5,4 m^2), equivalentes a 0, 0,37, 0,75, 1,50 y 3,00 plantas/m^2. Otras especies de malezas fueron removidas manualmente o con azadas. Las plantas de lechuga fueron raleadas a una distancia 0,30 m.

Los tratamientos fueron ordenados en dos estudios, correspondientes a cada complejo (lechuga-bledo y lechuga-verdolaga). El diseño utilizado en cada estudio fue de parcelas divididas con cuatro repeticiones, donde los programas de fertilización fosforada se ubicaron en las parcelas y las densidades de malezas en las subparcelas. El 50% del área de cada unidad experimental fue cosechada cuando las plantas de lechuga del testigo sin malezas alcanzaron la madurez, basada en la firmeza de las cabezas, tamaño y apariencia. Las hojas externas de cada cabeza fueron eliminadas en el momento de la cosecha. Se midió el número y el peso comercial de cabezas de lechuga. Los datos recolectados fueron sometidos a análisis de varianza (P=0,05). Las medias de los tratamientos fueron separadas por errores estándar calculados de los datos resultantes para cada variable.

Resultados y Discusión

Estudios lechuga-bledo

Los datos obtenidos indican que existió diferencia significativa (P<0,05) entre los factores fertilización fosforada y densidad de maleza para el peso de cabezas comerciales (Fig. 1). Sin embargo, el número de cabezas comerciales no fue afectado (P>0,05) por ningún factor. En todos los casos, incluyendo el testigo libre de malezas, el peso fresco fue superior cuando el P fue aplicado en bandas comparado con las aplicaciones al voleo. El peso fresco de las cabezas de lechuga disminuyó a medida que las densidades de malezas se incrementaban dentro de cada programa de fertilización fosforada.

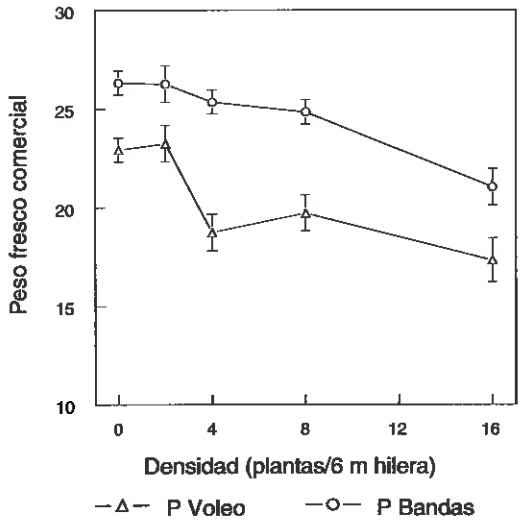


Figura 1. Efectos de densidades de bledo (*Amaranthus hybridus*) sobre el peso fresco comercial de lechuga.

Las densidades críticas de bledo fueron influenciadas de acuerdo con el programa de fertilización utilizado. Con P al voleo, se observaron reducciones significativas de rendimiento entre 2 y 4 plantas/6 m de hilera, equivalente a aproximadamente 20%. Cuando el P fue aplicado en bandas, las mermas en la producción alcanzaron 24% con densidades superiores a 8 plantas/6 m de hilera.

Debido a que el número de cabezas comerciales no fue afectado, el efecto del bledo sobre la lechuga se basó en la reducción del peso fresco de cada cabeza.

Estudios lechuga-verdolaga

Para el peso fresco de cabezas comerciales de lechuga, ambos factores influenciaron independientemente (P<0,05) esta variable (Fig. 2). El número de cabezas comerciales cosechadas no fue afectado por ninguno de los dos factores bajo estudio. Cuando el P fue aplicado en bandas, el peso fresco de las cabezas de lechuga fue superior dentro de cada densidad de verdolaga, comparado a cuando se utilizó P al voleo, representando un incremento de un 13%. Así mismo, el peso fresco de las cabezas de lechuga disminuyó a medida que se incrementó la densidad de verdolaga. Las reducciones máximas de rendimiento alcanzaron 48 y 44% cuando se permitió la competencia de 16 plantas de verdolaga/6 m de hilera para P al voleo y en bandas, respectivamente.

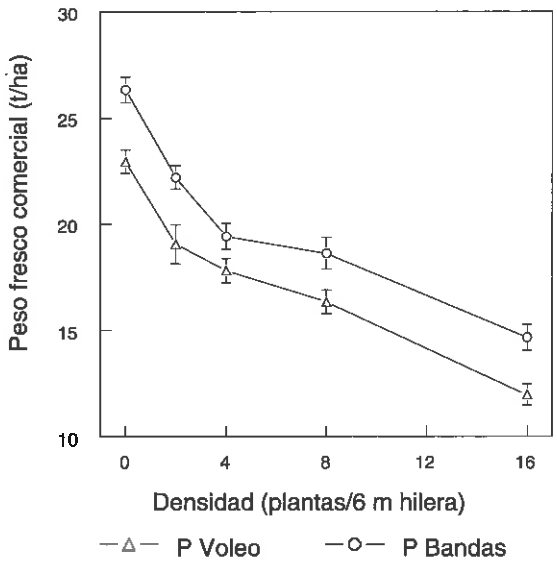


Figura 2. Efectos de densidades de verdolaga (*Portulaca oleracea*) sobre el peso fresco comercial de lechuga.

En contraposición al complejo lechuga-bledo, donde los valores de densidad crítica fueron modificados de acuerdo con el programa de aplicación de P elegido, el complejo lechuga-verdolaga mantuvo su densidad crítica para reducción de rendimientos entre 0 y 2 plantas/6 m hilera, resultando en reducciones promedio de 17% en el peso fresco comercial obtenido, sin importar el nivel de P utilizado. Sin embargo, el aplicar P en bandas permitió al cultivo absorber y utilizar el P más eficientemente, aparentemente debido a la mayor concentración del nutriente alrededor del sistema radicular poco profundo de la lechuga.

La verdolaga ha sido reportada como una maleza que responde positivamente a las aplicaciones de P (Santos *et al.* 1998). En los complejos lechuga-verdolaga, la competencia por P podría constituir el mecanismo primario de interferencia. Sin embargo, es sabido que la competencia por nutrientes puede interactuar o incrementar la competencia por otros factores esenciales, tales como luz y agua (DiTomaso 1995). Esto podría estar ocurriendo en situaciones donde se aplica el P al voleo, donde la verdolaga crece más rápidamente que la lechuga y consecuentemente podría sombrear el cultivo más eficientemente, debido a los mayores niveles de absorción del nutriente. Estas interacciones nutrientes-luz no son raras en mezclas de cultivos y malezas, donde las malezas son favorecidas por la alta fertilidad del suelo, creciendo más rápidamente y reduciendo el nivel de radiación solar fotosintéticamente activa recibida por las hojas del cultivo (Liebman y Robichaux 1990; Okafor y DeDatta 1976).

Basados en conclusiones previas presentadas por Santos *et al.* (1998), los datos obtenidos en los estudios sugieren dos posibles explicaciones para las interacciones lechuga-bledo y lechuga-verdolaga. Primero, *A. hybridus* ha sido reportada como una maleza con consumo de lujo de P más competitiva que la lechuga, y podría estar absorbiendo el nutriente en detrimento del cultivo (Santos *et al.* 1998). Cuando el P es colocado en bandas cercanas al sistema radicular del cultivo, se obtiene un efecto positivo sobre el crecimiento del cultivo en dos direcciones: a) aumento de la competitividad y b) aumento de las oportunidades de absorción de P antes de que las raíces de bledo ocupen la rizosfera del cultivo. Los cambios en la competitividad de la lechuga se reflejan en el cambio de las densidades críticas de reducciones de rendimiento para la maleza, al pasar de un programa de fertilización al otro. Segundo, *P. oleracea* es una maleza que responde positivamente a la fertilización fosforada y no presentó ningún cambio en las densidades críticas al cambiar el programa de fertilización. Esto indica que al aplicar P en bandas, el cultivo se beneficia principalmente por los cambios en las concentraciones relativas de P alrededor de su sistema radicular. Deben realizarse más investigaciones con el fin de determinar el nivel de interferencia de dichas malezas sobre el cultivo en diferentes

momentos del ciclo vegetativo. De igual modo, se sugiere establecer los mecanismos primarios y secundarios de interferencia de ambas especies sobre la lechuga.

Literatura citada

Anderson, WP. 1983. Weed Science: Principles. West Publ. Co., St. Paul, Minn., EE.UU.

Carlson, HL; Hill JE. 1986. Wild oat (*Avena fatua*) competition with spring wheat: Effects of nitrogen fertilization. Weed Science 34:29-33.

DiTomaso, JM. 1995. Approaches for improving crop competitiveness through the manipulation of fertilization strategies. Weed Science 43:491-497.

Hochmuth, G; Hanlon E; Nagata, R; Zinder, G; Schueneman, T. 1994. Crisphead Lettuce: Fertilization Recommendations for Crisphead Lettuce Grown on Organic Soils in Florida. Fla. Coop. Ext. Serv. Bull. SP-153. 25 p.

Holm, LG; Plucknett, DG; Pancho, JV; Herberger, JP. 1991. The World's Worst Weeds: Distribution and Biology. Krieger Publ. Co., Florida, EE.UU.

Liebman, M; Robicheaux, RH. 1990. Competition by barley and pea against mustard: Effects on resource acquisition, photosynthesis and yield. Agric. Ecosys. Environ, 31:155-172.

Morales-Payan, JP; Santos, BM; Stall, WM; Bewick, TA. 1997. Effects of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) on tomato (*Lycopersicon esculentum*) and bell pepper (*Capsicum annuum*) vegetable growth and fruit yield. Weed Tech. 11:672-676.

Okafor, LI; DeDatta, SK. 1976. Competition between upland rice and purple nutsedge for nitrogen, moisture and light. Weed Science 24:43-46.

Radosevich, S; Holt, J; Ghersa, C. 1997. Weed Ecology: Implications for Management. John Wiley and Sons, Inc., New York, EE.UU.

Rejmanek, M; Robinson, GR; Rejmankova, E. 1989. Weed-crop competition: Experimental designs and models for data analysis. Weed Science 37:276-284.

Sample, EC; Soper, RJ; Racz, GJ. 1980. Reactions of phosphate fertilizers in soils. *In* Eds. FE Khasawneh *et al.* The Role of Phosphorus in Agriculture. Madison, WI: ASA, CSSA, SSSA, p. 263-304.

Sánchez, CA. 1991. Soil-Testing and Fertilization Recommendations for Crop Production on Organic Soils in Florida. Fla. Coop. Ext. Serv. Bull. 876.

Sánchez, CA; Swanson, S; Porter, PS. 1990. Banding P to improve fertilizer use efficiency of lettuce. J. Am. Soc. Hort. Sci. 115:581-584.

Santos, BM; Dusky, JA; Stall, WM; Shilling, DG; Bewick, TA. 1998. Phosphorus effects on competitive interactions of smooth pigweed (*Amaranthus hybridus*) and common purslane (*Portulaca oleracea*) with lettuce (*Lactuca sativa*). Weed Science 46:307-312.

Shrefler, JW; Dusky, JA; Shilling, DG; Brecke, BJ; Sanchez, CA. 1994. Effects of phosphorus fertility on competition between lettuce (*Lactuca sativa*) and spiny amaranth (*Amaranthus spinosus*). Weed Science 42:556-560.

Stall, WM; Dusky, JA; Gilreath, JP. 1998. Estimated effectiveness of recommended herbicides on selected common weeds in Florida vegetables. *In* Ed. DL Colvin. 1998. Florida Weed Management Guide. Gainesville, FL: Univ. of Florida. p. 313-316.

USDA (United States Department of Agriculture). 2000. Vegetables: 1999 Summary. Washington, DC: National Agricultural Statistics Service. 78 p.

Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) No. 67 p.18-22, 2003

Pérdidas de azúcar causadas por *Diatraea* spp. en Nueva Concepción, Guatemala

Francisco Badilla F.[1]
José Víctor Gómez M.[2]

RESUMEN. Se evaluó la pérdida de sacarosa provocada por *Diatraea* spp., medida por el rendimiento teórico recuperable (RTR) por cada 1% de entrenudos dañados y el porcentaje de cañas perforadas en las variedades L-7645, CP-731547 y L - 6840. Para cada variedad, se realizó un análisis de correlación y regresión entre la intensidad de infestación (II), la infestación (I) y el RTR. Los modelos utilizados fueron: lineal, cuadrático, raíz cuadrada, exponencial y potencial. Los resultados indican que la variable (II) correlacionó negativamente con el rendimiento para las tres variedades estudiadas. En la variedades CP-731547 hubo una correlación negativa (r = -0,56), pero no significativa, entre la I y el RTR, siendo que entre la II y el RTR la correlación fue significativa (r = - 0,65). El modelo que mejor explicó este comportamiento para la II fue el de raíz cuadrada (R^2 = 0,42). Para la variedad L-7645 se presentó una correlación negativa (r = - 0,74), entre la II y el RTR y entre la I y el RTR también fue negativa (r = - 0,70). El modelo que mejor explicó el comportamiento para la II fue el tipo cuadrático (R^2 = 0,60). En la variedad L-6840 se presentó también una correlación negativa entre RTR y la II (r = - 0,74), siendo que el modelo cuadrático fue el que mejor explicó el comportamiento (R^2 = 0,71). Se concluye que hay correlación negativa entre el daño ocasionado por los taladradores y el rendimiento de azúcar, el cual puede ser cuantificado por modelos matemáticos del tipo cuadrático, lineal y raíz cuadrada.

Palabras clave: Caña de azúcar, barrenador, pérdidas de azúcar, *Diatraea* spp.

ABSTRACT. Sugar losses caused by *Diatraea* spp. in Escuintla, Guatemala. The loss of sacarose, produced by the sugar cane borer *Diatrea* spp., was tested in three cane varieties. Indirect measures of loss were evaluated for each sample in infestation and intensity, measured through the theoretical recuperable yield (kg. of sugar/ton of sugar cane). Correlation and regression analyses were carried out between intensity and yield for each variety. The best regression model was selected based on the highest determination coeficient and the highest significance level. The models used were: lineal, cuadratic, square root, exponential and potential. In the three researched varieties, infestation and intensity were positively correlated. In the variety CP-731547 there was a negative correlation (r = -0.56) between the infestation and the RTR, and between the infestation intensity (II) and the RTR (-0.65). The model that best explained this behavior for the II was the square-root one (R^2 = 0.42). For the L-7645 variety, a negative correlation between the II and the RTR was detemined (r = -0.74); the correlation between the I and the RTR was also negative (r = -0.70). The model that best explained the behavior for the II was the cuadratic one (R^2 = 0.60). In the L – 6840, a negative corelation (r = - 0.74) was determined too between the II and the RTR. The best model was the cuadratic one. It was concluded that there is a negative correlation between the damage caused by the sugar cane borer and the sugar yield, which can be determined by mathematical models of the cuadratic square root and lineal types.

Key words: Sugar cane, borer, sugar losses, *Diatraea* spp.

Introducción

El cultivo de la caña de azúcar en Guatemala se extiende a 180000 hectáreas, de las cuales el Ingenio Tierra Buena posee 6000. Este cultivo es de gran relevancia, ya que constituye la segunda fuente de exportación del país, además de su importancia como generador de empleo. Uno de los factores más limitantes en su producción son los insectos y, dentro de estos, los barrenadores constituyen una plaga grave.

1 Bioasesoría Internacional, Apartado 737-4005-Belén, **Costa Rica** franbad@racsa.co.cr
2 Ingenio Tierra Buena, Nueva Concepción Escuintla, **Guatemala**.

Los barrenadores del género *Diatraea*, son una de las plagas más importantes en el cultivo de la caña de azúcar, ya que afectan el contenido de azúcar en los tallos, a causa de la inversión de la sacarosa, debido a la formación de azúcares reductores causados principalmente por el hongo *Colletotrichum falcatum*. Otros daños producidos por los barrenadores son la muerte del meristema apical de los tallos jóvenes y la formación de yemas laterales, así como la quiebra de los tallos molederos; sin embargo, el daño más sustancial es el que se produce en la fábrica, como consecuencia de la disminución de los rendimientos de sacarosa. (Ruiz *et al.* 1968, Alpízar 1983, Terán *et al.* 1983, Villalobos 1986, Valverde y Badilla *et al.* 1991).

Durante mucho tiempo, en el continente Americano se ha utilizado la escala de daño propuesta por Box (1947) y Guagliumi (1972), la cual propone que niveles del 5% de entrenudos perforados, factor conocido como intensidad de infestación (II), es un daño bajo. Recientemente, Flores (1994) ha considerado que una II menor de 10% de los canutos barrenados no causa daños importantes; sin embargo, en ambos casos se trata de consideraciones cualitativas, carentes de un fundamento estadístico o económico que las sostengan. Varios autores han demostrado que estos son valores muy altos, que no pueden ser tomados como umbral económico, razón por la cual es necesario cuantificar este valor para cada país y región en particular (Alpízar 1983, Terán *et al.* 1983, Barba 1985, Badilla *et al.* 1991, Valverde y Badilla 1991, Badilla 1994).

El factor de pérdida de azúcar y la determinación de un umbral económico están influenciados por varios factores, como son la variedad, la especie de barrenador, las condiciones climáticas, el tipo de suelo, el valor del azúcar y el costo de control (Badilla *et al.* 1991). Para poder cuantificar los daños reales de esta plaga, son necesarios estudios detallados sobre pérdidas, que utilicen modelos de correlación y regresión entre las variables cañas perforadas y entrenudos horadados, con la producción de sacarosa (RTR) (Cleare 1932, Mathes *et al.* 1954, David y Ranganathan 1960, Ellis *et al.* 1960, Ruiz *et al.* 1968, Metcalfe 1969, Bido 1981, Barba 1985, Valverde y Badilla 1991). Dichos estudios permitirían valorar el impacto económico de la plaga, así como diseñar estrategias de control. El objetivo de este artículo consiste en estudiar la pérdida de azúcar causada por los taladradores de la caña, utilizando modelos de regresión.

Materiales y métodos

Se determinaron en el campo las medidas indirectas de pérdidas, cuantificadas por las variables porcentaje de cañas dañadas (I) y porcentaje de entrenudos horadados (II). Para determinarlas se tomaron 55 muestras de 10 cañas, en frentes de corte, de las variedades L-7645, CP-731547 y L-6840. En el laboratorio se determinó el RTR expresado como el azúcar 96% pol/t de caña, que teóricamente se puede extraer.

En el campo, cada grupo de 10 cañas fue reunido en categorías: 10 cañas sanas, 1 perforada y 9 sanas, 2 perforadas y 8 sanas, 3 perforadas y 7 sanas, 4 perforadas y 6 sanas, 5 perforadas y 5 sanas, 6 perforadas y 4 sanas, 7 perforadas y 3 sanas, 8 perforadas y 2 sanas, 9 perforadas y 1 sana, y 10 perforadas. Cada muestra se recolectó en el frente de corte, es decir, eran cañas comercialmente maduras, quemadas y sin cogollo. Se realizaron tres repeticiones por muestra. Se determinó la infestación para cada muestra identificada por lote y variedad, la cual se midió de acuerdo con la fórmula:

$$\text{Infestación} = \frac{\text{Nº de cañas perforadas de la muestra}}{\text{Total de cañas de la muestra}} \times 100$$

El porcentaje de intensidad de infestación (conocido como intensidad) se midió contando internamente el número de entrenudos barrenados, así como los entrenudos contiguos a los barrenados cuando presentaron daños por pudrición roja causada por *C. falcatum*. Se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Intensidad de Infestación} = \frac{\text{Nº de entrenudos barrenados de la muestra}}{\text{Total de entrenudos de la muestra}} \times 100$$

En el laboratorio, las cañas enteras sanas, o seleccionadas infestadas, de cada muestreo se pasaron por una máquina desfibradora. El producto se mezcló en un recipiente metálico, y se colocó en un cilindro para muestrear 500g, los cuales se llevaron a una prensa hidráulica con presión sostenida de 250 kg/cm^2, durante un minuto, para extraer el jugo. Luego se pesó la torta residual. El jugo, clarificado con acetato de plomo, se utilizó para medir los grados brix, la pureza y el pol. Los grados brix y la pureza se midieron en un hidrómetro y el pol en un polarímetro. Con los grados brix, pureza y pol, se calculó el brix corregido, la sacarosa y el contenido de pol en caña (PCC). Con estos últimos

y la torta residual, se calculó el RTR en kg de azúcar 96% pol/t caña.

Se realizó un análisis de correlación entre el RTR y cada una de las medidas indirectas de pérdida (I e II), en cada variedad.

Los modelos de regresión evaluados fueron:

- Lineal $Y = A + Bx$
- Cuadrático $Y = A + Bx + Cx^2$
- Raíz cuadrada $Y = A + Bx + C\sqrt{x}$
- Potencial $Y = Ax^b$
- Exponencial $Y = AB^x$

El criterio de selección del modelo de mejor ajuste se fundamentó en el nivel de significancia del coeficiente de correlación (r), calculado con la prueba de T (Silveira - Neto *et al.* 1976) y el valor mayor del coeficiente de determinación (R^2). Para realizar los análisis de correlación y regresión, se obtuvieron valores promedio en variable RTR (Y) por cada grupo de datos de infestación (X_1) o intensidad de infestación (X_2). Para el cálculo de kilos de azúcar perdidos por hectárea, se utilizó la fórmula modificada propuesta por Badilla (1994).

$$KAH = FP \times TCH \times II$$

Donde: KAH : Kilos de azúcar/ha.
FP: Factor de pérdida (kg de azúcar/t de caña por 1%de II).
TCH: Toneladas de caña/ha
II: % de entrenudos dañados de la muestra

Los datos obtenidos en el campo (X_1 y X_2) fueron pareados con el RTR (Y) y analizados en un programa de regresiones, con la ayuda de un computador PC.

Resultados y discusión

Variedad CP73-1547

Se observó una correlación positiva altamente significativa ($r = 0{,}97^{**}$) entre la infestación y la intensidad de infestación. Entre la infestación y RTR, la correlación fue negativa pero no significativa ($r = -0{,}57^{ns}$). Entre la intensidad de infestación y el rendimiento la correlación fue negativa y significativa al 5% de probabilidad ($r = -0{,}65^{*}$), como se muestra en el Cuadro 1.

Para la relación rendimiento sobre la intensidad de infestación, el valor más alto de ajuste fue el del modelo raíz cuadrada, el cual presentó un coeficiente de correlación de $R^2 = 0{,}4338\%^{*}$, como se presenta en el Cuadro 2.

Cuadro 1. Correlaciones entre las variables I, II y RTR, para la variedad CP 73-1547. Ingenio Tierra Buena, Guatemala. Noviembre de 1994.

Variedad	Variable	Intensidad de infestación (II)	Rendimiento teórico recuperable (RTR)
CP 73-1547	Infestación (I)	0,97 **	- 0,57^{ns}
	Intensidad de infestación (II)	-	- 0,65 *

El modelo de raíz cuadrada encontrado es diferente al lineal reportado por la literatura (Cleare 1932, Villalobos 1986), aunque ya otros autores habían encontrado modelos diferentes al lineal para explicar este comportamiento (Terán *et al.* 1983; Valverde y Badilla 1991).

Cuadro 2. Modelos de regresión obtenidos para las variables II y RTR, para la variedad CP-731547. Ingenio Tierra Buena. Guatemala 1995.

Modelo	Variable (A)	Variable (B)	Variable (C)	R^2
Lineal	88,126160	- 0,329864		0,423831
Cuadrado	86,967970	- 0,305425	- 0,000579	0,423898
Raíz cuadrada	86,436430	- 0,495817	+ 1,228911	0,433865
Exponencial	88,177080	+ 0,995926		0,420017
Potencial	81,948880	- 0,006227		0,103933

El modelo lineal ($R^2 = 0{,}423831^{*}$) indicó, por otro lado, que se pierden 0,329864 kilos de azúcar por cada 1% de II. Este no difiere del modelo tipo raíz cuadrada, siendo por tanto útil para valorar los daños ocasionados por el taladrador en esta variedad. El modelo cuadrático también es funcional para explicar la pérdida de azúcar en forma creciente, conforme aumenta el porcentaje de entrenudos dañados, pero en forma desigual, de modo que a medida que aumenta el porcentaje de daño, los niveles de pérdida de azúcar son mayores. Un comportamiento semejante había sido reportado anteriormente por Valverde y Badilla (1991).

Variedad L-7645

Hubo una correlación positiva altamente significativa ($r = 0{,}98^{**}$) entre la infestación y la intensidad de infestación. La correlación entre el rendimiento y la

infestación fue negativa y altamente significativa (r = - 0,74**), así como entre el rendimiento y la intensidad de infestación (r = - 0,70*) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Correlaciones encontradas entre las variables I, II y RTR para la variedad L-7645. Ingenio Tierra Buena, Guatemala. Noviembre de 1994.

Variedad	Variable	Intensidad de Infestación (II)	Rendimiento teórico recuperable (RTR)
L-7645	Infestación (I)	0,98 **	- 0,74 **
	Intensidad de infestación (II)	-	- 0,70 *

La regresión de mejor ajuste para el porcentaje de cañas dañadas y el rendimiento fue la cuadrática, R^2 = 0,605%**. Para la regresión del rendimiento sobre la intensidad de infestación el mejor modelo también fue el cuadrático (R^2 = 0,515*), como se observa en los cuadros 4 y 5.

Cuadro 4. Modelos de regresión obtenidos para las variables de I y RTR, para la variedad L76-45. Ingenio Tierra Buena. 1995.

Modelo	Variable (A)	Variable (B)	Variable (C)	R^2
Lineal	111,7190	-0,174181		0,552506
Cuadrado	108,8145	0,019489	-0,001937	0,605789
Raíz cuadrada	108,558800	-0,304908	+1,499289	0,580160
Exponencial	112,139300	0,998248		0,534219
Potencial	104,259100	-0,006129		0,129513

Cuadro 5. Modelos de regresión obtenidos para la variable II y RTR, para la variedad L76-45. Ingenio Tierra Buena. 1995.

Modelo	Variable (A)	Variable (B)	Variable (C)	R^2
Lineal	111,148300	- 0,688838		0,490453
Cuadrado	109,377100	- 0,125689	- 0,024871	0,515154
Raíz cuadrada	108,925900	- 1,111785	+2,308980	0,504614
Exponencial	111,437800	+ 0,993132		0,468133
Potencial	103,500700	- 0,006973		0,13830

Los resultados encontrados para esta variedad demuestran que el modelo cuadrático fue el que mejor explicó los resultados de pérdida de azúcar, tanto para la variable I como para la II. Estos resultados coinciden con los encontrados por Valverde y Badilla (1991), en Costa Rica, para la variedad Pindar. Los autores encontraron que valores pequeños de I e II provocaron leves decrecimientos en el rendimiento (RTR), pero posteriormente, al aumentar los valores de entrenudos perforados, el RTR disminuyó más fuertemente, hecho similar al ocurrido con la variedad L-7645 en este estudio.

Variedad L - 6840

Se presentó una correlación positiva altamente significativa (r = 0,96 **) entre la infestación y la intensidad de infestación. Entre la infestación y el RTR la correlación fue significativa (r = - 0,64*) al 5%, según la prueba de T, mientras que entre la II y el RTR la correlación fue negativa y altamente significativa (r=- 0,74**) (Cuadro 6).

Cuadro 6. Correlación entre las variables II y RTR para la variedad L - 6840. Ingenio Tierra Buena, Guatemala, noviembre de 1994.

Variedad	Variable	Intensidad de infestación (II)	Rendimiento teórico recuperable (RTR)
L-6840	Infestación (I)	0,96 **	- 0,64 **
	Intensidad de infestación (II)	-	- 0,74 *

La regresión de mejor ajuste para la variable porcentaje de cañas dañadas fue el modelo cuadrático (R^2 = 0,85**) al igual que para la II y el RTR (R^2 = 0,71**) (cuadros 7 y 8).

Cuadro 7. Modelos de regresión para las variables I y RTR, para la variedad L-6840 Ingenio Tierra Buena. 1995.

Modelo	Variable (A)	Variable (B)	Variable (C)	R^2
Lineal	121,36770	- 0,179609		0,410881
Cuadrado	131,39860	- 0,848546	0,006690	0,855370
Raíz cuadrada	133,0617	1,306188	-5,571551	0,678196
Exponencial	121,1728	0,998435		0,403024
Potencial	115,35990	- 0,012055		0,473719

Cuadro 8. Modelos de regresión para variables II y RTR para variedad L-6840. Ingenio Tierra Buena. 1995.

Modelo	Variable (A)	Variable (B)	Variable (C)	R^2
Lineal	122,70760	- 0,318038		0,549886
Cuadrado	128,45070	- 0,930716	0,009552	0,707778
Raíz cuadrada	133,66010	0,262987	-5,352087	0,704997
Exponencial	122,62930	0,997222		0,542520
Potencial	114,93570	- 0,012617		0,490698

Para esta variedad, al igual que para la CP - 731547, la II presentó una correlación más alta en relación al RTR, respecto a la I, siendo por tanto la II un

mejor criterio para evaluar las pérdidas de azúcar provocado por los barrenadores. Esto se debe posiblemente a que al abrir las cañas se cuantifica mejor el daño causado por barrenadores, ya que a la perforación se asocian otros organismos como insectos secundarios y hongos, los cuales son responsables de la inversión de la sacarosa a glucosa, con lo cual disminuye la pureza de los jugos, ocasionando cuantiosas pérdidas en la fábrica.

Conclusiones

- La metodología de campo para agrupar los daños, así como los modelos matemáticos utilizados, son eficientes para medir las pérdidas por cada porcentaje de entrenudos perforados de la plaga.
- Los valores de pérdidas de azúcar son diferentes para cada variedad, siendo los modelos cuadrático y raíz cuadrática los que mejor explicaron este comportamiento.
- Los niveles de pérdidas de sacarosa no son constantes, sino que aumentan a medida que se incrementan los niveles de entrenudos perforados.
- Se presentó una correlación negativa entre la infestación, la intensidad de infestación, y el rendimiento teórico recuperable para dos de las tres variedades estudiadas, lo cual muestra el efecto negativo de la especie *Diatraea* spp. sobre el rendimiento de azúcar en el Ingenio Tierra Buena.
- El umbral económico para el control de los barrenadores en el Ingenio Tierra Buena no puede ser considerado como un valor fijo de porcentaje de entrenudos perforados, ya que depende de la variedad, de los rendimientos en toneladas y azúcar, así como del valor del kilo de azúcar y el costo de control.

Agradecimientos

A la Licenciada Emilce Cristina Pérez, Jefe de Laboratorio del Ingenio Tierra Buena, por la ayuda en el análisis de los datos de laboratorio, así como al señor Ovidio Ramírez por el apoyo logístico. Al Ing. Bayardo Lanzas, Gerente de Campo, por el apoyo recibido, así como a la Junta Directiva del Ingenio Tierra Buena por permitir la publicación de estos resultados.

Literatura citada

Alpízar, A. 1983. Evaluación de la incidencia y el daño de los taladradores en tres variedades de caña de azúcar. Práctica Ing. Agr. Santa Clara, San Carlos, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 69 p.

Box, H. 1952. Informe preliminar sobre los taladradores de la caña de azúcar (*Diatraea* spp.) en Venezuela. (Venezuela) Ministerio Agricultura. 72 p. (Boletín Técnico No. 2).

Badilla, F; Solís, AI; Alfaro, D. 1991. Control biológico del taladrador de la caña de azúcar *Diatraea* spp. (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE) en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas. No. 20-21: 39-44.

Badilla, F. 1994. Especies y evaluación de daños en campo y fábrica ocasionados por *Diatraea* spp. en Costa Rica. *In* Simposio sobre Manejo Integrado de Plagas de la Caña de Azúcar en Costa Rica (1, 1994, San José, Costa Rica). Resúmenes. p. 1.

Barba, M. 1985. Metodología para estimar pérdidas por *Diatraea saccharalis* Fab. en el proceso agroindustrial de la caña en Cuba. Revista de la Asociación de Técnicos Azucareros de Cuba 44(4):18-24.

Bido, C. 1981. Pérdidas de sacarosa por el ataque del taladrador (*Diatraea saccharalis* F) en la caña de azúcar (*Saccharum* spp.) en la variedad CP-5243. Boletín Técnico El Cañero 10(6):1-21.

Cleare, LD. 1932. Moth borer damage in relation to sugar cane varieties in British Guiana. Tropical Agriculture 9:264-271.

David, H; Ranganathan, V. 1960. Variations in juice quality in topborer affected cane. Madras Agricultural Journal 47:201-205.

Ellis, TO; Rohrig, PE; Argeneaux, G. 1960. Stalk borer damage as affecting available sucrose in Sugarcane. Proceedings International Society of Sugar Cane Technologists 10:924-932.

Flores, S. 1994. Las plagas de la caña de azúcar en México. México. 350 p.

Guagliumi, P. 1972. Pragas da cana - de - açúcar. Nordeste do Brasil. Rio de Janeiro. 622 p. (Coleçao Canavieira No 10).

Mathes, R; Ingram, JW; Charpentter, LJ. 1954. A method for determining losses caused by the Sugar Cane borer. Proceedings International Society of Sugarcane Technologists 8:614-616.

Metcalfe, JR. 1969. The estimation of loss caused by sugar cane moth borer. In Pest of Sugar Cane. Eds. J. R. Williams; J. R. Metcalfe; R. W. Mungomery; R. Mathes. New York, Elsevier. p. 61-79.

Ruiz, MA; Martínez, A; Flores, S. 1968. Statistical estimation of Sugar losses due to borer attack (*Diatraea chilo*). Proceedings International Society of Sugar Technologists 13:1292-1295.

Silveira-Neto, S; Nakano, O; Barbin, D; Villa Nova, NA. 1976. Manual de ecologia dos insectos. Piracicaba, Sao Paulo, Brasil. 419 p.

Terán, FO; Precetti, AACM; Derneika, O. 1983. Broca da cana de-azúcar, *Diatraea saccharalis*. *In* Reuniâo Técnica Agronômica. Pragas da cultura da cana-de-açúcar. Centro de Tecnologia COPERSUCAR, Sâo Paulo, Brasil. p. 4-15.

Valverde, LA; Badilla, F. 1991. Pérdidas de azúcar a nivel de fábrica, causados por *Diatraea tabernella* en tres variedades de caña de azúçar (*Saccharum* spp.) en la zona alta de San Carlos, Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas. No. 20-21: 61-64.

Villalobos, E. 1986. Efecto de los taladradores del tallo sobre el rendimiento de azúcar de cuatro variedades de caña en el Ingenio Santa Fé. Práctica Ing. Agr. Santa Clara, San Carlos, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 62 p.

Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) No. 67 p.23-29, 2003

Avaliação de diferentes fontes atrativas e suas prováveis interações na captura de *Rhynchophorus palmarum*

Joana M. S. Ferreira [1]
Maria de Lourdes da S. Leal[1]
Fernanda B. Sarro[2]
Ricardo P. C. Araujo[3]
José I. L. de Moura[4]

RESUMEN. Evaluación de diferentes fuentes atractivas y sus probables interacciones en la captura de *Rhynchophorus palmarum*. Este experimento fue conducido por EMBRAPA CPATC, Aracaju/SE, Brasil, con el objetivo de evaluar la eficiencia de diferentes fuentes de atracción y sus probables interacciones en la captura de adultos de *Rhynchophorus palmarum*. Las fuentes de atracción caña de azúcar (C), feromona de agregación (F), con y sin cambio de la cápsula cada 3 meses, acetato de etila (A) y melaza (M) fueron evaluadas separadamente, y combinadas de dos en dos y de tres en tres, sumando 12 tratamientos en total. Las tiras atractivas fueron colocadas en trampas confeccionadas con baldes plásticos de 50 litros. Las trampas fueron evaluadas y cambiadas de lugar en cada colecta para reducir la influencia del lugar sobre el estímulo del insecto. Un total de 6365 adultos fueron recolectados durante el período experimental. Los tratamientos T10 y T8 fueron los más eficientes en la captura de los insectos con 30,54% y 19,28%, respectivamente, del total de adultos recolectados. Utilizados aisladamente, los atractivos no fueron eficientes, sumando apenas 4,76% de los insectos recolectados, mostrando que la interacción de las fuentes atractivas es necesaria para un mayor efecto sinérgico en la atracción de *R. palmarum*. El número de las capturas en cada tratamiento no fue significativamente diferente en relación con el lugar de captura.

Palabras clave: Sistema de la captura, comunicación química, Curculionidae, gusano del cocotero, palma del cocotero, *Rhynchophorus palmarum*.

ABSTRACT. Evaluation of different attraction sources and their possible interaction in trapping *Rhynchophorus palmarum*. Research was carried out by Embrapa Coastal Tableland Research Center, Sergipe, Brazil, to determine the efficiency of different lures and to study their probable interaction in the capture of *Rhynchophorus palmarum*. The experimental design was completely randomized. The lures were sugar cane (C); aggregation pheromone (F); ethyl acetate (A); and molasses (M), tested alone, and combined in twos and threes, adding up to 12 treatments. Plastic bucket traps (50 liters capacity) were used to catch the adults. Every fifteen days, the traps were changed from site to site to avoid the spot effect on the weevil capture. A total of 6365 adults of *R. palmarum* were captured during the experimental period. The treatment T10 and T8 were the most efficient ones. They were able to attract 30.54% and 19.28%, adults, respectively, from total adults captured. When tested alone, the lures showed an efficiency level of 4.76% from total captures. This result shows the importance of interaction between lures to promote a synergistic effect on the attraction of *R. palmarum* adults in the field. The number of adults attracted by each lures was not significantly different among the sites, showing no spot effect on the weevil capture.

Key words: Trapping system, chemical communication, Curculionidae, coconut weevil, coconut palm, *Rhynchophorus palmarum*.

Introdução

Dentre os principais problemas fitossanitários da cultura do coqueiro destaca-se a broca-do-olho (*Rhynchophorus palmarum* L.) que, além de causar danos diretos à planta pela ação das larvas que se alimentam do meristema do coqueiro, indiretamente é responsável pela transmissão e disseminação do

1 Embrapa-Tabuleiros Costeiros, Av. Beira-Mar, 49025-040, Aracaju, SE, **Brasil.**
2 Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, CEP 18603-000, Botucatu, SP, **Brasil.**
3 Universidade Estadual Paulista, Instituto de Química, Campus de Araraquara Caixa Postal 355, CEP 14801-970, Araraquara, SP, **Brasil.**

nematóide *Bursaphelenchus cocophilus* (Cobb) agente causal do anel-vermelho, doença letal ao coqueiro (Ferreira *et al.* 1998). O combate a esta doença ocorre mediante eliminação das fontes de inóculo, redução dos locais de reprodução e da população do vetor (Chinchilla & Oehlschlager 1992).

A exudação da seiva e os odores da fermentação liberados de recentes cortes de folhas, ou outros ferimentos causados por ferramentas e insetos atraem este curculionídeo que faz o uso destas injúrias como local de oviposição. Segundo Moura *et al.* (1989), na dispersão e ataque, estes insetos utilizam a pluma de odor formada pelos constituintes químicos das palmáceas hospedeiras liberados após ataques de insetos ou ferimentos. Após encontrar a planta hospedeira, o adulto macho começa a exalar feromônio de agregação, atraindo machos e fêmeas.

Devido ao hábito do *R. palmarum* de viver agregado e utilizar-se de substâncias produzidas pelos machos, como fator de comunicação intraespecífico, Rochat *et al.* (1991) identificaram e sintetizaram o feromônio pela primeira vez, fato que potencializou o uso de armadilhas na captura deste curculionídeo.

No Brasil, bem como em outros países, têm-se empregado armadilhas com iscas atrativas, confeccionadas com partes da planta hospedeira ou com toletes de cana-de-açúcar, para captura de *R. palmarum* (Moura *et al.* 1990). Franco (1964), recomendava entre outras medidas de controle, o uso de pedaços de estipe de palmeiras infectadas com anel vermelho impregnadas com inseticida. Porém, este método gera dúvidas, uma vez que os estipes contaminados podem se tornar fontes de dispersão do nematóide.

Utilizando armadilhas tipo alçapão para estudos do comportamento olfativo de *R. palmarum* em campo, Moura *et al.* (1989) observaram que este tipo de armadilha dispensa o uso de inseticida, atraindo e capturando mais insetos que as armadilhas convencionais. Moura *et al.* (1998) afirmam que armadilhas tipo balde contendo feromônio e cana-de-açúcar são mais eficientes que armadilhas tipo feixe confeccionadas de pedaços de cana-de-açúcar, feromônio e inseticida, mas que apesar disto esta última não deixa de ser uma alternativa de armadilha para uso dos pequenos produtores.

Outras fontes atrativas, como o melaço e a cana-de-açúcar, são testadas com relativa eficiência. Estudos de campo realizados atualmente obtiveram excelentes resultados através da confecção de armadilhas atrativas, tendo como fonte de atração o feromônio de agregação combinado com cana-de-açúcar, liberando voláteis que interagem na atração do inseto, sendo responsável por grande incremento na captura de adultos de *R. palmarum*.

Vera & Orellana (1988) utilizaram armadilhas contendo pedaços de estipe de palmeiras e coqueiros, banana, mamão e laranja para determinação da atratividade. Observaram que a banana foi a mais atrativa das iscas, tendo um pico no 7°dia. Os mesmos autores estudando armadilhas de cores observaram que o azul é a cor mais atrativa, enquanto Lavin (1975) afirma ser o amarelo. Também Silva *et al.* (1998) testaram várias fontes atrativas como mamão, maracujá, colmo de bambu, cana-de-açúcar, pecíolo de dendezeiro, e outros, obtendo melhores resultados com armadilhas contendo cana-de-açúcar.

Dessa maneira, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência de diferentes fontes atrativas (cana-de-açúcar, feromônio de agregação, acetato de etila e melaço) e suas prováveis interações na captura de adultos de *R. palmarum*, propiciando ao produtor, alternativas de uso de outros atrativos que possam interagir com os habitualmente em uso aumentando o nível de captura da praga, e ser introduzidos em programas de manejo da praga.

Material e métodos

O experimento foi conduzido pela EMBRAPA CPATC, Aracaju/SE - Brasil, na propriedade Sítio Boa Sorte, em plantios de coqueiros híbridos, no município de Itaporanga D'Ajuda / SE, no período de dezembro de 1995 a novembro de 1996.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso com 12 tratamentos (fontes atrativas) e duas repetições (coletas), avaliados durante um período de 12 meses (dezembro/95 a novembro/1996), totalizando 24 coletas para cada tratamento. As fontes atrativas estudadas foram: cana-de-açúcar, feromônio, acetato de etila e melaço, testadas isoladas e combinadas entre si (Tabela 1). Essas fontes foram colocadas dentro de armadilhas tipo "Balde" (Moura 1990, Oehlschlager *et al.* 1992), e distribuídas na bordadura da plantação e sob arbustos, com espaçamento em torno de 500 metros, entre si, e remanejadas a cada duas coletas para reduzir a influência do local sobre o estímulo do inseto.

Tabela 1. Fontes atrativas, testadas de forma simples e em diversas combinações, para capturar adultos de *Rhynchophorus palmarum* em plantação de coqueiro no município de Itaporanga.

Tratamento	Fontes Atrativas e Respectivas Interações	Sigla
T 1	Cana-de-açúcar	C
T 2	Acetato de etila	A
T 3	Melaço	M
T 4	Feromônio com troca da cápsula a cada três meses	FCTr
T 5	Feromônio sem troca da cápsula	FSTr
T 6	Cana-de-açúcar + acetato de etila	C+A
T 7	Cana-de-açúcar + melaço	C+M
T 8	Cana-de-açúcar + feromônio com troca da cápsula a cada três meses	C+FCTr
T 9	Cana-de-açúcar + feromônio sem troca da cápsula	C+FSTr
T 10	Cana-de-açúcar + acetato de etila + feromônio com a troca da cápsula	C+A+FCTr
T 11	Cana-de-açúcar + acetato de etila + feromônio sem a troca da cápsula	C+A+FSTr
T 12	Cana-de-açúcar + acetato de etila + melaço.	C+A+M

As armadilhas são constituídas por baldes plásticos de 50 litros de capacidade com pequenos furos na lateral e nos fundos, e com três funis plásticos de 10 cm de diâmetro colados na parte interna da tampa (sem o tubo estreito), para permitir a passagem dos insetos para o interior da armadilha (Fig. 1).

Figura 1. Armadilha tipo balde.

Quinzenalmente procedeu-se a coleta dos adultos, a troca da isca vegetal (20 pedaços de cana-de-açúcar cortados longitudinalmente e com aproximadamente 30cm de comprimento) e o preenchimento do frasco (30ml) correspondente ao volume evaporado do acetato de etila. O melaço (100ml) foi trocado mensalmente.

O feromônio utilizado foi o Rhynchophorol (2(E)-6metil-2-hepta-4-ol), sendo que nos tratamentos 4, 8 e 10 as capsulas contendo 1ml do produto foram trocadas de três em três meses e nos tratamentos 5, 9 e 11 permaneceram sem troca durante todo o período experimental.

Os dados da pluviosidade mensal da região foram obtidos no CEPES/CODISE (Centro de Pesquisas Espaciais de Sergipe).

Os dados de número de machos e de número de fêmeas, após transformação para raiz (x+1) foram submetidos a análise de variância e posterior comparações de médias, através do teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Resultados e Discussão

As análises de variância dos dados de número de adultos de *R. palmarum* (macho, fêmeas e total), transformados em raiz (x+1), cujos resumos são apresentados na Tabela 2, evidenciaram efeitos muito significativos para tratamentos, meses e interação tratamentos x meses. Entretanto, apesar da presença de interação, a magnitude dos efeitos dos tratamentos permite fazer considerações gerais sobre os mesmos.

As comparações de médias de insetos capturados por tratamento, pelo teste de Tukey a 5% de significância, bem como suas percentagens de captura, são mostradas na Figura 2. Observa-se que os tratamentos T10, T8, T11 e T9, em que a cana-de-açúcar esteve combinada à outra(s) fonte (s) atrativa (s) foram, em ordem decrescente, os mais efetivos na atração dos adultos dessa espécie, capturando 30,54%, 19,28%, 14,36% e 11,28%, respectivamente, somando 75,46% do total de adultos coletados (6365) em todos os tratamentos. Destes, o tratamento T10 foi significativamente superior aos demais, que por sua vez, não diferiram entre si. Efeitos semelhantes foram observados por Tiglia et al (1998), quando estudaram a eficiência de armadilhas com feromônio de agregação+cana-de-açúcar. Esses autores, demonstraram que a combinação

Tabela 2. Resumos das análises de variância dos dados de número de machos, de fêmeas e de total de adultos capturados, transformados para raiz (x+1).

Causas da Variação	GL	Quadrados médios		
		Machos	Fêmeas	Total
Tratamentos	11	57,1388**	56,9944**	126,2767**
Meses	11	5,0930**	7,3895**	12,9260**
Tratamento x Meses	121	2,9887**	3,4398*	6,6218**
Resíduo	144	1,9888	2,3180	4,3756
C.V. (%)		52,86	56,37	58,44

** valores significativos ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F
* valores significativos ao nível de 5% de probabilidade pelo test F.

quadruplicou a captura da praga. Também Oehlschlager et al (1992) capturaram de quatro a dez vezes mais adultos deste curculionídio quando utilizaram cana-de-açúcar mais Rhynchophorol do que apenas cana-de-açúcar.

Os tratamentos simples (T1, T2, T3, T4 e T5) foram os menos efetivos, não diferindo entre si pelo teste de Tukey (Figura 2), confirmando os resultados de Tiglia *et al.* (1998) onde a captura de *R. palmarum* em armadilhas contendo apenas o feromônio foram praticamente nulas e os de Oehlschlager et al (1992) que obtiveram quatro a dez vezes menos adultos nas armadilhas com apenas cana-de-açúcar. Entretanto, a atratividade dos tratamentos T2, T3, T4 e T5 aumentou quando combinados com a cana-de-açúcar. Os efeitos destas combinações foram testados, individualmente, por meio do teste F para contrastes ortogonais entre médias de tratamentos. Os resumos destes testes são apresentados na Tabela 3, onde se obteve significância ao nível de 1% para todos os contrastes testados. Isto significa que houve sinergismo entre os tratamentos simples e a cana-de-açúcar, expresso pelo aumento no número de adultos atraídos para os tratamentos combinados. As médias de número de insetos capturados com e sem a presença de cana-de-açúcar são apresentadas na Tabela 4.

Tabela 3. Teste F para contrastes entre médias de tratamentos com e sem cana.

Contrastes	GL	Quadrados médios
T6 – T2	1	233,1745**
T7 – T3	1	163,1454**
T8 – T4	1	50,5004**
T9 – T5	1	77,8738**

** Significativos pelo teste F a 1% de probabilidade

Tabela 4. Médias dos contrastes dos tratamentos com e sem cana.

Contrastes	Tratamentos	Médias Originais
T6 – T2	FCTr	3,2083
	C + FCTr	51,1250
T7 – T3	FSTr	0,9583
	C + FSTr	29,9167
T8 – T4	A	0,1667
	C + A	12,5417
T9 – T5	M	0,5000
	C + M	23,5417

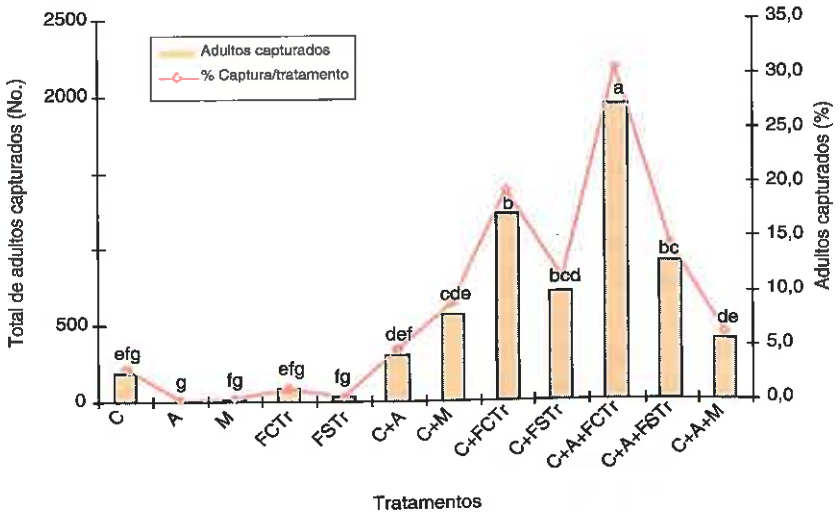


Figura 2. Número total e porcentagem de adultos de *Rhynchophorus palmarum* capturados no município de Itaporanga D'Ajuda/SE, Brasil, no período de dezembro/95 a novembro/96 com as diversas fontes atrativas.

Jaffé *et al.* (1993), estudaram voláteis de substrato, tais como, pedaços de coqueiros sadios e doentes, cana-de-açúcar e frutos de abacaxi, encontrando várias frações ativas como acetato de etila, pentanos, álcoois, entre outras, que quando testadas em laboratório exerceram atratividade sobre *R. palmarum*. O acetato de etila foi considerado o principal componente químico presente nos tecidos vegetais quando estes entram em processo de fermentação.

Dessa forma, o efeito do acetato de etila também foi testado nos tratamentos T6, T10, T11 e T12, comparados, respectivamente, aos tratamentos T1, T7, T8 e T9 pelo teste F para contrastes (Tabela 5), onde se constatou que apenas o segundo contraste foi significativo. Isto indica que só no tratamento T8, a adição de acetato de etila foi vantajosa, aumentando, consideravelmente, a ação dos componentes do tratamento na atratividade dos adultos. Corroborando com estes dados, Cerda *et al.* 1993 e Jaffé *et al.* 1993 afirmaram que o acetato de etila pode atuar como sinal para induzir a liberação de feromônio pelos machos, e que em combinação com o rhynchophorol + cana-de-açúcar possui um determinante efeito sinergístico, para a captura de adultos de *R. palmarum*. As médias dos tratamentos com e sem acetato e as percentagens de incremento são apresentadas na Tabela 6.

Tabela 5. Teste F para contrastes entre médias de tratamentos com e sem acetato.

Contrastes	GL	Quadrados médios
T8 – T1	1	8,0115ns
T10 – T6	1	49,4608**
T11 – T7	1	5,2356ns
T12 – T9	1	1,9458ns

** Significativos ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F
ns - não significativo

Tabela 6. Médias dos contrastes dos tratamentos com e sem acetato.

Contrastes	Tratamentos	Médias originais
T8 – T1	C	7,7917
	C + A	12,5417
T10 – T6	C + FCTr	51,1250
	C + FCTr + A	81,0000
T11 – T7	C + FSTr	29,9167
	C + FSTr + A	38,0833
T12 – T9	C + M	23,5417
	C + M + A	16,3750

De acordo com os resultados obtidos, observa-se que nos tratamentos T10 e T11 em que o acetato de etila esteve presente a captura de *R. palmarum* chegou a ser 11% e 3% maior que nos tratamentos T8 e T9 onde havia apenas cana-de-açúcar e feromônio. Da mesma forma, percebe-se que entre os quatro tratamentos de melhor desempenho, os de maior atratividade foram aqueles em que o feromônio Rhynchophorol foi trocado trimestralmente (T10 e T8). Chinchila & Oehlschlager (1992), afirmam que a atratividade dos adultos para as armadilhas de captura se mantém elevada enquanto durar a liberação do feromônio e com a freqüente renovação da fonte de alimento. Isto justifica o desempenho dos tratamentos com as combinações cana-de-açúcar + feromônio + acetato e cana-de-açúcar + feromônio trocando-se em ambos a cápsula do feromônio a cada três meses e a cana-de-açúcar a cada 15 dias.

O número total de machos e de fêmeas capturados nas armadilhas foi bastante semelhante, ou seja 3094 e 3271, respectivamente. Ao se comparar a proporção entre os sexos dentro dos diferentes tratamentos na atratividade de machos e de fêmeas pode-se observar que ela foi próxima de 1:1 em todos os casos, exceto para os tratamentos de Rhynchophorol, com e sem troca, para os quais o número de fêmeas atraídas foi maior que o de machos (Tabela 7). Assim sendo, considera-se que os resultados gerais são válidos para ambos os sexos. Rochat *et al.* (1991), Hernández *et al.* (1992) verificaram comportamento semelhante quanto a atratividade de machos e de fêmeas, observando que a proporção se aproxima de 1:1 o que facilita o encontro para cópula e aumenta a possibilidade de uma fêmea ser fertilizada por vários machos.

A variação na captura de adultos de *R. palmarum*, durante os meses do ano em que se desenvolveu o experimento (dez./95 a nov./96), mostrou maior concentração no período correspondente ao de maior precipitação, sendo que nos meses de abril e agosto, início e final do período chuvoso, verificou-se um elevado número de insetos e maior índice pluviométrico (Fig. 3). Tais observações indicam haver interferência da precipitação e do conseqüente aumento da umidade na quantidade de insetos capturados. Este fato também foi observado por Araujo & Pereira (1998), em plantações de coqueiro, onde a captura de cerca de 77% dos insetos ocorreu no período de maior precipitação. Vera & Orellana

(1988) afirmam que o maior incremento na população de adultos de *R. palmarum* coincidindo com a época chuvosa pode ser atribuído ao fato de que nesta época as fibras que compõem o casulo da pupa tornam-se mais macios, pelo efeito da água, o que facilita o adulto emergir. Na época seca, estas estruturas tornam-se rígidas, podendo aprisionar e levar o inseto à morte.

Tabela 7. Número médio mensal e proporção sexual de machos e de fêmeas de *Rhynchophorus palmarum* capturados em armadilhas com fontes atrativas puras e combinadas entre si, no município de Itaporanga.

Tratamentos	Adultos atraídos		Proporção
	Machos	Fêmeas	M:F
C	3,375	4,417	1:1,31
A	0,083	0,083	1:1,00
M	0,292	0,208	1:0,71
FCTr	1,167	2,042	1:1,75
FSTr	0,375	0,583	1:1,56
C+A	6,500	6,042	1:0,93
C+M	11,792	11,750	1:0,99
C+FCTr	23,417	27,708	1:1,18
C+FSTr	15,125	14,792	1:0,98
C+A+FCTr	38,333	42,667	1:1,11
C+A+FSTr	20,375	17,708	1:0,86
C+A+M	8,083	8,292	1:1,02

O rodízio dos tratamentos nos locais determinados de captura não teve influência no número de adultos atraídos por tratamento durante o período experimental o que ressalta o papel desempenhado pela comunicação química no manejo integrado dessa importante praga.

Conclusões

- Todos os tratamentos testados isoladamente, com ausência de cana-de-açúcar, bem como a cana sozinha, mostraram baixo ou nenhum poder de atração sobre os adultos de *R. palmarum*.
- A cana-de-açúcar é uma fonte atrativa importante para fomentar a ação das outras fontes na atração dos adultos de *R. palmarum* para as armadilhas.
- A combinação da cana-de-açúcar com o feromônio de agregação da praga aumenta a atratividade de machos e de fêmeas de *R. palmarum* para as armadilhas, comprovando a ocorrência de sinergismo entre essas fontes atrativas.
- A adição de acetato de etila nas armadilhas com cana-de-açúcar + feromônio de agregação da praga efetuando-se a troca trimestral deste último, teve efeito significativo na captura de adultos de *R. palmarum*, comprovando também haver sinergismo entre esse componente químico e as respectivas fontes atrativas.
- A proporção entre machos e fêmeas, tanto no total de insetos capturados, como dentro de cada tratamento foi de aproximadamente 1:1.
- A maior captura de *R. palmarum* coincidiu com o período de maior precipitação pluviométrica.

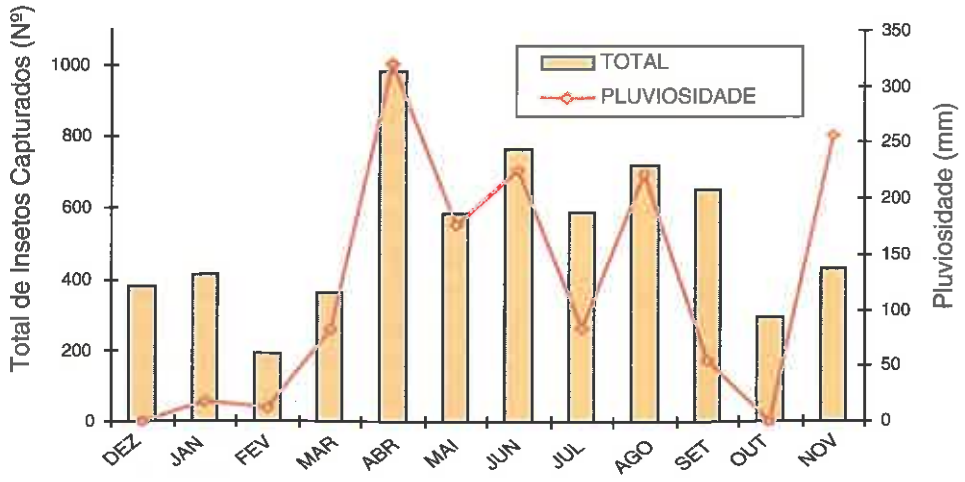


Figura 3. Total de *Rhynchophorus palmarum* capturados por mês de acordo com a pluviosidade no município de Itaporanga D'Ajuda/SE, no período de dezembro/95 a novembro/96.

Literatura citada

Araujo, RPC; Pereira, JBA. 1998. Avaliação da oscilação populacional do *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera:Curculionidae) em função dos fatores climáticos e determinação das áreas focos em um coqueiral. *In* XVII Congresso Brasileiro de Entomologia. Rio de Janeiro, RJ., p. 64.

Chinchilla, CM; Oehlschlager, AC. 1992. Comparación de trampas para capturar adultos de *Rhynchophorus palmarum* utilizando la feromona de agregación producida por el macho. Costa Rica, ASD Oil Palm Papers. (5): 9-14.

Ferreira, JMS; Lima, MF; Santana, DL; Moura, JIL. 1998. Pragas do Coqueiro. *In* (Eds.) JMS Ferreira; DRN Warwick; L Siqueira. A Cultura do Coqueiro no Brasil. Aracaju, EMBRAPA-CPATC. p. 204 - 292.

Franco, E. 1964. Estudo sobre o anel vermelho do coqueiro. Aracaju, Inspetoria de Defesa Sanitária Vegetal. 236 p.

Hernández, JV; Cerda, H; Jaffé, K; Sánchez, P. 1992. Localización del hospedero, actividad diaria y optimización de las capturas del picudo del cocotero *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae) mediante trampas inocuas. Agronomía tropical 42(3-4): 211 - 226.

Jaffé, K; Sánchez, P; Cerda, H; Hernández, JV; Jaffé, R; Urdaneta, N; Guerra, G; Martínez, R; Miras, B. 1993. Chemical ecology of the palm weevil *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera: Curculionidae): attraction to host plants and to a male-produced aggregation pheromone. Journal of Chemical Ecology 19: 1703-1720.

Lavin, C. 1975. Captura de *Rhynchophorus palmarum* (L.) en trampas de color en 3 comunidades vegetales en Sánchez Magallanes y Paraíso. Folia Entomológica. 33: 63-64.

Moura, JIL; Sgrillo, R; Vilela, EF; Aguiar, MAG; Resende, MLV. 1989. Estudo do Comportamento Olfativo de *Rhynchophorus palmarum* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) no Campo. Anais da Sociedade de Entomologia do Brasil. Ano 18. Itabuna-BA, 2: 267 - 273.

Moura, JIL; Resende, MLV; Sgrillo, R; Nascimento, LA; Romano, R. 1990. Diferente tipos de armadilhas de iscas no controle de *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae). Agrotrópica 2(3): 165 - 169.

Moura, JIL; Vilela, EF; Ferreira, JMS. 1998. Una Trampa com Feromona para el Controle de *Rhynchophorus palmarum* en Palma Africana. Manejo Integrado de Plagas 50: 55-59.

Oehlschlager, AC; Chinchilla, CM; González, LM. 1992. Manejo del picudo de la palma (*Rhynchophorus palmarum*) y la enfermedad de anillo rojo, mediante un sistema de trampeo basado en la feromona de agregación. Costa Rica, ASD Oil Palm Papers. (5): 24 - 30.

Rochat, D; Malosse, C; Lettere, M; Ducrot, P; Zagatti, P; Renou, M; Descoins, C. 1991. Male-produced Aggregation Pheromone of the American Palm Weevil, *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera:Curculionidae): Collection, Identification, Electrophysiological Activity, and Laboratory Bioessay. Journal of Chemical Ecology 17(11): 2127 - 2141.

Silva, AB; Múller, AA; Souza, LA; Ohashi, OS; Paulo, RB. 1998. Avaliação de iscas e armadilhas para captura de *Rhynchophorus palmarum* em dendezais. Belém, EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa. n. 200. p.18.

Tiglia, EA; Vilela, EF; Moura, JIL; Anjos, N. 1998. Eficiência de armadilhas com feromônio de agregação e cana-de-açúcar na captura de *Rhynchophorus palmarum* (L). An. Soc. Entomol. Brasil 27(2): 177 - 183.

Vera, HD; Orellana, FM. 1988. Combate de la gualpa (*Rhynchophorus palmarum* L) en plantaciones de cocotero y palma africana mediante la captura con trampa del insecto adulto. Ecuador, Boletim Divulgativo 198: 1 - 12.

Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) No. 67 p.30-34, 2003

Modelos descriptivos y predictivos de poblaciones de *Thrips tabaci* en el cultivo del ajo en Cuba

José Cortiñas Abrahantes[1]
S.F. Jiménez Jiménez[1]
Sonia Reyes Tornes[2]

RESUMEN. A partir de los resultados obtenidos en un estudio sobre la fluctuación de la población de *Thrips tabaci* Lindeman en el cultivo del ajo (*Allium sativum* L.) en las provincias de La Habana y Holguín, se llevó a cabo el análisis y la selección de modelos para la descripción y la predicción del crecimiento de las poblaciones de esa especie a partir de su relación con los factores abióticos. Se demostró que el modelo logarítmico basado en la fenología y las variables climáticas (precipitación, humedad relativa y la temperatura media) resulta eficiente para estimar las densidades de población de esta plaga. Se obtuvieron ecuaciones, con altos coeficientes de determinación, que permiten predecir el crecimiento de las poblaciones, de las cuales se consideró como más eficientes, para La Habana el modelo Log (Pob-tot) = 0,8354 Log (Pob-tot*) + 0,5495 Log (35 – Tmed*), y para Holguín el modelo Log (Pob-tot) = 0,9016 Log (Pob-tot*) + 0,3086 Log (35 – Tmed*).

Palabras clave: Ajo, fluctuación de la población, modelos descriptivos, modelos predictivos, *Thrips tabaci.*

ABSTRACT. Descriptive and predictive models of *Thrips tabaci* populations in garlic plantations in Cuba. With the results obtained from a study on the population dynamics of *Thrips tabaci* Lindeman in garlic (*Allium sativum* L.) crops in Havana and Holguín, an analysis and a model selection were carried out to describe and predict population growth patterns of this species, starting from its relationship to abiotic factors. It was demonstrated that the logarithmic model based on the phenology and climatic variables (rainfall, relative humidity and the mean temperature) is efficient at estimating population densities of this pest. Equations were obtained, with high coefficients of determination that allow predicting the population growth. For Havana, the most efficient model is Log(Pob-tot)= 0.8354 Log (Pob-tot*)+ 0.5495 Log (35- Tmed*), and for Holguín the model Log(Pob-tot)= 0.9016 Log (Pob-tot*)+ 0.3086 Log (35- Tmed*).

Key words: Population dynamics, descriptive models, garlic, predictive models, *Thrips tabaci.*

Introducción

Uno de los objetivos principales de la ecología es crear modelos de cambios de población para predecir la densidad futura de las poblaciones. Los modelos pueden ser formulados también para servir como resumen de una serie de acciones e interacciones dentro de una población (Poole 1974). Sin embargo, el propósito de los modelos no es siempre predictivo, porque se utilizan también para describir relaciones, comportamiento, etc.

1 Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Gaveta 634, CP 11300, Playa, Ciudad de la Habana, **Cuba**. sjimenez@inisav.cu
2 Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal, Holguín, **Cuba**. elsie@saveh.hlg.sld.cu

Watt (1968) propone la siguiente clasificación de modelos:

1. Modelos que explican cambios en el tamaño de la población sobre la base de la relación entre el tamaño del segmento reproductivo de la población y el tamaño de la población resultante fuera de temporada.
2. Modelos que usan métodos de regresión para relacionar el número en cada grupo para cada año con el número en uno o más grupos para años previos.
3. Modelos que se utilizan para explicar cambios en la población en términos de factores intrínsecos de la misma.
4. Modelos complicados. Esta categoría es abierta, pues no existen límites en el grado de complejidad del modelo por construir, en el que pueden estar involucrados factores ambientales como la temperatura, la humedad, las especies competidoras, las parásitas, la dispersión, y los resultados de estrategias empleadas por el ser humano.

El objetivo de este trabajo fue obtener modelos descriptivos y predictivos del desarrollo de *Thrips tabaci* Lindeman, considerada como la plaga más importante del cultivo del ajo (Cermeli 1975). Los estudios realizados en Cuba sobre el desarrollo biológico (Jiménez y Roscandido 1996) y la dinámica poblacional de *T. tabaci* en ajo en diferentes regiones del país (Jiménez *et al.* 1999.) aportan datos valiosos para el desarrollo de este estudio.

Materiales y métodos

En un estudio de la dinámica poblacional de *T. tabaci* realizado durante tres años consecutivos, en La Habana y Holguín, sobre once parcelas experimentales de ajo de la variedad criollo, sembradas en diferentes fechas dentro del calendario establecido para el cultivo, se contó el total de insectos presentes sobre 100 plantas, escogidas al azar, en muestreos realizados semanalmente, con lo cual se obtuvo la información acerca de las variaciones de la población en el tiempo.

Se tomaron los datos climáticos correspondientes a las Estaciones Meteorológicas aledañas a los territorios donde se montaron los experimentos y se utilizó una variable considerada en el estudio de dinámica, diseñada a partir de la diferencia entre el umbral máximo teórico para especies de trips y la temperatura media [Log(35 - Tmed)].

A partir del comportamiento de este agente nocivo, se estudiaron los modelos que podrían describir sus cambios poblacionales entre los de tipo lineal, logarítmico, exponencial y polinomial (Poole 1974), que son los que más frecuentemente describen el comportamiento de los organismos vivos, así como la manera de estimar los parámetros que definen dichos modelos.

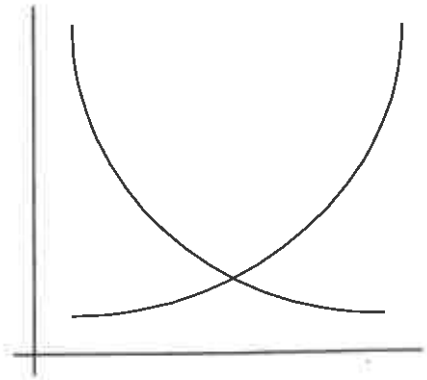
Se realizaron las transformaciones correspondientes a las variables estudiadas de acuerdo con el modelo más adecuado. Mediante el análisis de regresión múltiple, se obtuvo el modelo que describe el comportamiento de *T. tabaci* con base en la fenología del cultivo, la variable diseñada a partir de la temperatura media, la humedad relativa y la precipitación (Linares 1990). Se llevaron a cabo los mismos análisis para obtener el modelo de predicción del comportamiento de la plaga.

Resultados y discusión

Las linealizaciones de los modelos utilizados para estimar los parámetros que los definen se logra, para el caso exponencial y logarítmico, mediante transformaciones logarítmicas de las variables dependientes e independientes en la medida en que se requieran. Para los modelos del tipo lineal (I) $Y = a + bX$, la ecuación que describe el comportamiento no necesita ser linealizada.

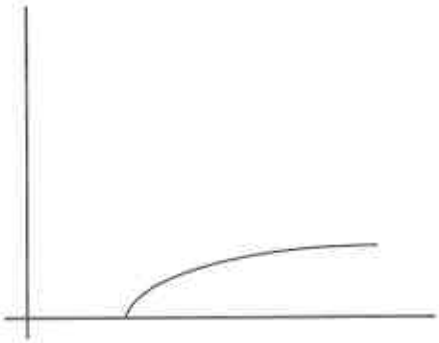
A continuación se describen la graficación y el método para la linealización y estimación de los parámetros de los diferentes modelos.

- Cuando los modelos que describen el organismo vivo siguen una ecuación de crecimiento exponencial, $Y = \alpha\beta^x$ (II), los estimadores lineales de los parámetros α y β pueden estimarse mediante una regresión lineal de:



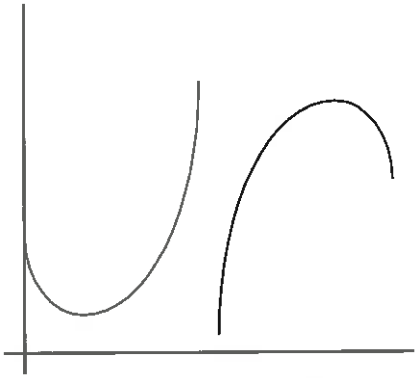
$$\text{Log}(Y) = \text{Log}(\alpha) + \text{Log}(\beta)X$$

- Cuando el comportamiento se describe a partir de una curva de crecimiento logarítmico, $Y = \alpha X^{\beta}$ (III), los estimadores lineales de los parámetros α y β pueden estimarse mediante una regresión lineal de:



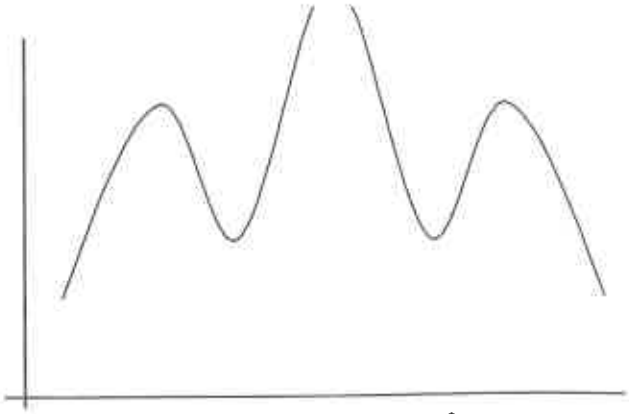
Log (Y) = Log (α) + β Log (x)

- Para el caso en el que el desarrollo de los organismos vivos se describe mediante modelos de crecimiento polinomial:



$Y = \alpha + \beta_1 X + \beta_2 X^2$ (IV)

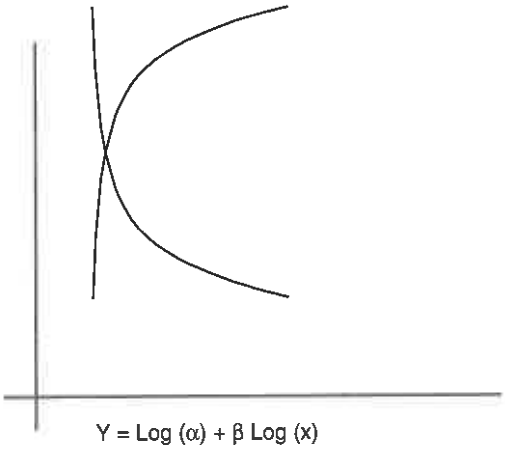
En polinomios de grado 2, se estiman los parámetros α, β_1 y β_2 mediante regresión lineal con las variables (Y, X y X^2)



$Y = \alpha + \beta_1 X + \beta_2 X^2 + \beta_3 X^3$

En polinomios de grado 3, se estiman los parámetros α, β_1, β_2 y β_3 mediante regresión lineal con las variables (Y, X, X^2 y X^3).

- Existen otras formas de representar el comportamiento $e^Y = \alpha X^{\beta}$ (V), donde los estimadores lineales de los parámetros α y β pueden estimarse mediante una regresión lineal de:



Y = Log (α) + β Log (x)

De acuerdo con los modelos estudiados y su linealización, el modelo de tipo III es el que más se ajustó al comportamiento que presentó *T. tabaci* en las parcelas estudiadas.

Se realizaron dos análisis de regresión para describir el comportamiento de la plaga; uno con las variables de fenología, precipitaciones y la variable diseñada a partir de la temperatura media, dado que estas resultaron las de mayor peso desde el punto de vista estadístico en el estudio de correlación realizado en el trabajo de dinámica (Jiménez *et al.* 1999.); y otro, utilizando además la variable humedad relativa.

Primer análisis

La Habana

Log (Pob-tot) = 0,05 Fenol + 0,92 Log (35 – Tmed) – 0,013 Prec

$R^2 = 0{,}94$

Holguín

Log (Pob-tot) = 0,015 Fenol + 1,774 Log (35 – Tmed) – 0,052 Prec

$R^2 = 0{,}90$

Segundo análisis

La Habana

Log (Pob-tot) = 0,05 Fenol + 1,03 Log (35 – Tmed) – 0,013 Prec – 0,0032 HR

$R^2 = 0{,}94$

Holguín

Log (Pob-tot) = 0,015 Fenol + 2,478 Log (35 – Tmed) – 0,052 Prec – 0,021 HR

$R^2 = 0{,}90$

En ambos casos, las ecuaciones de regresión para las dos provincias pueden interpretarse de la misma manera, pues los parámetros involucrados presentan el mismo signo y, por tanto, la relación con la variable de población es la misma en las dos provincias, es decir, las variables precipitaciones y humedad relativa aportan de manera inversa, lo cual demuestra el efecto negativo sobre el crecimiento de las poblaciones y de manera directa la fenología, evidenciando así la acumulación de las poblaciones sobre las plantas con la edad del cultivo y la variable diseñada a partir de la temperatura media, lo cual puede interpretarse como que en la medida en que la temperatura media se aleja del umbral máximo y se mantiene dentro de los límites permisibles para *T. tabaci,* mejoran las condiciones para su desarrollo.

Los índices de regresión para cada uno de los parámetros involucrados fueron similares en los dos análisis.

Varios autores han planteado que el crecimiento de las poblaciones de *T. tabaci* es favorecido por los períodos secos y las temperaturas elevadas (Vera y Barceló 1979, Lorini *et al.* 1986, Den Ouden *et al.* 1987), lo que posibilita la acumulación de las poblaciones sobre las plantas en el tiempo. Sin embargo, no existen antecedentes precisos sobre el efecto de la humedad relativa como factor independiente. Lewis (1958) realizó pruebas de laboratorio acerca de la influencia de la humedad relativa sobre los trips, y obtuvo resultados dudosos sobre su efecto. Ali *et al.* (1993), en estudios realizados sobre *T. tabaci* en algodón, no encontró un efecto significativo de la humedad relativa sobre las fluctuaciones de población.

Con el objetivo de obtener los modelos de predicción del desarrollo de la población de *T. tabaci*, en los análisis de regresión se utilizaron las variables considerando el valor que adquirían durante la semana precedente a aquella en la que se realizó cada conteo de población de la plaga.

Los modelos de predicción se obtuvieron, por una parte, utilizando en los análisis todas las variables involucradas en el modelo de descripción y, por otra parte, solo la propia variable población y la variable que en el modelo presentaba el mayor aporte al describir el comportamiento de esta plaga, [Log (35 - Tmed)].

Para la provincia de La Habana, los tres modelos de predicción encontrados mostraron un alto coeficiente de determinación, lo cual nos indica lo bien representada que está la plaga por cualquiera de los métodos que se desee emplear para su predicción. Sin embargo, el mejor modelo es aquel en el cual se predice la población total a partir de la población de la semana anterior y la variable diseñada con la temperatura media (C), con un coeficiente de determinación de alrededor de 0,99. El gráfico que representa la ecuación con los intervalos de confianza para la recta de regresión y los puntos observados ploteados nos brinda una imagen de la precisión de este ajuste (Fig. 1).

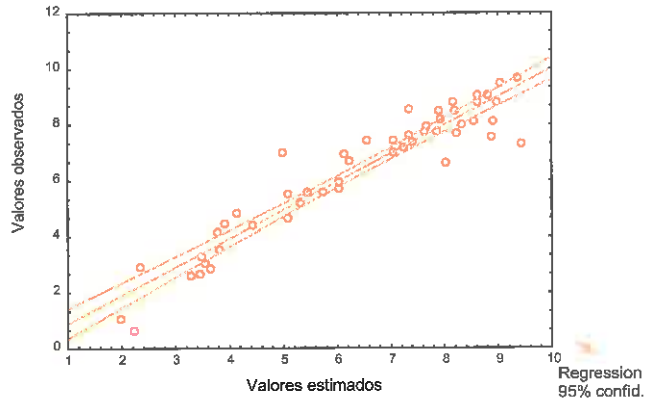


Figura 1. Modelo de predicción de *T. tabaci* en ajo para la provincia de La Habana y su intervalo de confianza.

$$\bullet \text{Log (Pob-tot)} = 0{,}048 \text{ Fenol} + 1{,}85 \text{ Log } (35 - \text{Tmed}^*) - 0{,}009 \text{ Prec}^* - 0{,}026 \text{ HR}^* \quad \textbf{(A)}$$

$$R^2 = 0{,}94$$

$$\bullet \text{Log (Pob-tot)} = \text{Log } (0{,}008221) + 0{,}81725 \text{ Log (Pob-tot}^*) + 2{,}433 \text{ Log } (35 - \text{Tmed}^*) \quad \textbf{(B)}$$

$$R^2 = 0{,}91$$

$$\bullet \text{Log (Pob-tot)} = 0{,}8354 \text{ Log (Pob-tot}^*) + 0{,}5495 \text{ Log } (35 - \text{Tmed}^*) \quad \textbf{(C)}$$

$$R^2 = 0{,}989$$

En el estudio realizado para la provincia de Holguín, las ecuaciones de regresión obtenidas presentaron, al igual que en La Habana, un alto coeficiente de determinación y, en este caso, la que mejor predice la densidad de población es también la ecuación (C), (Fig. 2), con un alto coeficiente de determinación (0,984).

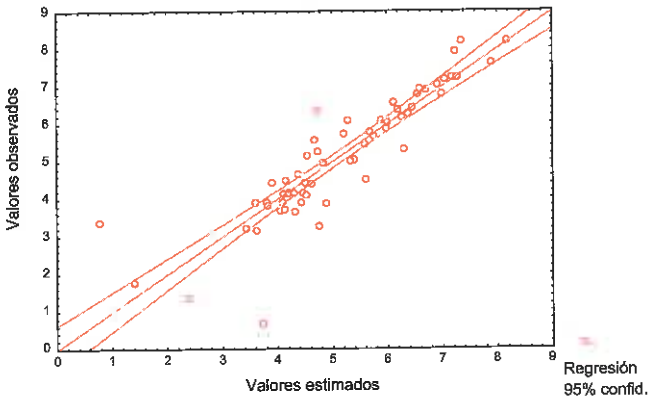


Figura 2. Modelo de predicción de *T. tabaci* en ajo para la provincia de Holguín y su intervalo de confianza.

•Log (Pob-tot) = 0,014 Fenol + 2,17 Log (35 – Tmed*) – 0,047 Prec* – 0,011 HR* **(A)**

$R^2 = 0,91$

•Log (Pob-tot) = Log (1,58204) + 0,9019 Log (Pob-tot*) + 0,123018 Log (35 – Tmed*) **(B)**

$R^2 = 0,81$

•Log (Pob-tot) = 0,9016 Log (Pob-tot*) + 0,3086 Log (35 – Tmed*) **(C)**

$R^2 = 0,984$

Conclusión

Los modelos logarítmicos son los más adecuados para describir el efecto de las variables climáticas sobre las variaciones de la población de *T. tabaci* en el tiempo para el cultivo del ajo. El ajuste obtenido demuestra que esta plaga se incrementa con la edad del cultivo y que las precipitaciones y la humedad relativa son factores que pueden limitar su crecimiento.

Los modelos determinados para predecir el comportamiento de la plaga en el cultivo reflejan los cambios que pueden producirse en las densidades de población; por lo tanto, se recomienda utilizar en La Habana y en Holguín los modelos que contienen como parámetros la población en el conteo anterior y la variable diseñada a partir de la temperatura media: Log (Pob-tot) = 0,8354 Log (Pob-tot*) + 0,5495 Log (35 – Tmed*) y Log (Pob-tot) = 0,9016 Log (Pob-tot*) + 0,3086 Log (35 – Tmed*), respectivamente.

Literatura citada

Ali, A; Munir, Ahmad Bahtti and Khawar Jawad Ahmad. 1993. Role of weather in fluctuating the population of *Amrasca devastans* (Dist.) and *Thrips tabaci* (Lind.). Proc. Pakistan Congr. Zool, v. 13, p. 133-139.

Cermeli, M. Amarilidaceas. 1975. Cebolla y Ajo. Fusagri (Venezuela). Serie A No. 39. 95 p.

Den Ouden, H.; Theunissen, J; Shelton, AM. 1987. Prevention of plant injury by cabbage gall midge (*Contarinia nasturtii* Kieffer) and onion thrips (*Thrips tabaci* Lindeman) using emulsions of polyisobutylene. Sonderdruck aus BD, 104(3): 313-318.

Jiménez, SF; Roscandido, J. 1996. Ciclo Biológico y reproducción de *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera:Thripidae) en cebolla y ajo. Manejo Integrado de Plagas 39: 25-29.

Jiménez, SF; Reyes, S; Cortiñas, J; Vázquez, M. 1999. Dinámica de población de *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) en ajo (*Allium sativum* L.). Fitosanidad 3(1): 21-26.

Lewis, T. 1958. The distribution and dispersal of Thysanoptera populations of graminea. Ph. D. Thesis. London, London University.

Linares, G. 1990. Análisis de datos. La Habana, Cuba, Editorial Empresa Nacional de Producción del Ministerio de Educación Superior.

Lorini, I; Torres, L; Guimaraes, DR. 1986. Fluctuaçao populacional de tripes na cultura da cebola. EMPASAC. Pesquisa em Andamento No. 62. 4 p.

Poole, RW. 1974. An introduction to quantitative ecology. New York, McGraw-Hill.

Vera, ER; Barceló, YW. 1979. Resultado preliminar de la dinámica poblacional de *Thrips tabaci* Lind.(Thysanoptera:thripidae) en el cultivo de la cebolla. Presentado en: I Jornada Científica INISAV, Cuba, Resúmenes.

Watt, K.E.F. 1968. Ecology and Resource Managment. New York, McGraw-Hill.

Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) No. 67 p.35-43, 2003

Eficacia de invasión de *Tecia solanivora* y *Clavipalpus ursinus* por el nematodo *Steinernema feltiae*

Adriana Sáenz A.[1]

RESUMEN. Entre las plagas limitantes en la sabana de Bogotá, Colombia, destacan la polilla guatemalteca de la papa, *Tecia solanivora* y las chizas de *Clavipalpus ursinus*. En el Laboratorio de Control Biológico de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional, se realizó el estudio de eficacia de invasión de juveniles infectivos del nematodo entomopatógeno nativo *Steinernema feltiae,* sobre larvas de último instar, para determinar la patogenicidad, el efecto del número de hospedantes, el período de exposición y la dosis sobre la eficacia de invasión de los juveniles infectivos (J3). Para el ensayo del efecto del número de hospedantes, se colocaron una y tres larvas de cada especie de insecto por caja de Petri y platos de doce cavidades Falcon 8032. Para el efecto del período de exposición del hospedante, se expusieron larvas por un período de 24 a 96 horas a 50 y 100 infectivos, con 35 larvas por dosis de J3, para un total de 70 larvas probadas. En cuanto al ensayo del efecto de la dosis, se expusieron 80 larvas individualmente a 10, 50, 100, 250 y 500 J3. La mortalidad se registró diariamente. El análisis estadístico consistió de análisis de varianza, prueba de Duncan y análisis probit. El porcentaje promedio de mortalidad fue más alto para las dos especies de insectos en grupos de tres, que para larvas probadas individualmente. Igualmente, no hubo diferencias significativas en las DL_{50} estimadas desde el análisis probit. En cuanto al período de exposición, se estableció que períodos largos (72-96 horas) de exposición del hospedante no tienen efecto en la mortalidad de *C. ursinus* y *T. solanivora.* Todas las larvas de *T. solanivora* murieron a las 24 horas de exposición y el 73% de chizas a las primeras 48 horas. La mortalidad fue afectada por el efecto de las dosis e incrementada de 56% a 94% después de 48 horas en *C. ursinus*; de 50% a 100%, después de 24 horas en *T. solanivora*. La eficacia de invasión fue significativamente afectada por las dosis en las dos especies de insectos. Así mismo, existe una relación inversa entre el número de nematodos aplicados y el número de J3 obtenidos en los conteos por hospedante. Por lo tanto, la eficacia de invasión del nematodo nativo fue generalmente pobre, con 10 a 50% de J3 que infectaron con éxito las especies de insectos.

Palabras clave: Juvenil infectivo, nematodo entomopatógeno, efecto, larvas, *Tecia solanivora, Clavipalpus ursinus, Steinernema feltiae.*

ABSTRACT. Efficacy of invasión of *Tecia solanivora* and *Clavipalpus ursinus* by the nematode *Steinernema feltiae.* *Tecia solanivora* and *Clavipalpus ursinus* are among the most damaging pests of the Bogota, Colombia, savannah. At the Biological Control laboratory of the National University Agronomy School, a study of efficacy of invasion of juvenile infectives of the native entomopathogenous nematode *Steinernema feltiae* was carried out on last instar larvae to determine the pathogenicity, the effect of number of hosts, exposition period and dose over the efficacy of invasion of juvenile infectives (J3). To test the effect of number of hosts, one and three larvae of each insect species were put in Petri and twelve-cavity Falcon 8032 dishes. To find out the effect of the exposition period on the hosts, larvae were exposed for 24 to 96 hours to 50 and 100 infectives, with 35 larvae per dose of J3, for a total of 70 larvae. Regarding the effect of the dosage, 80 larvae were individually exposed to 10, 50, 100, 250 and 500 J3. Mortality was registered daily. The statistical analysis consisted of variance analysis, Duncan test and probit analysis. The average percentage of mortality was higher for both insect species in groups of three than for individually tested larvae. There were no significant differences in the DL_{50} estimated from probit analysis. Regarding the exposure period, it was established that long periods (72-96 hours) of exposition had no effect on the mortality of *C. ursinus* and *T. solanivora*. All *T. solanivora* larvae died within 24 hours of exposure and 73% of *C. ursinus* within 48 hours. Mortality was affected by the dosage and increased from 56% to 94% after 48 hours in *C. ursinus*; from 50% to 100% after 24 hours in *T. solanivora.* Efficacy of invasion was significantly affected by dosage in both insect species. There is an inverse relation between the number of applied nematodes and the number of J3 obtained. Therefore, the efficacy of invasion of the native nematode was generally poor, with 10 to 50% of J3 successfully infecting the insect species.

Key words: Infective juvenile, entomopathogenous nematode, effect, larvae, *Tecia solanivora, Clavipalpus ursinus, Steinernema feltiae.*

1 Universidad Nacional, Facultad de Agronomía. Bogotá, **Colombia**. saenza@colomsat.net.co

Introducción

Los nematodos entomopatógenos de la familia Steinernematidae son conocidos agentes de control biológico, que sirven como medida alternativa para la regulación de insectos plaga (Gaugler 1981, Kaya 1985, Poinar 1986, Ishibashi y Kondo 1990). Sus juveniles infectivos son los únicos estados de vida libre, tienen asociación simbiótica con bacterias del género *Xenorhabdus* spp., localizadas en la porción ventricular de su intestino (Akhurst 1983, Poinar 1990). Además, el J3 invade y libera la bacteria simbionte en el hemocele del insecto, lo cual ocasiona la muerte por septicemia de los hospedantes en las siguientes 24-48 horas. Los nematodos se alimentan de los productos degradados por la bacteria, y se desarrollan y reproducen dentro del cadáver del insecto (Sáenz 1998). La mortalidad del insecto depende de la invasión de J3 en el hemocele y la liberación de la bacteria simbionte (Poinar 1979, 1986, Peters 1996, Simoes y Rosa 1996). No obstante, el amplio espectro de actividad y la considerable variación en la virulencia de las diferentes especies de nematodos entomopatógenos (Bedding *et al.* 1983, Simons y van der Schaaf 1986, Forschler y Nordin 1988, Wrigh *et al.* 1988, Griffin *et al.* 1989) y la susceptibilidad de los hospedantes difiere entre especies de insectos (Bedding *et al.* 1983, Wu y Chow 1989, Peters y Ehlers 1994) o estados de desarrollo, principalmente por los mecanismos de defensa de cada insecto, tales como cortar los juveniles con las mandíbulas, cerrar los espiráculos, removerlos con las patas o presentar diarrea, además del número de nematodos que ingresan por hospedeo (Sikora *et al.* 1979, Kaya y Hara 1980, 1981, Kondo 1987).

Las diferencias anteriores se determinan al comparar la concentración letal cincuenta (CL_{50}) o dosis letal cincuenta (DL_{50}). Comúnmente, las pruebas de patogenicidad están basadas en la exposición del insecto blanco a J3 de un nematodo específico, en papel filtro en cajas de Petri (Kaya y Hara 1980, 1981, Beavers 1984, Belair y Boivin 1985, Forschler y Nordin 1988, Miller 1989, Sáenz 1998). En otros casos, se obliga a los nematodos a atravesar una barrera física, como una columna de arena, antes de encontrar el hospedante (Bedding *et al.* 1983, Toba *et al.* 1983, Molyneux y Bedding 1984). En estas pruebas, el nivel de mortalidad en un tiempo dado es usado como un solo criterio, sin tener en cuenta la complejidad de factores que influyen en la mortalidad, como el número de bacterias por J3; la proporción de J3 que lleva el simbionte; la eficacia de invasión, es decir, el porcentaje de J3 que invade con éxito el hospedante y completa el desarrollo del estadio de vida libre; el tiempo que toma liberar la bacteria y, finalmente, la virulencia de la bacteria simbionte. Dunphy y Webster (1986) consideran que la diferencia en la eficacia entre cepas de nematodos para larvas de la polilla mayor de las colmenas *Galleria mellonella* (L) (Lepidoptera: Pyralidae), puede ser causada por la diferencia en el número de individuos que invaden un hospedante, debido a que no hay diferencias en la virulencia de las bacterias simbiontes o la combinación de nematodos entomopatógenos y la bacteria, cuando son inyectados dentro del hemocele del hospedante. Por otra parte, Kondo e Ishibashi (1986) cuantifican la invasión de varias especies de *Steinernema* por disección de cadáveres del hospedante y conteo de J3 establecidos. Los autores indican que la invasión por diferentes especies de nematodos varía cuantitativamente, es decir, grandes invasiones muestran máxima eficacia (basada en el porcentaje de mortalidad del hospedante). Además, la relación entre la concentración de nematodos y el número de J3 que invade algunos lepidópteros hospedantes es positiva (Glazer 1992). Es decir, es la base para determinar la eficacia de invasión (Hominick y Reid 1990).

Con base en lo anterior, las larvas de la polilla guatemalteca de la papa, *Tecia solanivora* Povolny, y chizas de *Clavipalpus ursinus* Blanchard, son insectos potenciales para el uso del nematodo nativo *S. feltiae* en campo, dados su hábitat e importancia económica en la región, ya que estos dos insectos plaga afectan los niveles de producción y calidad de los cultivos. Las chizas son insectos del suelo susceptibles a *S. feltiae* en pruebas de laboratorio (Sáenz 1998). Las larvas de la polilla guatemalteca se encuentran dentro de los tubérculos de la papa formando galerías, un microambiente que puede ser apropiado para el descubrimiento del hospedante e infección por los juveniles infectivos del nematodo. Por ello, este estudio establece la patogenicidad y la eficacia de invasión de los juveniles infectivos, en relación con el efecto del número de hospedantes, período de exposición y dosis del nematodo sobre la eficacia de invasión de los juveniles infectivos de *S. feltiae.*

Materiales y métodos

Insectos y juveniles infectivos

Se obtuvieron larvas de último instar de *T. solanivora* y J3 de *S. feltiae,* de un mes de almacenamiento, de las

crías masivas del Laboratorio de Control Biológico de la Facultad de Agronomía-Universidad Nacional de Colombia, en Bogotá. Para los diferentes ensayos propuestos, las chizas de último instar se recolectaron en campo en la sabana de Bogotá y se almacenaron con sustrato en cajas plásticas de 25 X 15 cm, tapadas con malla negra y transportadas al laboratorio en cajas de icopor, para evitar los cambios bruscos de temperatura y pérdida de humedad del suelo.

Patogenicidad y eficacia de invasión

Para el desarrollo de este ensayo, se expusieron 100 larvas de último instar de *T. solanivora* y *C. ursinus* a 0, 10, 20 y 40 J3 en cajas de Petri de 60 X 15 mm y platos Falcon R 8032 de doce cavidades, con un pedazo de papel filtro de 5,5 y 2 cm de diámetro, respectivamente. Además, los juveniles infectivos se agregaron a las cajas de Petri en 1 ml de agua deionizada y 80 µl para los platos Falcon. Las cajas y los platos se sellaron con vinilpel para minimizar la pérdida de humedad y se mantuvieron a temperatura constante de 20°C. En cuanto a los controles, fueron larvas y agua deionizada.

El número de nematodos que invadió el hospedante se determinó por disecciones del mismo a las 24, 48, 72 y 96 horas, después de la exposición inicial a los juveniles infectivos y la muerte del hospedante. Además, la eficacia de invasión se calculó por la ecuación (Stock 1996, Kaya y Stock 1997):

$$\%EI = \frac{\text{No. de nematodos recuperados desde la disección}}{\text{No. de nematodos por tratamiento}} \times 100$$

Los nematodos recuperados de las disecciones se determinaron a partir de los J3 que invadieron exitosamente el hospedante e iniciaron su ciclo de vida en el insecto. Además, el porcentaje de mortalidad para el establecimiento de la patogenicidad se analizó con la fórmula de Schneider-Orelly (Nguyen y Smart 1991):

$$(X-Y)/X\ 100$$

Donde X= porcentaje de insectos vivos en el control; Y= porcentaje de insectos vivos en los tratamientos con nematodos.

Efecto del número de hospedantes por caja

Se colocaron 1 y 3 larvas por plato Falcon y caja de Petri respectivamente, de cada especie de insecto, expuestas a las dosis de 0, 10, 20 y 40 J3/recipiente. Se probaron 160 larvas (40 réplicas de una larva por concentración de J3, 40X1X4) y 480 larvas probadas (40 réplicas de tres larvas por concentración de J3 40X3X4). La mortalidad se registró después de 48 horas, debido al número de J3 expuesto por larva, la posible competencia de ingreso de cada juvenil infectivo al hospedante por boca, ano y espiráculos, además de la liberación de la bacteria simbionte, y los cadáveres de las larvas de los tratamientos de 20 y 40 J3 se disecaron después de 72 horas. El diseño estadístico consistió en un diseño completamente al azar con arreglo factorial, donde las variables correspondieron al número promedio de nematodos que ingresaron por hospedante y el porcentaje de mortalidad por dosis probada. Asimismo, se determinó la dosis letal 50 (DL_{50}), por medio del análisis probit, para las dos especies de insectos plaga.

Efecto del período de exposición del hospedante

Se expusieron 35 larvas individualmente de *T. solanivora* y *C. ursinus* a 50 y 100 infectivos, para un total de 70 larvas probadas por plaga. La mortalidad se registró diariamente, tomando 10 larvas después de los períodos de exposición de 24, 48, 72 y 96 horas. Las larvas muestreadas se lavaron para remover los posibles J3 adheridos a la cutícula del insecto y se colocaron en cajas libres de J3. Se disecaron después de muertas. El diseño estadístico consistió en un diseño completamente al azar con 2 tratamientos y 35 réplicas. Las variables medidas correspondieron al porcentaje de mortalidad por tiempo de exposición y promedio de nematodos que ingresaron por hospedante.

Efecto de la dosis sobre la eficacia de invasión de los juveniles infectivos

Larvas individuales de *T. solanivora* y *C. ursinus* se expusieron a 10, 50, 100, 250 y 500 J3, para un total de 80 larvas probadas (20, 20, 20, 10 y 10 por dosis, respectivamente). La mortalidad se registro diariamente y los cadáveres se disecaron después de 72 horas. El diseño estadístico consistió en un diseño completamente al azar con 5 tratamientos, 20 y 10 repeticiones por dosis. Las variables medidas correspondieron al promedio de nematodos que ingresaron por tratamiento y porcentaje de mortalidad.

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico, se utilizó el análisis factorial de varianza (ANOVA) y ANOVAS de una vía,

con ayuda del paquete estadístico SAS, para determinar la significancia de los efectos principales y establecer las interacciones de tales efectos; y el análisis probit, para estimar la DL_{50}. Igualmente, las ANOVAs que presentaron diferencias significativas se analizaron por la prueba de rango múltiple de Duncan (P=0.05).

Resultados

Patogenicidad de J3

Los ensayos de patogenicidad realizados con juveniles infectivos sobre larvas de último instar de *C. ursinus* y *T. solanivora* mostraron porcentajes de mortalidad del 88% en larvas de *C. ursinus* por un período de 48 a 72 horas de exposición a J3. Sin embargo, algunas de las larvas expuestas (12%) registraron mortalidad a las 120 horas. Para *T. solanivora*, se registró 100% de mortalidad a las 24 horas de exposición.

Las larvas muertas por J3 se tornan castañas (*T. solanivora*, fig. 1) y marrón oscuro (*C. ursinus*, fig. 2). Estas variaciones de color están determinadas por la coloración natural del insecto, la cantidad de luz que refleja la cutícula y el grado de infestación (Woodring y Kaya 1988). Además, las larvas se vuelven flácidas, no toman mal olor, y pasados 10 días se observan masas blancas sobre la cutícula del insecto, lo cual indica la migración de los nuevos juveniles infectivos producidos a partir del ciclo de vida de los J3, que ingresaron con éxito al hospedante (fig. 3). En disecciones, los tejidos adquieren apariencia gomosa y se observan totalmente desintegrados (fig. 4). Por ende, estos signos son básicos para reconocer hospedantes afectados por nematodos entomopatógenos.

Efecto del número de hospedantes por caja

El porcentaje promedio de mortalidad es más alto para las larvas de *C. ursinus* en grupos de tres que para larvas probadas individualmente para dos dosis (10 J3/hospedante: 80% frente a 67,5%; 20 J3/hospedante: 92,5% frente a 82,5%). En cuanto a la dosis 40 J3, fue superior el porcentaje de mortalidad en larvas individuales: 97,5% frente a 95%. La DL_{50} estimada (95% LC) para larvas de *C. ursinus* en grupos de tres fue de 1,3 J3/ml (2,0-4,0) y para larvas individuales de 6,6 J3/ml (1,9-9,8).

En larvas de *T. solanivora* probadas en grupos de tres, el porcentaje promedio de mortalidad fue más alto que en larvas individuales en la dosis de 10 J3 (63,1% frente a 60,5%), incrementándose en la dosis de 20 J3 (86,8% frente a 84,2%) y 40 J3 (97,3% frente a 94,7%), en larvas individuales. La DL_{50} estimada (95% LC) para larvas individuales corresponde a 7,6 J3/ml (3,5-10,3) y para larvas en grupo de 1,4 J3/ml (0,01-3,84).

La eficacia de invasión fue significativamente afectada por el número de hospedantes expuestos en larvas de *C. ursinus* (F=31,33; df=1; P= 0,0001), disminuyendo notablemente de 23,50% ± 3,87 a 4,05% ± 0,21, cuando el número de hospedantes se incrementa de 1 a 3, respectivamente (Cuadro 1). Las dosis de nematodos no afectan la eficacia de invasión de los juveniles infectivos (F= 3,6; df=2; P= 0,028) y se presentó interacción dosis-número de hospedantes por caja (F=5,952; df=2; P=0,003). Al descomponer esta interacción con la prueba de rango múltiple de Duncan, existen diferencias significativas entre las dosis de 10, 20, 40 J3/1larva, 10 J3/3larvas, por tener un promedio mayor de eficacia de invasión de juveniles infectivos, en relación con las dosis 20 y 40 J3/3 larvas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto del número de larvas de *Clavipalpus ursinus* sobre la eficacia de invasión de juveniles infectivos de *Steinernema feltiae*.

Dosis J3/ml	Hospedantes	%E.I.
10	1	19,75± 3,21 a
20	1	23,50± 3,87 a
40	1	21,25± 2,57 a
10	3	18,14± 1,06 a
20	3	9,84± 0,69 c
40	3	4,05± 0,21 b

%E.I. Porcentaje de eficacia de invasión. Medias ± error estándar seguidas por la misma letra, no son significativamente diferentes por la prueba de rango múltiple de Duncan (P=0.05).

En larvas de *T. solanivora* se presentan diferencias significativas que afectan la eficacia de invasión en las dosis probadas (F=3,44; df=1; P=0,008), disminuyendo ligeramente de 23,40% ± 3,72 a 21,05% ± 2,01, cuando el número de larvas se incrementa de 1 a 3. La dosis que mostró diferencias en cuanto al promedio mayor de eficacia de invasión fue de 40 J3 (27,29%), de acuerdo con la prueba de rango múltiple de Duncan (Cuadro 2). En esta especie, el número de hospedantes por caja no afecta la eficacia de invasión de los juveniles infectivos (F=0,46; df=1; P= 0,49) y no existe interacción dosis- hospedantes (F=2,27; df=1; P=0,10).

Figura 1. Larva de último instar de *Tecia solanivora* afectada por el nematodo entomopatógeno *Steinernema feltiae.*

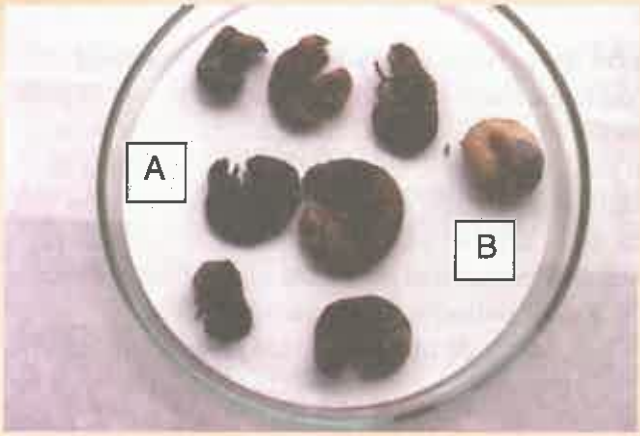


Figura 2. Larvas de último instar de *Clavipalpus ursinus.* A. Larvas de coloración marrón oscuro, afectadas por el nematodo entomopatógeno *Steinernema feltiae.* B. Larva de coloración normal.

Figura 3. Masa de juveniles infectivos de *Steinernema feltiae* en los espacios intersegmentales de una larva de último instar de *Tecia solanivora.*

Figura 4. Apariencia gomosa y desintegración de los tejidos bajo disección de una larva de último instar de *Tecia solanivora.* A. Juveniles infectivos.

Cuadro 2. Efecto del número de larvas de *Tecia solanivora* sobre la eficacia de invasión de juveniles infectivos de *Steinernema feltiae*.

Dosis J3/80ml	Hospedantes	%E.I.
10	1	21,20± 2,51 a
20	1	23,40± 3,72 a
40	1	27,10± 5,45 a
10	3	21,05± 2,01 a
20	3	21,81± 2,85 a
40	3	27,29± 5,87 b

%E.I. Porcentaje de eficacia de invasión. Medias ± error estándar seguidas por la misma letra, no son significativamente diferentes por la prueba de rango múltiple de Duncan (*P*=0.05).

Efecto del período de exposición del hospedante

Se pudo establecer que los períodos largos de exposición del hospedante carecen de efecto en la mortalidad de *C. ursinus* y *T. solanivora*. Todas las larvas de *T. solanivora* murieron a las 24 horas de exposición y el 73% de *C. ursinus* a las 48 horas. Por lo tanto, el porcentaje de mortalidad para cada especie fue constante en todos los períodos de exposición probados.

La eficacia de invasión de los juveniles infectivos no fue afectada significativamente por los períodos de exposición de *C. ursinus* (*F*=0,81; *df*=3; *P*=0,42). Sin embargo, hay efecto debido a las dosis probadas (*F*=23,732; *df*=1; *P*=0,0001), principalmente por el promedio mayor de eficacia de invasión de juveniles infectivos en la dosis de 50 J3/hospedante (4,40% ± 1,05) a las 48 horas. Además, la interacción dosis-tiempo de exposición no fue significativa (*F*=2,18; *df*=3; *P*=0,09).

En larvas de *T. solanivora*, la eficacia de invasión presenta un rango promedio de 10,35% ± 7,1 después de 24 horas a 18,3% ± 11,1 después de 96 horas. Sin embargo, las diferencias no son significativas (*F*=1,7; *df*=3; *P*=0,16). Tampoco se presentaron diferencias significativas con las dosis probadas (*F*=0,003; *df*=1; *P*=0,95) y la interacción tiempo-dosis (*F*=0,90; *df*=3; *P*=0,44). En promedio, larvas de *T. solanivora* expuestas por 48 horas contienen 21,60% juveniles internos; y las larvas entre 48 y 96 horas, 16 juveniles internos.

Efecto de la dosis sobre la eficacia de invasión de los juveniles infectivos

El porcentaje de mortalidad fue afectado por la dosis de nematodos e incrementada de 56% (10 J3/larva) a 94% (250 J3/larva), después de 48 horas en larvas de *C. ursinus*; y de 50% (10 J3/larva) a 100% (250 J3/larva) después de 24 horas en larvas de *T. solanivora*.

La eficacia de invasión es afectada significativamente por las dosis probadas en *C. ursinus* (*F*=9,71; *df*=4; *P*=0,0001), presentando diferencias por un promedio mayor de juveniles infectivos que ingresaron por larva (22,5% ± 3,61), en la dosis de 10 J3 (Cuadro 3).

En *T. solanivora*, la eficacia de invasión no es afectada significativamente por las dosis de nematodos (*F*=1,2; *df*=4; *P*=0,29). El promedio de eficacia de invasión por dosis varia entre rangos de 17,5% ± 2,24 en la dosis de 10 J3, a 7,9% ± 0,93 en la dosis de 500 J3.

Cuadro 3. Efecto de la dosis sobre la eficacia de invasión de juveniles infectivos de *Steinernema feltiae* en larvas de *Clavipalpus ursinus*.

Dosis J3/ml	Hospedantes	%E.I.
10	20	22,5± 3,6 a
50	20	9,6± 2,4 b
100	20	9,2± 2,3 b
250	10	5,4± 1,24 b
500	10	4,0± 1,03 b

%E.I. Porcentaje de eficacia de invasión. Medias ± error estándar seguidas por la misma letra, no son significativamente diferentes por la prueba de rango múltiple de Duncan (*P*=0.05).

Discusión

Los ensayos de patogenicidad realizados sobre larvas de último instar de *T. solanivora* y *C. ursinus* mostraron porcentajes de mortalidad de 100 y 88%, respectivamente. Aunque el porcentaje de mortalidad es alto en las dos especies de insectos, la diferencia se puede atribuir a la morfología propia de las larvas, como por ejemplo platos de los espíraculos y remoción de los juveniles infectivos de las partes bucales con las patas anteriores, en el caso de las chizas; daños ocasionados por las mandíbulas; capacidad invasora; y diferencias en la producción de toxinas por la bacteria o los J3. Sin embargo, la mortalidad del hospedante se calcula para medir el éxito de ataque de los nematodos y se determina por una relación positiva entre la concentración de J3 y la mortalidad del hospedante. Sin embargo, el número real de nematodos que invade y causa mortalidad en un hospedante susceptible, que permitiría establecer la dosis real necesaria para ocasionar la muerte del hospedante, es generalmente desconocido. Por ello, al analizar la eficacia de invasión entre las dosis y el número de juveniles infectivos de *S. feltiae* que invaden *T. solanivora* y *C. ursinus*, esta fue inversa, es decir, a mayor número de nematodos aplicados, menor el número de nematodos encontrados

dentro del hospedante, debido a la competencia entre los juveniles infectivos y la capacidad de ingreso de estos, por boca, ano o espiráculos de las larvas. Esta eficacia de invasión determina la dosis real de J3, presentando una relación positiva entre la dosis de J3 y la mortalidad del hospedante, como afirman Morris (1985) y Glazer (1992). Por ende, si la mortalidad del hospedante es asegurada por la invasión del primer J3 en el hemocele, entonces la relación entre el nivel de mortalidad del hospedante y el nivel de invasión de nematodos subsecuentes puede ser pequeña. Por consiguiente, la eficacia de invasión debe ser una alternativa para estimar la DL_{50} como valoración de la eficacia de los juveniles infectivos de nematodos.

La eficacia de invasión decrece con el número de larvas de *C. ursinus y T. solanivora* por caja, debido a que al exponer más de un hospedante se afecta el nivel de parasitación de los juveniles infectivos, principalmente por la capacidad de búsqueda y desplazamiento del nematodo en el área de exposición. Sin embargo, el incremento en la eficacia de invasión en los ensayos con larvas individuales puede ser explicado por la reducción en el área de superficie por hospedante, ya que en recipientes de mayor volumen se incrementa la distancia para localizar el hospedante. Así mismo, los juveniles infectivos de *S. feltiae* han mostrado poca habilidad para descubrir el hospedante (Gaugler *et al.* 1989) y pueden permanecer inactivos hasta ser estimulados por la presencia del insecto (Ishibashi y Kondo 1990). De este modo, un incremento en el número de larvas en un bioensayo o por un decrecimiento en el área de exposición por hospedante, puede estimular el descubrimiento e invasión de este.

Por otra parte, el tiempo de exposición hasta que el hospedante muere ha sido reconocido como un aspecto importante en los bioensayos de DL_{50}. Aunque la mortalidad máxima usualmente ocurre dentro de 48 horas en larvas de *C. ursinus*, puede tomar menos tiempo en otros hospedantes, como *T. solanivora.* Además, la baja mortalidad de *T. solanivora* después de 24 horas y de *C. ursinus* después de 48 horas no fue superada por la prolongación del período de exposición a los juveniles infectivos. Lo anterior fue observado también por Capinera *et al.* (1988), quienes establecen que altos niveles de mortalidad de *Agrotis ipsilon* ocurren dentro de 24 horas, pero no hasta 72 horas con otros nematodos probados. Los estimados de la DL_{50} realizados a las 48 horas son frecuentemente más altos que los establecidos a las 96 horas (Schmidt y All 1978). Por lo tanto, para las larvas de *T. solanivora* y *C. ursinus* examinadas en este estudio, los infectivos se encontraron en el hospedante a las 24 horas y la mayor mortalidad registrada ocurre a las 48 horas, especialmente en *C. ursinus.* El número de nematodos por hospedante se incrementa de 24 a 72 horas y se iguala después de 72 horas; además, el período máximo de invasión fue similar para las combinaciones realizadas de juveniles infectivos-hospedantes.

El efecto de la dosis sobre la eficacia de invasión tiene una relación inversa entre el número de nematodos aplicados y el número de J3 que invaden el hospedante en larvas de las dos especies de insectos. Aunque no hay diferencias significativas entre las medidas de eficacia de invasión determinadas a diferentes dosis en larvas de *T. solanivora*, hay gran variabilidad en el porcentaje promedio de invasión, posiblemente debido al comportamiento de búsqueda del nematodo, mecanismos de defensa de las larvas, y las condiciones propias del bioensayo.

Conclusiones

- La eficacia de invasión de *S. feltiae* fue generalmente pobre, con 10 a 50% de juveniles que infectaron con éxito las especies de insectos probadas. Además, la eficacia de invasión reportada en este estudio fue examinada bajo condiciones óptimas para la infección y fueron pocas las restricciones ambientales que podrían limitar la eficacia en aplicaciones de campo. Evidentemente, otros factores del hospedante o la población del nematodo afectan el ataque satisfactorio, bajo condiciones de laboratorio.
- La alta mortalidad registrada en los dos hospedantes es independiente del número de juveniles infectivos de *S. feltiae* probados.
- Los resultados presentados son el punto de partida para el desarrollo de metodologías de aplicación en campo, con la utilización de dosis adecuadas de juveniles infectivos para el control de *T. solanivora* de la papa y *C. ursinus*, con esta y otras especies de nematodos entomopatógenos. Sin embargo, son necesarios los estudios relacionados con los factores que limitan la susceptibilidad del hospedante e invasión de los nematodos. Además, el desconocimiento de la capacidad invasiva de los nematodos y la operación de los bioensayos pueden proporcionar la base para diferenciar estos factores.

Literatura citada

Akhurst, RJ. 1983. *Neoaplectana* species: Specificity of association with bacteria of the genus *Xenorhabdus*. Experimental Parasitology 55:258-263.

Beavers, JB. 1984. Susceptibility of *Diaprepes abbeviatus* to the parasitic nematode *Steinernema glaseri*. ICRS Medice Science 12: 480.

Bedding, RA; Molyneux, AS; Akhurst, RJ. 1983. *Heterorhabditis* spp., *Neoaplectana* spp. and *Steinernema kraussei*: Interspecific and intraspecific differences in infectivity for insects. Experimental Parasitology 55: 249-257.

Belair, G; Boivin, G. 1985. Susceptibility of the carrot weevil (Coleoptera: Curculionidae) to *Steinernema feltiae*, *S. bibionis* and *Heterorhabditis heliothidis*. Journal of Nematology 17:476-482.

Capinera, JL; Pelissier, D; Menout, GS; Epsky, ND. 1988. Control of black cutworm, *Agrotis ipsilon* (Lepidoptera: Noctuidae), with entomogenous nematodes (Nematoda: Steinernematidae, Heterorhabditidae). Journal of Invertebrate Pathology 52: 427-435.

Dunphy, GB; Webster, JM. 1986. Influence of the Mexican strain of *Steinernema feltiae* and its associated bacterium *Xenorhabdus nematophilus* on *Galleria mellonella*. Journal of Parasitology 72: 130-135.

Forschler, BT; Nordin, GL. 1988. Comparative pathogenicity of selected entomogenous nematodes to the hardwood borrs, *Prionoxystus robiniae* (Lepidoptera: Cossidae) and *Megacyllene robiniae* (Coleoptera: Cerambycidae). Journal of Invertebrate Pathology 52: 343-347.

Gaugler, R. 1981. The biological control potential of neoaplectanid nematodes. Journal of Nematology 13: 241-249.

Gaugler, R.; McGuire, TR; Campbell, JF. 1989. Genetic variability among strains of the entomopathogenic nematode *Steinernema carpocapsae*. Journal of Nematology 21: 247-253.

Glazer, I. 1992. Invasion rate as a measure of infectivity of Steinernematid and Heterorhabditid nematodes to insects. Journal of Invertebrate Pathology 59: 90-94.

Griffin, CT; Simons, WR; Smits, PH. 1989. Activity and infectivity of four isolates of *Heterorhabditis* spp. Journal of Invertebrate Pathology 53: 107-112.

Hominick, WM; Reid, AP. 1990. Perspectives on entomopathogenic nematology. *In* Entomopathogenic nematodes in biological control. Eds. Gaugler, R.; Kaya, H. Boca Raton, FL, CRC Press. p. 327-345.

Ishibashi, N; Kondo, E. 1990. Behavior of infective juveniles. *In* Entomopathogenic nematodes in biological control. Eds. Gaugler, R; Kaya, H. Boca Raton, FL, CRC Press. p. 139-150.

Kaya, HK. 1985. Entomogenous nematodes for insect control in IPM systems. *In* Biological control in Agricutural IPM Systems. Eds. Hass, MA; DC Herzog. London, Academic Press. p. 283-302.

Kaya, HK; Hara, AH. 1980. Differential susceptibility of lepidopterous pupae to infection by the nematode *Neoaplectana carpocapsae*. Jounal of Invertebrate Pathology 36: 389-393.

Kaya, HK; Hara, AH. 1981. Susceptibility of various species of lepidopterous pupae to the entomogenous nematode *Neoaplectana carpocapsae*. Journal of Nematology 13: 291-294.

Kaya, HK; Stock, SP. 1997. Techniques in insect nematology. *In* Manual of Techniques in Insect Pathology. Ed. Lacey, LA. San Diego, CA, Academic Press. p. 281- 324.

Kondo, E. 1987. Size-related suscceptibility of *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae to the entomogenous nematode *Steinernema feltiae* (str DD-136). Applied Entomology and Zoology 22: 560-569.

Kondo, E; Ishibashi, N. 1986. Infectivity and propagation of entomogenous nematodes, *Steinernema* spp., on the common cutworm *Spodoptera litura* Lepidoptera: Noctuidae). Applied Entomology and Zoology 21: 95-108.

Miller, RW 1989. Novel pathogenicity assessment technique for *Steinernema* and *Heterorhabditis* entomopathogenic nematodes. Journal of Nematology. 21: 574.

Molyneux, AS; Bedding, RA. 1984. Influence of soil texture and moisture on the infectivity of *Heterorhabditis* sp. D1 and *Steinernema glaseri* for larvae of the sheep blowfly, *Lucillia ciprina*. Nematologica 30: 358-363.

Morris, ON. 1985. Susceptibility of 31 species of agricultural insect pests to the entomogenous nematodes *Steinernema feltiae* and *Heterorhabditis bacteriophora*. Canadian Entomologist 117: 401-407.

Nguyen, K; Smart, G. 1991. Pathogenicity of *Steinernema scapterisci* to selected invertebrates. Journal of Nematology. 23: 7-11.

Peters, A. 1996. The natural host range of *Steinernema* and *Heterorhabditis* spp. and their impact on insect populations. Biocontrol Science and Technology 6: 389-402.

Peters, A; Ehlers, RU. 1994. Susceptibility of leatherjackets (*Tipula paludosa* and *Tipula oleracea*; Tipulidae: Nematocera) to the entomopathogenic nematode *Steinernema feltiae*. Journal of Invertebrate Pathology 63: 163-171.

Poinar, Jr, GO. 1979. Nematodes for biological control of insects. Boca Raton, FL, CRC Press.

Poinar, Jr, GO. 1986. Entomogenous nematodes. *In* Biological plant and health protection. Ed. BD Franz. Stuttgart, G. Fischer Verlag. p. 95-121.

Poinar, Jr, GO. 1990. Taxonomy and biology of Steinernematidae nematodes in biological control. *In* Entomopathogenic nematodes in biological control. Eds. R. Gaugler; H Kaya. Boca Raton, FL, CRC Press. p. 23-61.

Saenz, AA. 1998. *Steinernema feltiae* Filipjev, 1934 cepa Villapinzón (Rhabditida: Steinernematidae): Ciclo de vida, Patogenicidad y métodos de cría. Trabajo de grado MSc. Santafé de Bogotá, Universidad Nacional de Colombia. 130 p.

Schmidt, J; All, JN. 1978. Chemical attraction of *Neoaplectana carpocapsae* (Nematoda: Steinernematidae) to insect larvae. Enviromental Entomology 7: 605-607.

Sikora, RA; Salem, IEM; Klingaug, F. 1979. Susceptibility of *Spodoptera littoralis* to the entomogenous nematode *Neoaplectana carpocapsae* and the importance of enviromental factors in an insect control program. Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent. 44: 309-322.

Simoes, N; Rosa, JS. 1996. Pathogenicity and host specificity of entomopathogenic nematodes. Biocontrol Science and Technology 6: 403-411.

Simons, WR; van der Schaaf, DA. 1986. Infectivity of three *Heterorhabditis* sp. isolates for *Otiorhynchus sulcatus* at different temperatures. *In* Fundamental and applied aspects of invertebrate pathology. Eds. RA Samson; JM Vlak; D Peters. Wageningen, The Netherlands, Foundation of the Fourth Int. Colloq. of Invertebrate Pathology. p. 285-289.

Stock, SP. 1996. Nematodos entomopatógenos. *In* Microorganismos patógenos empleados en el control microbiano de insectos plaga. Ed. RE Leucona. México. p. 105-118.

Toba, HH; Lindergreen, J; Turner, JE; Vall, PV. 1983. Susceptibility of the Colorado potato beetle and sugerbeet wireworm to *Steinernema feltiae* and *S. glaseri*. Journal of Nematology. 15: 597-601.

Woodring, JL; Kaya, HK. 1988. Steinernematid and heterorhabditid nematodes: a handbook of biology and techniques. Arkansas Agricultural Experiment Station. Southern Cooperation Service Bulletin No. 331.

Wright, RJ; Villani, MG; Agudelo, SF. 1988. Steinernematid and Heterorhabditid nematodes for control of larval European Chfers and Japanese beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) in potted Yew. Journal of Economic Entomology 81: 152-157.

Wu, HJ; Chow, YS. 1989. Susceptibility of *Pieris rapae* crucivora (Lepidoptera: Pieridae) to the imported entomogenous nematode *Steinernema feltiae*. Bulletin of the Institute of Zoology Academia Sinica (Taipei) 28: 237-244.

Caracterización del vuelo de adultos de *Bemisia tabaci*

Jorge Salas[1]

RESUMEN. El estudio caracterizó el vuelo de los adultos de *Bemisia tabaci* con relación a la altura sobre el suelo, hora del día y puntos cardinales. Además, se evaluó el efecto de las variables climáticas viento (velocidad y orientación), temperatura y humedad relativa, en un campo sin cultivo y en un cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*). Los resultados obtenidos indican que se registró un mayor número de adultos dentro del cultivo, encontrándose diferencias (P<0,05) con la condición sin cultivo. La mayor captura de adultos se realizó en los estratos cercanos al suelo. Las mayores capturas ocurrieron entre las 7 y 10 h. La mayor captura se logró en el Este, seguido de Norte y Sur, sin diferencias (P>0,05). La velocidad del viento influyó en el total de adultos capturados, y fue inversamente proporcional en la condición con cultivo (P<0,01) y no significativa en sin cultivo. En relación con su dirección, las mayores capturas se observaron en los puntos cardinales Este, Norte y Sur, siendo la dirección predominante SN y SE. La temperatura se relacionó de manera inversamente proporcional altamente significativa con la captura (P< 0,01) en el cultivo y resultó no significativa sin cultivo. La humedad relativa mostró una correlación positiva altamente significativa (P< 0,01) con la captura en ambas situaciones. Esta información preliminar puede ser de gran utilidad para diseñar estrategias de evaluación y/o control de poblaciones de adultos de *B. tabaci* dentro de programas de manejo integrado de plagas (MIP).

Palabras clave: vuelo, mosca blanca, factores climáticos, Insecta, Aleyrodidae, *Bemisia tabaci.*

ABSTRACT. Characterization of Flight Behaviour of *Bemisia tabaci*. Adult flight of *Bemisia tabaci* was characterized with relation to height, time of day and cardinal points under two conditions: an open field and within a tomato (*Lycopersicon esculentum*) plantation. The effect of climatic factors such as wind (speed and orientation), temperature and relative humidity was evaluated. Results showed that more adults were captured when traps were placed within the tomato plantation, being statistically different (P<0.05) from the open field. Higher capture was observed at the lower strata. More adults were recorded from 7 to 10 h. No statistical differences were found among East, North and South. Wind speed influenced the total adult capture in both situations, showing a negative highly significant correlation (P< 0.01) in the tomato plantation and no significant correlation in the open field. Most captures were recorded in the East, North and South, while the prevalent wind direction during the study was SN and SE. Temperature resulted in a negative highly significant correlation (P< 0.01) in the tomato plantation and no significant correlation in the open field. Relative humidity showed a highly significant relation to capture (P< 0.01) in both conditions. This information could be an important tool to design monitoring and/or controlling strategies of *B. tabaci* populations.

Key words: Flight, whiteflies, climatic factors, Insecta, Aleyrodidae, *Bemisia tabaci*

Introducción

La información acerca del movimiento del vector de enfermedades virales es importante para entender su epidemiología (Colvin *et al.* 1998). Se sabe poco acerca del patrón diario de vuelo en Aleyrodidae y el efecto de las variables ambientales sobre esa actividad (Bellows *et al.* 1988). Las moscas blancas pueden considerarse como "pobres voladoras", debido a su estrategia de vuelo, a las características de sus alas y la frecuencia de aleteo (Byrne y Bellows 1991). Se han sugerido dos categorías principales de vuelo para *B. tabaci*: un vuelo común a corta distancia dentro y ligeramente arriba del dosel del cultivo, asociado con un

[1] Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA)-Centro de Investigaciones Agrícolas del Estado Lara. Apartado Postal 592. Barquisimeto. **Venezuela.** salasjl@inia.gov.ve

comportamiento vegetativo como la búsqueda de pareja para la cópula, alimentación y sitios de ovoposición; y un vuelo migratorio a una mayor distancia, que ocurre cuando los adultos dejan el cultivo y son transportados por corrientes de vientos (Berlinger 1986, Blackmer y Byrne 1993b). Sin embargo, otros autores señalan que los vuelos cortos ocurren por debajo del dosel de la planta (Avidov 1956, Ohnesorge *et al.* 1980). Byrne y von Bretzel (1987) señalan que la mayor parte del vuelo de *B. tabaci* ocurre durante el comienzo de la mañana y a mediodía, presentando picos, mientras que Bellows *et al.* (1988) reportan que ocurre al amanecer y al atardecer. La mayoría de las moscas blancas que migran entre hábitats retornan rápidamente al suelo después de salir de los cultivos (Byrne *et al.* 1986). Por ser pobres voladoras, bajan a niveles cercanos al suelo y su vuelo está influenciado por la dirección del viento (Byrne y Bellows 1991).

El objetivo del trabajo fue evaluar el comportamiento de vuelo de los adultos de *B. tabaci* con relación a la altura sobre el suelo, hora del día y orientación cardinal, así como el posible efecto de factores ambientales como la temperatura, humedad relativa, dirección y velocidad del viento, en un campo sin cultivo y en un cultivo de tomate.

Materiales y métodos

Se estudió el vuelo de los adultos de *B. tabaci* en relación con la altura sobre el suelo, la hora del día (6-18 h), y su orientación en cuanto a los puntos cardinales, durante 2 semanas, bajo dos condiciones: campo sin cultivo y dentro de un cultivo de tomate, var. Río Grande, de consumo fresco y de 8 a 10 semanas de transplantado, con una separación de 1,2 m entre hilos y 0,25 m entre plantas, durante los meses de agosto y septiembre de 1996, en el Campo Experimental Quibor, INIA (antes FONAIAP), estado de Lara, Venezuela. Esta localidad se encuentra a 9°53'N y 69°39'O, a 680 msnm, con una temperatura y precipitación promedio de 29°C y 575 mm, respectivamente. Cuando se realizó el estudio, no había plantas hospedantes de la mosca blanca en las inmediaciones, además del cultivo de tomate. Para el estudio se utilizó una trampa diseñada por el autor, en forma de un paralelogramo de 2 m de longitud con 4 lados de 30 cm de ancho, estratificada longitudinalmente en 8 sectores de 25 cm, colocada perpendicularmente al suelo y orientada hacia los puntos cardinales con una brújula magnética. La trampa se pintó de amarillo Valencia (L:85,06; a:-2,24; b:74,81), ya que en experiencias previas este color atrajo significativamente ($P<0,05$) adultos de *B. tabaci* (Salas 1995) y se untó con un pegamento especial para insectos ALT^{MR}, Valbrenta Chemicals, antes de colocarla al inicio de cada hora en cada condición. Se evaluaron cada hora las capturas de adultos de *B. tabaci*, de las 6 a las 18 h (12 horas), en cada estrato y en cada punto cardinal, durante un período de 2 semanas alternas en las condiciones antes señaladas.

Variables climáticas

Al inicio de cada hora, se registraron la velocidad y la orientación del viento, la temperatura y la humedad relativa con un anemógrafo y con un termo-higrógrafo 7008 marca SIAP, Bologna, Italia.

Análisis estadísticos

A los datos de captura colectados se les practicó un análisis de varianza y una prueba de medias de Newman-Keuls. Para medir el efecto de las variables climáticas sobre la captura, se realizaron un análisis de varianza y una prueba de coeficiente de correlación de Spearman entre las variables y los totales diarios de captura en cada condición. Debido a la existencia de valores de captura muy pequeños, los datos fueron transformados utilizando el factor $\sqrt{y + 1/2}$ (Steel y Torrie 1988). Se han preservado especimenes referenciales de *B. tabaci* colectados en este estudio en la colección del Laboratorio de Entomología del INIA-Lara.

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos indican que se capturó un mayor número promedio de adultos de *B. tabaci* en el campo bajo cultivo de tomate en comparación con el campo sin cultivo, con diferencias ($P<0,05$), según prueba de Newman-Keuls (fig. 1).

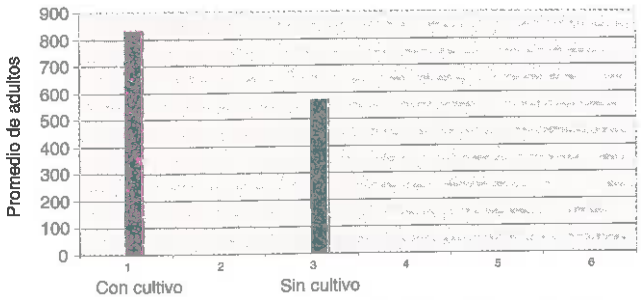


Figura 1. Captura de adultos de *B. tabaci* en un campo con cultivo de tomate y uno sin cultivo.

En cuanto a la altura de vuelo sobre el suelo, en ambos campos la mayor captura promedio de adultos se registró en la altura comprendida entre 0 y 25 cm, seguida del segmento 26-50 cm y el segmento 51-75 cm, con diferencias (P<0,05) entre los 3 segmentos. Siguieron en número de captura los segmentos 176-200, 76-100, 101-125, 151-175 y 126-150, sin diferencias significativas entre ellos. Los 3 segmentos más bajos, 0 a 75 cm, registraron el 60% de la captura total y el resto el 40% (Cuadro 1).

Con relación a la hora de vuelo (6-18 h), los adultos de *B. tabaci* tuvieron una actividad de vuelo durante el día en ambas situaciones, pero prefieren volar en las primeras 6 horas de la mañana (6-12 h), ya que el 76% de los adultos fueron capturados entre las 6 y 12 h. La mayor captura promedio se registró entre las 7 y 8 h (138), seguida de 8-9 (120), sin diferencias (P>0,05) entre ellas, seguidas de 9-10 (95), 10-11(72), 6-7 (66) y 11-12 (41). Entre las 12 h y las 18 h las capturas fueron menores, registrándose el 24% de la captura total en las horas de la tarde. Se encontró un patrón unimodal de vuelo respecto a la hora de día, siendo el pico de mayor captura a las7 h (fig. 2).

La captura promedio en los diferentes puntos cardinales (fig. 3) fue muy similar en 3 de ellos; el Este registró la mayor captura promedio (208), seguido del Norte (197) y el Sur (179), sin diferencias (P>0,05) entre ellos, pero sí con respecto al Oeste (118).

Para el análisis del efecto de las variables climáticas en las capturas de adultos de *B. tabaci*, se realizó un análisis de varianza, el cual mostró que la velocidad del viento, la temperatura y la humedad relativa influyen significativamente (P≤0,01) en las capturas, independientemente de las condiciones dentro del cultivo o sin cultivo (Cuadro 2).

Cuadro 1. Captura de adultos de *B. tabaci* a diferentes alturas de vuelo.

Altura sobre suelo (cm)	Número de adultos capturados			
	Dentro	Fuera	Total	Promedio diario
0-25	3326	2788	6114	218± 87 a
26-50	1873	1485	3358	120± 40 b
51-75	1353	952	2305	82± 34 c
76- 100	1050	648	1698	61± 31 c
101-125	992	608	1600	57± 22 c
126-150	912	489	1401	50± 22 c
151-175	918	483	1401	50± 20 c
76-200	1209	541	1750	63± 28 c

Nota: Valores seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes al 5%, según la prueba de Newman-Keuls.

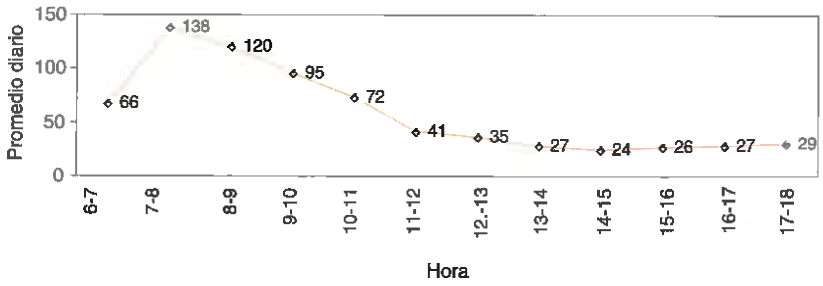


Figura 2. Captura de adultos de *B. tabaci* a diferentes horas del día en campo con cultivo de tomate y sin cultivo.

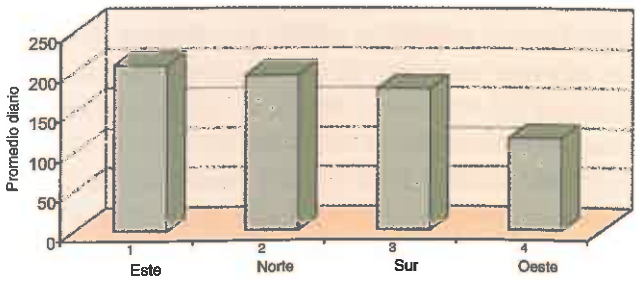


Figura 3. Captura de adultos de *B. tabaci* a diferentes puntos cardinales.

Cuadro 2. Análisis de varianza de las variables climáticas y los totales de adultos capturados de *B. tabaci*.

Variable	Significancia[1]
Velocidad viento	0,0098 as
Temperatura	<.0001 as
Humedad relativa	0,0093 as

[1] ns: no significativo; s: significativo (P< 0,05); as: altamente significativo (P<0,01)

Posteriormente, se correlacionaron separadamente las capturas con dichas variables, en ambas situaciones (Cuadro 3).

Cuadro 3. Coeficiente de correlación de Spearman entre las variables climáticas y los totales de adultos capturados de *B. tabaci*.

Variable	Campo con siembra	Campo sin siembra
Velocidad del viento	- 0,64 as[1]	- 0,12 ns
Temperatura	- 0,88 as	- 0,13 ns
Humedad relativa	0,83 as	0,19 as

[1] ns: no significativo; s: significativo (P< 0,05); as: altamente significativo (P< 0,01).

La velocidad del viento influyó en el total de adultos capturados en las 2 condiciones, la cual se relacionó de manera inversamente proporcional en la condición con cultivo (P<0,01) y resultó sin diferencias (P>0,01) en el campo sin cultivo. Como se observa en la figura 2, las mayores capturas se registraron en las horas de la mañana (6-12 h), cuando las velocidades del viento fueron más bajas.

En cuanto a la dirección del viento, las mayores capturas promedio se observaron en el Este, Norte y Sur, sin diferencias (P>0,05) entre ellos, pero sí con el Oeste, el cual registró la menor captura (fig. 3). Durante las 6 primeras horas de observación (6-12 h), la dirección predominante del viento fue SN y SE. En las 6 horas de la tarde (13-18h) las direcciones predominantes fueron SO, NO y SE.

En cuanto a la temperatura, se encontró una relación inversamente proporcional altamente significativa con la captura (P<0,01) en el cultivo y resulto no significativa en el campo sin cultivo. Las mayores capturas fueron registradas cuando las temperaturas fueron menores (6-12 h), disminuyendo en la medida que la temperatura subía.

En cuanto a la humedad relativa, se encontró una correlación positiva altamente significativa (P<0,01) entre la captura y la humedad en ambas situaciones con o sin cultivo. Las mayores capturas se registraron en las horas en las cuales la humedad fue alta o relativamente alta (52-97%).

El hecho de haber capturado un número significativamente mayor de adultos de *B. tabaci* en un campo sembrado de tomate, en comparación con uno sin cultivo, podría indicar que los adultos son atraídos por las plantas para ovipositar y alimentarse. Estos resultados coinciden con los de Legg y Fishpool (1994), quienes al utilizar trampas amarillas tubulares con 8 tiras de 30 cm de ancho, colocadas desde 20 hasta 230 cm sobre el suelo, encontraron que las capturas al inicio de la evaluación fueron iguales en trampas colocadas fuera o dentro de cultivos de yuca (*Manihot esculenta* L.), pero posteriormente mucho mayores dentro de los cultivos. Sus resultados difieren de la información de Melamed-Majar *et al.* (1982), quienes reportaron capturas de adultos de *B. tabaci* en proporciones iguales fuera y dentro de los campos sembrados de algodón. Byrne *et al.* (1986) capturaron, con varios diseños de trampas amarillas, más adultos de *B. tabaci* en la periferia de cultivos de algodón y lechuga que dentro de los mismos.

En cuanto a la altura de vuelo, los adultos de *B. tabaci* mostraron una preferencia por volar bajo, ya que el 60% de la captura total se registró entre 0-75 cm en ambas situaciones. Similarmente, Colvin *et al.* (1998) encontraron que el número de adultos de *B. tabaci* capturados fuera y dentro de un cultivo de yuca fue mayor cerca del suelo, lo cual indica que prefieren volar cerca del suelo o por debajo del dosel del cultivo. Los mismos autores señalaron que por debajo del dosel del cultivo de yuca, los adultos prefirieron volar a alturas ≤25 cm del suelo. También indicaron que los adultos capturados por encima del dosel de las plantas pudieron haber sido transportados por corrientes de aire durante vuelos migratorios. Sus resultados difieren parcialmente de los de Legg y Fishpool (1994), quienes encontraron en las trampas fuera del cultivo que la captura a 20 cm de alto fue siempre de más de 50% que la captura total; sin embargo, en el campo sembrado observaron una reducción en las capturas a 20 cm, en la medida que el cultivo crecía. Gerling y Horowitz (1984) encontraron, sobre la base de capturas en trampas amarillas, que los adultos *B. tabaci* volaron cerca del suelo dentro del cultivo de algodón, mientras que en campos desnudos lo hicieron por encima de 200 cm sobre el suelo. Aparentemente, la mayor parte del movimiento corto por *B. tabaci* ocurre

cerca de suelo, por debajo de 10 cm (Gerling y Horowitz 1984, Byrne *et al.* 1986). Byrne *et al.* (1986) encontraron que las trampas colocadas a nivel del suelo capturaron más adultos de *B. tabaci* que a 50 y 100 cm sobre el suelo, siendo menores las variaciones en captura a nivel del suelo.

El hecho de que el segmento de mayor altura (176-200 cm) haya registrado un mayor número de capturas después de los 3 más bajos (0-75 cm) en el cultivo, podría indicar que se trató de vuelos migratorios, lo cual coincide con lo señalado por Colvin *et al.* (1998) y Gerling y Horowitz (1984).

Los adultos de *B. tabaci* mostraron una actividad de vuelo durante el día en ambas situaciones, pero prefirieron volar en las primeras 6 horas de la mañana (6-12 h), ya que el 76% de los adultos fueron capturados entre las 6 y 12 h. El pico de captura en el cultivo fue registrado a las 8 h, y en el campo abierto a las 9 h (fig. 4).

Estos resultados coinciden con los de Gerling y Horowitz (1984), quienes encontraron que en campos sin cultivo cercanos a cultivos de algodón, el pico de captura fue observado entre las 6 y 9 h, mientras que en los cultivos ocurrieron más tarde en la mañana y al mediodía. Según los autores, ese comportamiento se debe a que los adultos estaban en busca de alimento y sitios de oviposición, en lugar de dispersión. Musuna (1986) sugiere en sus datos que los adultos de *B. tabaci* migran desde el lugar de emergencia hacia las hojas jóvenes durante las horas de la mañana, sin especificar la hora.

Blackmer y Byrne (1993a), en estudios experimentales del vuelo de adultos de *B. tabaci* en una cámara vertical de vuelo, encontraron que los adultos mostraron actividad de vuelo entre las 6 y las 19 h, pero la mayor actividad fue entre las 6 y 10 h, encontrando además diferencias en la actividad de vuelo entre los 2 sexos. Los machos volaron durante más tiempo y fueron más constantes en esa actividad durante el día, mientras que las hembras lo hicieron durante más tiempo entre las 6 y 13 h. Los mismos autores (1993b) encontraron una respuesta fototáctica positiva en el vuelo de adultos de *B. tabaci* entre las 8:30 y las 10 h en el invernadero y en el laboratorio. Colvin *et al.* (1998), encontraron que los adultos de *B. tabaci* en cultivos de yuca son voladores activos durante el día, especialmente durante las primeras horas de la mañana, cuando la velocidad del viento es menor, y que generalmente vuelan sobre el dosel del cultivo. Jovel *et al.* (2000), al estudiar los movimientos diarios de *B. tabaci* en parcelas de tomate, encontraron que la inmigración de adultos registrada en trampas amarillas adhesivas colocadas fuera del cultivo fue continua durante el día (6-18 h), observando variaciones según la hora, alcanzando el pico máximo entre las 8 y 10 h y otro pico menor a las 16 h. Igualmente, señalan que las mayores capturas de adultos repobladores (contados directamente sobre las plantas) también se registraron entre las 8 y 10 h.

Los resultados difieren de los de Joyce (1983), citado por van Lenteren y Noldus (1990), quien encontró que en trampas colocadas a 100 m de cultivos de algodón, los adultos de *B. tabaci* fueron capturados de 11 am hasta el final de la tarde; el mayor número se encontró a 5 m de altura y decreció con la altura de la trampa. El patrón observado de vuelo unimodal es contrario al patrón bimodal encontrado por otros autores (Alvarenga y Anderson 1992, Arias e Hilje 1993, Jovel *et al.* 2000) en tomate y en yuca (Colvin *et al.* 1998).

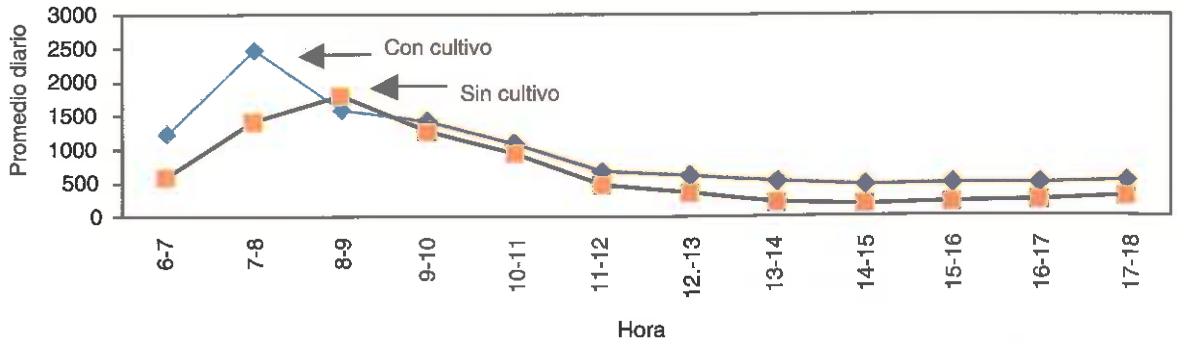


Figura 4. Captura de adultos de *B. tabaci* a diferentes horas del día en campo con cultivo de tomate y sin cultivo.

La mayor captura registrada en los puntos cardinales E, N y S, altamente relacionada con la dirección prevaleciente del viento, principalmente en las horas de la mañana, sugiere que el vuelo de adultos de *B. tabaci* está muy influenciado por la orientación del viento. Estos resultados coinciden con los de Khalifa y El-Khidir (1965), quienes señalan que 2 especies de Aleyrodidae, entre ellas *B. tabaci*, son dispersadas por el viento. Ambas fueron encontradas en el verano en mayor número en el borde Norte de los cultivos, cuando el viento provino del Sur, y en el borde Sur en el invierno, cuando el viento se movía Norte-Sur. Legg y Fishpool (1994), también reportan una mayor captura en el Norte durante los 3 primeros meses del estudio, en los cuales la dirección del viento fue Sur-Norte, y en los meses restantes en el Sur, con vientos Norte-Sur, evidenciando un efecto de la dirección del viento. Otros investigadores coinciden en que existe una clara relación entre los movimientos de *B. tabaci* y la dirección prevaleciente del viento (Cohen 1990, Arias e Hilje 1993, Byrne y Blackmer 1996, Byrne *et al.* 1996, Colvin *et al.*1998). Contrariamente, Jovel *et al.* (2000) no pudieron detectar este efecto, señalando que pudo deberse al tamaño reducido de las parcelas, así como a la altura y fisonomía de la vegetación circundante.

La velocidad del viento es un factor climático de gran importancia en la migración de rango corto. Meyerdirk y Moreno (1984) sugirieron que la velocidad del viento desmpeña un papel importante en el número de adultos de *Parabemisia myricae* en vuelo o capturados en trampas amarillas adhesivas, pero no aportaron datos cuantitativos. Igualmente Gerling y Horowitz (1984), al usar trampas amarillas adhesivas en campos descubiertos, encontraron que la mayoría de los adultos de *B. tabaci* fueron capturados temprano en la mañana cuando la velocidad del viento es baja. Jovel *et al.* (2000) no observaron un efecto claro de la velocidad del viento tanto en adultos inmigrantes como repobladores de *B. tabaci*. Arias e Hilje (1993) observaron que la actividad de vuelo de *B. tabaci* disminuye drásticamente cuando hay fuertes vientos.

Las mayores capturas se registraron cuando la temperatura es fresca, lo cual sugiere que esta es otro factor climático que incide en el vuelo de *B. tabaci.* Resultados similares fueron reportados para *P. myricae* por Meyerdirk y Moreno (1984), pero a temperaturas por encima de 26,7°C, en los cuales las capturas de adultos fueron inversamente proporcionales a la temperatura. Igualmente Byrne y von Bretzel (1987) encontraron relaciones significativas entre la temperatura y la captura de adultos de *B. tabaci* y *Trialeurodes abutiloneus*. Los mismos autores establecieron el efecto definitivo de la temperatura sobre el vuelo de *B. tabaci*, ya que en el mes de octubre la actividad fue máxima a media mañana, pero en noviembre, a medida que las temperaturas bajaron, cambió a media tarde. Blackmer y Byrne (1993b) reportaron que la temperatura fue el factor individual que mejor predecía la respuesta de vuelo de adultos de *B. tabaci* a la luz solar, siendo mayor a temperaturas entre 20 y 25 °C. Estos resultados difieren de los Bellows *et al.* (1988), quienes encontraron una correlación directamente proporcional entre la temperatura y la captura. Reader y Southwood (1984) reportaron la ausencia de correlación entre la temperatura y los adultos de *Aleurotrachelus jelinekii* capturados en trampas adhesivas. Arias e Hilje (1993) hallaron una fuerte relación negativa entre la temperatura y la actividad de vuelo de *B. tabaci*, e indicaron que sus resultados pudieron haber sido influidos por un efecto combinado del viento y la temperatura a ciertas horas. Jovel *et al.* (2000) no encontraron una relación clara entre la temperatura y las capturas de *B. tabaci* en tomate.

En ambas condiciones se encontró una correlación positiva altamente significativa entre la captura y la humedad relativa. Esto coincide con lo encontrado por Blackmer y Byrne (1993b), donde la humedad relativa tiene un impacto significativo en el vuelo de *B. tabaci*, que ocurre mayormente cuando ésta es alta (70-90%). Dichos resultados difieren de los de Bellows *et al.* (1988), quienes no encontraron relación de significancia entre la humedad relativa y el número de adultos de *B. tabaci* capturados de día o de noche en cultivos de algodón y sandía y al igual que Jovel *et al.* (2000) en tomate.

Los trabajos discutidos no establecen una relación muy clara del efecto de las variables climáticas, como la velocidad y la orientación del viento, la temperatura y la humedad relativa sobre el vuelo de *B. tabaci*, ya que los mismos fueron realizados en condiciones muy diferentes, que pudieron haber afectado dichos resultados; sin embargo, los resultados de éste trabajo indican que a una velocidad baja del viento, una baja temperatura y una alta humedad relativa, condiciones que se presentan en la horas de la mañana en el área semiárida donde se realizó el trabajo, las capturas de adultos de *B. tabaci* fueron significativamente altas en comparación con condiciones climáticas opuestas.

Finalmente, se sugiere profundizar más en los estudios, considerando la influencia de las variables climáticas en el comportamiento de *B. tabaci* y utilizar estos resultados en la predicción, monitoreo y manejo integrado de esta plaga.

Agradecimiento

El autor agradece al Ingeniero M. S. José Antonio Salas y al Dr. Luis Dixon (INIA-Lara) por la asistencia en los análisis estadísticos, así como a María Elena Ruiz y Liliana Torrealba por su ayuda en la toma de datos de campo.

Literatura citada

Alvarenga, DM; Anderson, P. 1992. La biología y comportamiento de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius). *In*: Memoria Jornada Científico-Técnica sobre él Cultivo del Tomate. Managua, Nicaragua. p. 3-4.

Arias, R; Hilje, L. 1993. Actividad diaria de los adultos de *B. tabaci* (Gennadius) en el tomate y hospedantes alternos del insecto. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 28: 20-25.

Avidov, Z. 1956. Bionomics of the tobacco whitefly (*Bemisia tabaci* Gennad.) in Israel. Ktavim 7: 25-41.

Bellows, TS Jr.; Perrring, T.M.; Arawaka, K; Farrar, CF. 1988.Patterns in diel flight activity of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in cropping systems in Southern California. Environmental Entomology 17(2): 225-228.

Berlinger, MJ 1986. Host plant resistance to *Bemisia tabaci*. Agriculture, Ecosystems and Environment 17:69-82.

Blackmer, JL; Byrne, DN. 1993a. Flight behavior of *Bemisia tabaci* in a vertical flight chamber: effect of time of day, sex, age and host quality. Physiol. Entomol. 18(3): 223-232.

Blackmer, JL; Byrne, DN. 1993b. Environmental and physiological factors influencing phototactic flight of *Bemisia tabaci*. Physiol Entomol 18(3): 336-342.

Byrne, DN; Blackmer, JL. 1996. Examination of short range migration by *Bemisia tabaci* . *In Bemisia* 1995. Taxonomy, biology, damage, control and management. D. Gerling and R.T. Mayer (eds.). Intercept, United Kingdom. p. 17-28.

Byrne, DN; Bellows Jr, TS. 1991. Whitefly biology. Annual Review of Entomology 36: 431-457.

Byrne, DN; von Bretzel, PK. 1987. Similarity in flight activity rhythms in coexisting species of Aleyrodidae *Bemisia tabaci* and *Trialeurodes abutilonea*. Entomol. Exp. Appl. 43: 215-219.

Byrne, DN; von Bretzel, PK; Hoffman, CJ. 1986. Impact of trap design and placement when monitoring for the banded-winged whitefly and sweet potato whitefly. Environmental Entomology 15: 300-304.

Byrne, DN; Rathman, RJ; Orum, TV; Palumbo. JC. 1996. Localized migration and dispersal by the sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci*. Oecologia 105: 320- 328.

Cohen, S. 1990. Epidemiology of whitefly-transmitted viruses. *In* Whiteflies: Their bionomics, pest status and management. D. Gerling (ed.). New Castle, UK. Athanaeum Press. p. 227-261.

Colvin, J; Fishpool, LDC; Fargette, D; Sherington, J; Fauquet, C. 1998. *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) trap catches in a cassava field in Cote d'Ivoire in relation to environmental factors and the distribution of African cassava disease. Bulletin of Entomological Research 88: 369-378.

Gerling, D; Horowitz, AR. 1984. Yellow traps for evaluating population levels and dispersal patterns of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae). Ann. Entomol. Soc. Ame. 77: 753-759.

Jovel, J; Hilje, L; Kleinn, C; Cartin, V; Valverde, B. 2000. Movimientos diarios de *B. tabaci* en parcelas de tomate, en Turrialba, Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 55: 49-55.

Khalifa, A; El-Khidir, E. 1965. Biological study on *Trialeurodes lubia* and *Bemisia tabaci* (Aleyrodidae). Bulletin de la Societé Entomologique d'Egypte 48: 115-129

Legg, J; Fishpool, L. 1994. Yellow sticky traps to monitor *Bemisia tabaci*, vector of African cassava mosaic geminiviruses in Uganda. International *Bemisia* Workshop. *Bemisia* Newsletter # 8. p. 11.

Melamed-Majar, V; Cohen, S; Chen, M; Tam, S; Rosilio, D. 1982. A method for monitoring *Bemisia tabaci* and timing spray applications against the pest in cotton fields in Israel. Phytoparasitica 10: 85-91.

Meyerdirk, DE; Moreno, DS. 1984. Flight behaviour and colour trap preference of *Parabemisia myricae* (Kuwana) (Homoptera: Aleyrodidae) in a citrus orchard. Environmental Entomology 13: 167-170.

Musuna, ACZ. 1986. A method for monitoring whitefly *Bemisia tabaci* (Genn.), in cotton in Zimbabwe. Agriculture, Ecosystems and Environment 17: 29-36.

Ohnesorge, B; Sharaf, N; Allawi, T. 1980. Population studies on the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* Genn. (Homoptera: Aleyrodidae) during the winter season. I. The spatial distribution on some host plants. Zeittschnft fur Angewandte Entomologie 90: 226-232.

Reader, PM; Southwood, TRE. 1984. Studies on flight activity of the viburnum whitefly, a reluctant flyer. Entomol. Exp. Appl. 36: 185-191.

Salas, J. 1995. Trampas amarillas en la captura de *Bemisia tabaci* y sus parasitoides *Encarsia* y *Eretmocerus*. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 37: 39-42.

Steel, GD; Torrie, JH. 1988. Bioestadística: Principios y procedimientos. 1ª Ed. Español. Mc Graw Hill. 622 p.

Van Lenteren, JC; Noldus, LPJJ. 1990. Whitefly-plant relationships: behavioural and ecological aspects. *In*: Whiteflies: their Bionomics, Pest Status and Management. D. Gerling (ed.). Intercept, Andover, UK. p. 47-90.

Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) No. 67 p.51-57, 2003

Susceptibilidad de *Sitophilus zeamais* a insecticidas y butóxido de piperonilo en dos sustratos alimenticios

Eugenio Guerrero Rodríguez[1]
Hilda Leticia Silva Martínez[1]
Jorge Corrales Reynaga[1]

RESUMEN. Este trabajo se realizó con adultos de *Sithophilus zeamais* desarrollados en granos de maíz y sorgo, a los cuales se les aplicó tópicamente malatión, pirimifos metílico, lindano, permetrina y carbarilo, solos y en combinación con el sinergista butóxido de piperonilo. Se encontró que los niveles de susceptibilidad de *S. zeamais* de mayor a menor al nivel de DL_{50} expresada en µg/g de insecto fueron: pirimifos metílico 7,5 para maíz y 5,5 en sorgo; malatión 14,5 para maíz y 12,3 en sorgo; lindano 13,8 para maíz y 13,1 en sorgo; permetrina 31,8 para maíz y 34,4 en sorgo; carbarilo con 194 y 214 para adultos que se alimentaron de maíz y sorgo, respectivamente. No se observa diferencia entre las DL_{50} por causa de los sustratos.

En la mezcla de los insecticidas con butóxido de piperonilo se requirieron dosis menores de tóxico para obtener el mismo nivel de mortalidad que en los productos solos, aunque en el caso de la permetrina + butóxido de piperonilo el efecto fue mucho mayor, presentando el más alto coeficiente de cotoxicidad, de 24,65X para maíz y 35,46X para sorgo, seguido del carbarilo con 4,36X para sorgo y 3,85X para maíz; pirimifos metílico en maíz fue de 3,60X y para sorgo de 2,65X; malatión 2,37X para maíz y 2,51X para sorgo; y lindano 2,78X para maíz y 1,64 para sorgo. Es claro que las oxidasas de función múltiple juegan un papel importante en la detoxificación de insecticidas, principalmente enfatizándose en el piretroide.

Palabras clave: Sinergismo, oxidasas microsómicas, FOM.

ABSTRACT. Susceptibility of *Sithophilus zeamais* to insecticides and piperonyl butoxide in two food substrata. Research was conducted in order to evaluate susceptibility of *Sitophilus zeamais* fed with two diets (maize and sorghum) to insecticides of different toxicological groups, alone and combined with the synergist piperonyl butoxide. The LD_{50} (µg/g) and cotoxicity level were calculated from dosage-response curves. *S. zeamais* was susceptible a pirimiphos methyl even at the lowest dosage, 7.5 for those with a maize diet and 5.5 for those with sorghum; for malathion LD_{50} was 14.5 and 12.3 for insects fed with maize and sorghum, respectively; for lindane it was of 13.8 y 13.1; and 31.8 and 34.4 for permethrine. In the case of carbaril, *S. zeamais* showed more tolerance with 194 and 214 µg/g respectively. There were no differences between LD_{50} caused by the strata (maize and sorghum).

The insecticides plus a synergist, piperonyl butoxide, presented in all cases a lower LD_{50} than the insecticide alone, because a lower dose was required. Permethrine plus the synergist showed the highest cotoxicity level, 24.65X for maize and 35.46 for sorghum. Less efficient results were obtained with carbaril: 4.36X for sorghum and 3.85 for maize. For pirimiphos methyl, the result was 3.6X for maize and 2.65X sorghum; 2.37X for maize and 2.51X for sorghum for malathion; and for lindane the cotoxicity coefficient was of 1.64X for maize and 2.78X for sorghum. It is clear that microsomal oxidases play an important role in the detoxification of insecticides, mainly in the pyrethroid.

Key words: Synergism, microsomal oxidases, FOM.

Introducción

Los insectos causan daños considerables a los granos almacenados; en el mundo se han reportado 227 especies que afectan estos productos y en México se han reportado 66 especies que causan entre un 15 y un 25% de pérdidas. El uso de plaguicidas es en la actualidad el método de combate más común para contrarrestar las plagas de productos almacenados, lo que ha ocasionado el desarrollo de resistencia por parte de algunas

[1] Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento de Parasitología. C.P. 25315 Coahuila, **México**. eguerdz@hotmail.com.

de estas especies a los tóxicos utilizados para su combate. Para contrarrestar este problema se han planteado alternativas basadas en conocer el impacto de la dieta sobre la susceptibilidad a los insecticidas y el efecto de sinergistas, tanto como indicadores de fuentes de resistencia como para disminuir la cantidad de tóxico requerido (Metcalf 1967, Casida 1970).

Se sabe que los químicos pueden aumentar la actividad de los sistemas detoxificativos al estimular la producción de enzimas; en los insectos, esta capacidad varía de acuerdo con la especie, su estado de desarrollo, el medio ambiente, el desarrollo de resistencia a insecticidas, y la planta hospedante. Los sistemas degradantes más importantes en insectos son las oxidasas microsómicas y glutatión S-transferasa, los cuales actúan sobre carbámicos, fosforados y piretroides. Dichos sistemas enzimáticos pueden ser inducidos (Terriere 1984). Al respecto, Brattsten y Wilkinson (1977) demostraron que algunas sustancias de plantas aumentan la actividad de oxidasas reduciendo la susceptibilidad de las larvas de *Spodoptera eridania* a los insecticidas. Por su parte, Berry *et al.* (1980) señalan que larvas de *Peridroma saucia* alimentadas con hojas de menta presentaron niveles 9X de epoxidasas, que les ayudaron a expresar tolerancia a acefate, metomilo y malatión. A su vez, trabajos con larvas de *Spodoptera frugiperda* muestran que plantas como el maíz, la papa y el camote son buenos inductores de oxidasas, lo que las ayudó a presentar tolerancia a ocho insecticidas (Terriere 1984). Con respecto a las plagas de granos almacenados, Stadler *et al.* (1990) citan que *S. oryzae* desarrollados en centeno fueron 15X tolerantes al DDT y los desarrollados en trigo presentaron una tolerancia 37X a fosforados en comparación con los desarrollados en cebada.

Por otro lado, la presencia de resistencia en especies de *Sitophilus* en el mundo es conocida desde hace varios años; así, Champ y Cribb (1965) en Australia en *S. oryzae* encontraron una colonia resistente a lindano 77,2X en comparación con una susceptible, pero no reportan resistencia a *S. zeamais.* Los resultados de estos estudios pueden variar de acuerdo con la técnica empleada; por ejemplo, Parkin (1965), en Inglaterra, con la técnica de polvo impregnado, usando lindano para razas de *S. zeamais* de distintos países, señala que la proporción de resistencia más alta es de 7,9X para una raza de Kenya. Pero Lemon (1967) determinó una susceptibilidad de *S. zeamais* a malatión de 1024,9 µg/g de insecto. Por su parte De Lima (1972), usando una exposición o papeles filtro impregnados con lindano, al contrastar con 22 colonias de Kenya encontró una resistencia que varió de 1X hasta 49X.

En México, Arenas y Sánchez (1988) establecieron en *S. zeamais* la dosis letal media (DL_{50}), expresada en µg/g, a varios insecticidas, con los siguientes resultados: carbofurán 1,2; metomilo 4,3; piremifos metílico 4,8; malatión 25,9 y permetrina 28,8. Pérez (1988), en bioensayos con *S. zeamais* de varios estados de México, encontró que para el insecticida malatión la DL_{50} en µg/g varió de 3,08 hasta 14,48; para la permetrina osciló entre 11,96 y 42,12; y para el lindano fue de 49,17 hasta 127,53. García (1992) encontró en poblaciones *S. zeamais* de Veracruz las siguientes DL_{50}: 220,8 para lindano, 18,84 para malatión, 2,38 para permetrina y 3,07 para pirimifos metílico.

Es importante recordar que el butóxido de piperonilo es un producto seguro para el ser humano, ya que la DL_{50} oral en rata es de 11 500 mg/kg, y en estudios de efectos crónicos no se encontró ningún efecto dañino en rata a dosis de 100 mg/kg, consumidos durante 2 años (Liñán 1997).

Lo anteriormente expuesto nos lleva a considerar la relevancia de conocer la respuesta de *S. zeamais* a insecticidas de uso común para su combate al ser cultivada en dos importantes sustratos de este insecto, el maíz y el sorgo, así como estimar la respuesta de este insecto al butóxido de piperonilo, inhibidor de oxidasas de función múltiple, para establecer mejores estrategias de combate.

Materiales y métodos

El material biológico utilizado en esta investigación fue recolectado en maíz criollo en la ciudad de Saltillo, en Coahuila, México. Los *S. zeamais* fueron colocados en dos sustratos, maíz y sorgo, en recipientes de vidrio con cuatro litros de capacidad. Estos granos fueron previamente fumigados con fosfuro de aluminio, para evitar la presencia de insectos o ácaros, y se colocaron 1,5 kg de cada sustrato en los frascos. Los recipientes se taparon con tela de tul sujeta con bandas de caucho para evitar la salida o entrada de insectos, y se colocaron en una cámara de cría a 27 ± 2°C, a una humedad relativa de 70%, para lograr un mejor desarrollo del insecto.

Se evaluaron cinco insecticidas de uso común para la protección de granos y productos almacenados pertenecientes a cuatro grupos toxicológicos y un sinergista; estos fueron: malatión (95% i.a.), pirimifos

metílico (88% i.a.), lindano (99% i.a.), carbarilo (99% i.a.), permetrina (87% i.a., con 60% del isómero trans y 40% del isómero cis), y el sinergista butóxido de piperonilo. Los productos evaluados fueron de formulación comercial, excepto el butóxido de piperonilo (98 % i.a.), donado por Loveland de Colorado, EUA.

El método de bioensayo utilizado en este trabajo fue el de aplicación tópica, depositando 1 µl en el dorso del adulto, para lo cual se utilizó un microaplicador manual con un tornillo micrométrico y una jeringa Hamilton de 500 µl. Antes de la obtención de la línea de regresión se evaluaron diluciones de cada ingrediente activo en series de diez, para determinar dosis que se ubicaran entre el cero y el 100% de mortalidad (ventana biológica). Posteriormente, se utilizaron de seis a siete dosis por tóxico para obtener la línea de respuesta dosis-mortalidad. La cantidad de dosis utilizadas para las mezclas de insecticida + sinergista se estimaron utilizando una proporción insecticida-sinergista de 1:20, partiendo de la DL_{50} estimada para cada insecticida. Se utilizaron como solventes la acetona (99,5%) y el metanol (99,5%), este último solo para el carbarilo.

A las cinco semanas de infestado el sustrato, fue cribado por medio de un tamiz que permitía solo el paso de los gorgojos, los cuales fueron recolectados por medio de una máquina de vacío sin considerar el sexo, utilizando 30 picudos por dosis de producto, incluyendo un testigo, al que solo se le aplicó acetona o metanol. En el caso de las mezclas insecticida + sinergista, el testigo consistió en la aplicación del butóxido de piperonilo con el solvente respectivo. Antes de la aplicación de los tóxicos, los insectos fueron pesados en una balanza analítica Mettler AJ-100, con precisión de diezmilésimas, para establecer la DL_{50}.

Los insectos tratados fueron confinados en vasos de plástico, a los cuales se les colocó en el extremo superior tela de tul sujeta con una banda de caucho y etiquetas que identificaban las dosis, producto, sustrato y solvente. El conteo de mortalidad se realizó a las 24 horas, y el criterio de muerte fue considerar muerto al insecto que no pudo pararse al tocarlo con una aguja de disección, aunque presentará movimientos lentos de patas o alas.

El porcentaje de mortalidad se corrigió mediante la fórmula de Abbott cuando se manifestó mortalidad en el testigo menor al 15%. El análisis de cada bioensayo se realizó por medio del programa POLO–PC. El coeficiente de cotoxicidad se estableció con la fórmula citada por Sun y Johnson (1960), que consiste en dividir la DL_{50} del producto entre la DL_{50} de la mezcla.

Resultados y discusión

Bioensayos con insecticidas

Con respecto a la dosis letal media de los insecticidas evaluados, *S. zeamais* presentó mayor susceptibilidad a los productos fosforados (Cuadro 1); así, el pirimifos metílico fue el más eficiente, con datos que varían de 5,5 a 7,5 µg/g, seguido por el malatión y el lindano. Cabe enfatizar que en realidad no hay diferencias entre estos dos productos, ya que las DL_{50} varían entre 12,3 y 14,5 µg/gr, en tanto que para obtener el mismo nivel de mortalidad con el piretroide permetrina se requieren dosis hasta siete veces más altas con respecto al pirimifos metílico. El carbarilo resultó ser el más ineficiente para controlar a *S. zeamais,* dado que se requirieron hasta 214 µg/gr.

En este sentido, comparar la información presentada por Arenas (1988) permite inferir que para pirimifos metílico y permetrina las DL_{50} son iguales a las

Cuadro 1. DL_{50}, límites fiduciales y DL_{95} de diferentes insecticidas en adultos de *Sitophilus zeamais* desarrollados en maíz y sorgo.

Insecticida	Sustrato alimenticio	µg/g DL_{50}	Límites fiduciales (95%) inferior-superior	DL_{95}
Malatión	maíz	14,5	(14,4 – 16,5)	40,0
	sorgo	12,3	(11,5 – 13,1)	25,2
Pirimifos metílico	maíz	7,5	(7,0 – 7,9)	15,4
	sorgo	5,5	(5,0 – 5,7)	13,1
Permetrina	maíz	31,8	(31,5 – 32,0)	44,3
	sorgo	34,4	(33,4 – 35,7)	56,8
Carbarilo	maíz	194,3	(174,7 – 206,3)	640,4
	sorgo	214,7	(198,6 – 233,4)	603,4
Lindano	maíz	13,8	(10,9 – 16,8)	184,7
	sorgo	13,1	(11,3 – 15,2)	66,5

obtenidas en este trabajo, en tanto que las DL_{50} para malatión son menores a las reportadas por dicho autor. A su vez, al comparar los resultados con los que cita Pérez (1988), se tiene que permetrina y malatión se ubican en valores similares, pero el lindano presenta valores más bajos que los citados por este investigador; es decir, en general, los gorgojos del maíz se ubican no como individuos resistentes a plaguicidas sino como una población normal con rango de susceptibilidad afín al de otras poblaciones de México.

No hay diferencias en cuanto a la susceptibilidad a los tóxicos evaluados entre los insectos desarrollados en los sustratos maíz y sorgo con respecto a la DL_{50} y DL_{95} (Cuadro 1), y aunque se aprecian pequeñas diferencias entre insecticidas, estas no son significativas, ya que en ocasiones se orientan hacia el sustrato maíz como en malatión, pirimifos metílico y lindano, y en otras hacia el sorgo, como en permetrina y carbarilo (Fig. 1). Esto indica que el alimento que *S. zeamais* haya consumido durante su desarrollo larvario o fase adulta no influye en la presencia de una mayor cantidad de enzimas detoxificantes que conlleve la necesidad de usar más tóxicos para causar los mismos niveles de mortalidad.

Bioensayos con sinergistas

En el Cuadro 2 se presentan los resultados de DL_{50} de las mezclas de insecticida + sinergista, donde se puede observar que todos los insecticidas requieren dosis menores para alcanzar dicho nivel de mortalidad, lo cual implica que la presencia de oxidasas de función múltiple gobiernan en esta población de picudos la detoxificación de los insecticidas, ya que fueron inhibidas por el butóxido de piperonilo. Cabe resaltar el caso de la permetrina, donde solo se requirió de 1,29 y 0,97 µg/g en las poblaciones desarrolladas en maíz y sorgo, respectivamente. En segundo término se ubicó la mezcla correspondiente al pirimifos metílico, que solo demandó de 2,04 y 2,07 µg/g para picudos provenientes de los sustratos maíz y sorgo, respectivamente. Posteriormente se ubicaron las mezclas del lindano y malatión que varían de 4,7 a 8,4 µg/g. El carbarilo presentó los peores resultados, porque aun con el butóxido de piperonilo requirió de 50 µg/g para obtener la DL_{50}.

Lo anterior concuerda con lo reportado por Elliot *et al.* (1978), quienes señalan que insecticidas fosforados y piretroides en mezcla con butóxido de piperonilo aplicado a granos en silos a *S. granarius* y *S. oryzae*

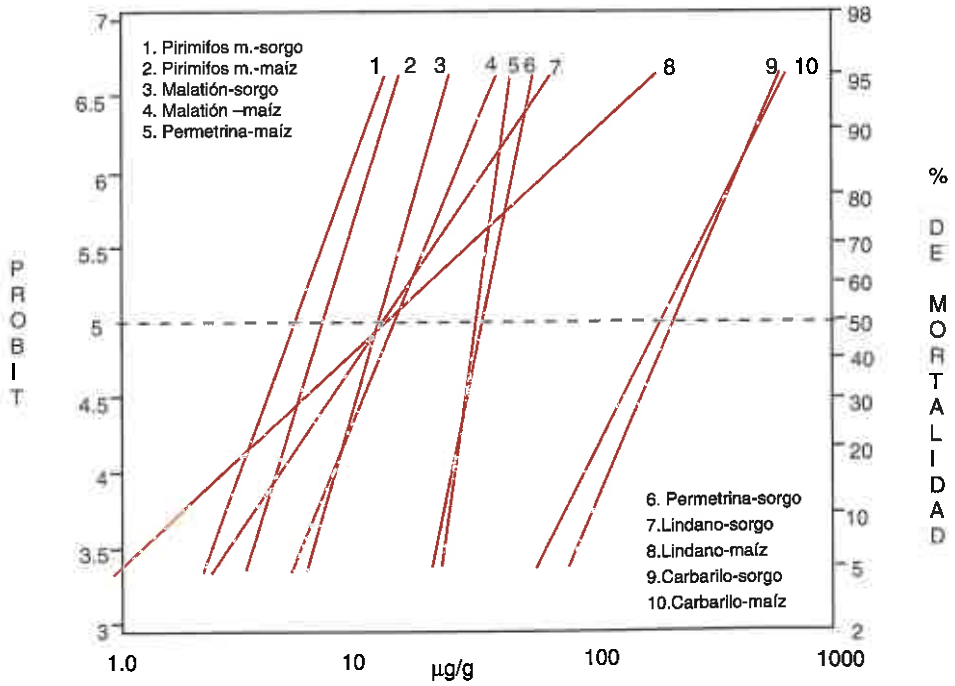


Figura 1. Líneas de respuesta dosis-mortalidad a insecticidas de adultos de *Sitophilus zeamais* desarrollados en maíz y sorgo.

resistentes a fosforados mostraron diferentes niveles de sinergismo, presentando el mejor efecto el piretroide bioresmetrina. A su vez, Samson *et al.* (1990) enfatizan que la mezcla del piretroide deltametrina con butóxido de piperonilo fue más eficiente sobre *S. zeamais*. Esto implica que los picudos de *Sitophilus* en general tienen un sistema oxidante activo para detoxicar más fuertemente los piretroides que otros grupos químicos, aun cuando las diferentes razas de las diversas especies de este género no sean resistentes, por lo que el butóxido de piperonilo ayuda a disminuir las dosis que de estos productos se aplican, incrementando notablemente su eficiencia.

En ese segundo estudio queda clara la importancia de las oxidasas de función múltiple en *S. zeamais* para la detoxificación de los xenobióticos y, por otro lado, se ratifica que el sustrato maíz o sorgo carece de efecto sobre la tolerancia a los tóxicos, tanto a la DL_{50} como a la DL_{95} (Cuadro 2).

Los insecticidas tienden a estar apareados sin importar el sustrato, y el carbarilo sigue siendo el producto menos eficiente, aun con la ayuda del butóxido de pipieronilo, pero la permetrina mezclada con el sinergista se ubica ahora como el producto más eficiente (Fig. 2).

Coeficiente de cotoxicidad

Con los datos de DL_{50} obtenidos de los picudos expuestos a insecticidas solos y a las mezclas de insecticida con el sinergista, se calculó el coeficiente de cotoxicidad (Cuadro 3). La permetrina, que no presentó la mejor acción insecticida, al mezclarse con el sinergista inhibe fuertemente las oxidasas que trabajan sobre este piretroide, por lo que presentó el más alto coeficiente de cotoxicidad: 24,65X para maíz y 35,46X para sorgo, por lo que ahora para obtener la DL_{50} se requiere poca cantidad del tóxico, que varía de 0,97 a 1,29. Esto implica que las enzimas oxidantes de *S. zeamais* trabajan fuertemente para degradar rápidamente la permetrina. Por el contrario, se puede observar que la acción más pobre del sinergista fue con el lindano, con un coeficiente de cotoxicidad de solo 1,64X y 2,78X para insectos desarrollados en maíz y sorgo, respectivamente. Lo anterior puede deberse a que normalmente las oxidasas de función múltiple actúan más activamente sobre los piretroides, pero la acción sobre los clorados es mucho menor (Lagunes y Villanueva 1995). Como se puede observar con respecto a los inhibidores de colinesterasa, como los productos fosforados y carbámicos, el grado de aumento de actividad de los insecticidas por la inhibición de oxidasas fue ligeramente mayor que en el lindano, donde la DL_{50} varió de 2X a 4X, por lo que el efecto no es tan fuerte como en el caso de los piretroides. Esto enfatiza que las enzimas oxidantes participan en la degradación de los insecticidas evaluados, aunque los niveles de sinergismo suelen ser bajos para la mayoría de los tóxicos.

En cuanto a la relación entre sustratos (Cuadro 3), los *S. zeamais* presentaron un coeficiente de cotoxicidad prácticamente igual entre los desarrollados en maíz y en sorgo, lo cual confirma que un sustrato en particular no propicia una inducción de oxidasas que obligue a reducir la susceptibilidad a tóxicos y por ende a soportar mayor cantidad de insecticidas.

Cuadro 2. DL_{50}, límites fiduciales y DL_{95} de diferentes insecticidas con butóxido de piperonilo en adultos de *Sitophilus zeamais* desarrollados en maíz y sorgo.

Insecticida + sinergista	Sustrato alimenticio	µg/g		
		DL_{50}	Límites fiduciales (95%) inferior-superior	DL_{95}
Malatión + bp	maíz	6,10	(5,5 – 6,8)	18,1
	sorgo	5,70	(5,2 – 6,3)	16,8
Pirimifos metílico + bp	maíz	2,04	(1,8 – 2,2)	4,3
	sorgo	2,07	(1,8 – 2,2)	6,3
Permetrina + bp	maíz	1,29	(1,2 – 1,3)	2,9
	sorgo	0,97	(0,8 – 2,2)	2,5
Carbaril + bp	maíz	50,45	(42,5 – 58,8)	208,8
	sorgo	49,20	(41,0 – 57,8)	206,3
Lindano + bp	maíz	8,40	(7,0 – 9,7)	30,6
	sorgo	4,70	(3,6 – 5,5)	27,8

bp = butóxido de piperonilo.

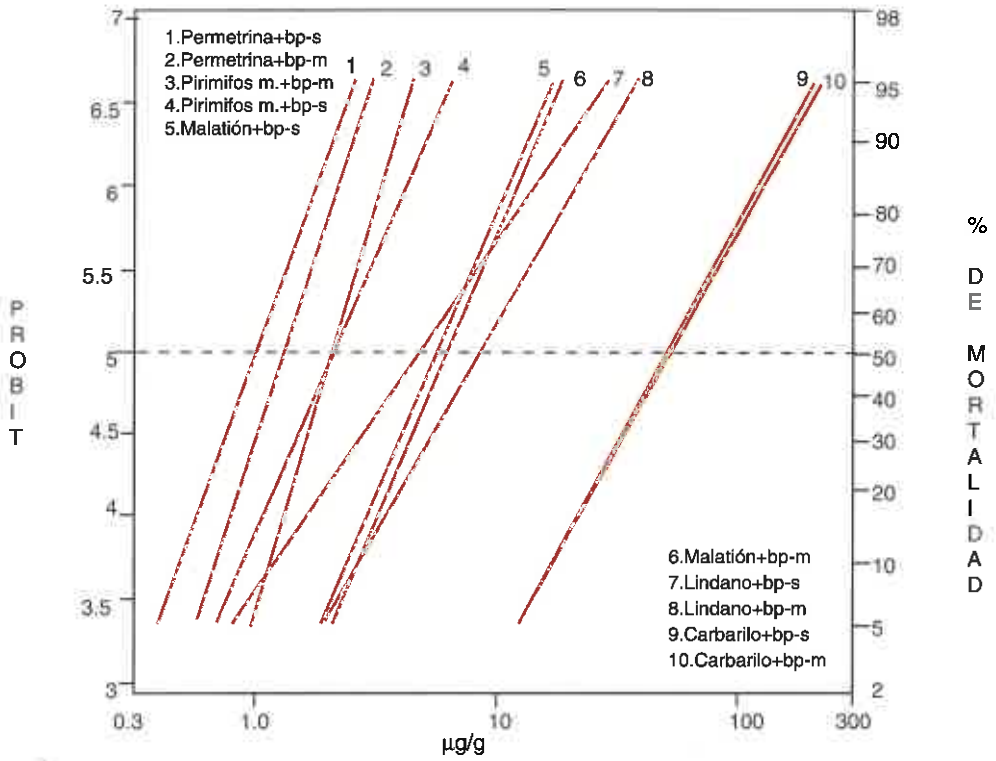


Figura 2. Líneas de respuesta dosis-mortalidad a mezclas de insecticidas y butóxido de piperonilo (bp) de *Sitophilus zeamais* desarrollados en maíz (m) y sorgo (s).

Cuadro 3. Coeficiente de cotoxicidad de adultos de *Sitophilus zeamais* desarrollados en maíz y sorgo a insecticidas y butóxido de piperonilo.

Insecticidas y mezclas	Sustrato	DL_{50} µg/g	Coeficiente de cotoxicidad	Ecuación de predicción
Malatión	maíz	14,50		Y= 2,27 + 3,96X
Malatión + bp	maíz	6,10	2,37	Y= 0,12 + 3,55X
Malatión	sorgo	12,30		Y= 3,83 + 5,27X
Malatión + bp	sorgo	5,70	2,15	Y= 0,10 + 3,61X
Pirimifos metílico	maíz	7,50		Y= 3,07 + 5,29X
Pirimifos metílico+ bp	maíz	2,04	3,60	Y= 0,01 + 5,12X
Pirimifos metílico	sorgo	5,50		Y= 0,82 + 4,38X
Pirimifos metílico+ bp	sorgo	2,07	2,65	Y= 2,04 + 3,29X
Permetrina	maíz	31,80		Y=10,95 + 7,55X
Permetrina + bp	maíz	1,29	24,65	Y= 1,77 + 4,25X
Permetrina	sorgo	34,40		Y=11,77 + 7,62X
Permetrina + bp	sorgo	0,97	35,46	Y= 2,76 + 3,90X
Carbarilo	maíz	194,30		Y= 4,10 + 3,11X
Carbarilo + bp	maíz	50,45	3,85	Y= 1,26 + 2,66X
Carbarilo	sorgo	214,70		Y= 5,67 + 3,66X
Carbarilo + bp	sorgo	49,20	4,36	Y= 1,02 + 2,65X
Lindano	maíz	13,80		Y= 2,38 + 1,46X
Lindano + bp	maíz	8,40	1,64	Y= 0,30 + 2,97X
Lindano	sorgo	13,10		Y= 0,96 + 2,36X
Lindano + bp	sorgo	4,70	2,78	Y= 2,30 + 2,13X

bp = Butóxido de piperonilo

Conclusiones

Los adultos de *S. zeamais* desarrollados en maíz mostraron las siguientes DL_{50} en µg/g: pirimifos metílico 7,5; lindano 13,8; malatión 14,5; permetrina 31,8 y carbarilo 194,3.

La DL_{50} en µg/g para los insectos desarrollados en sorgo fue: pirimifos metílico 5,5; malatión 12,3; lindano 13,1; permetrina 34,4 y carbarilo 214,7.

Todos los insecticidas son degradados por oxidasas de función múltiple, pero no se observó diferencia en cuanto a susceptibilidad por el substrato de procedencia entre maíz y sorgo.

Los coeficientes de cotoxicidad de los insectos desarrollados en maíz y sorgo para los insecticidas en mezcla con butóxido de piperonilo fueron, de mayor a menor: permetrina 35X y 24X, carbarilo 3,85X y 4,36X, pirimifos metílico 3,60X y 2,66X, malatión 2,37 y 2,15, y lindano con 1,64X y 2,78X.

Literatura citada

Arenas, LC; Sánchez, H. 1988. DL_{50} de siete insecticidas de diferentes grupos toxicológicos aplicados a *Sitophilus zeamais*. Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). Resumen del XXIII Congreso Nacional de Entomología. Morelia, Michoacán. Sociedad Mexicana de Entomología. p. 232.

Brattsten, LB; Wilkinson, CF. 1977. Herbivore plant interactions: Mixed – function oxidases and secondary plant substances. Science 96: 1349–1352.

Berry, RE; Yu, SJ; Terriere, LC. 1980. Influence of host plants on insecticide metabolism and management of variegated cultworm. Journal of Economic Entomology 73:771-774.

Casida, JE. 1970. Mixed function oxidase involvement in the biochemistry of insecticide synergists. Journal of Agricultural Food Chemistry 18:753-772.

Champ, BR; Cribb, JN. 1965. Lindan resistance in *Sitophilus orizae* (L.) and *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae) in Queensland. J. Stored Prod. Res. 1:9-24.

De Lima, C. 1972. Lindane resistance in field strains of *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae) in Kenya. J. Stored Prod. Res. 8:167-175.

Elliott, MN; Janes, NF; Potter. 1978. The future of pyrethroids in insect control. Annual Review of Entomology 23:443-469.

García, RI. 1992. Susceptibilidad de *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae) a insecticidas de diferentes grupos toxicológicos de tres áreas de Veracruz. Tesis de Licenciatura. Saltillo, Coahuila, México. Instituto de Ciencia y Cultura. 54 p.

Lagunes, TA; Villanueva, JA. 1995. Toxicología y manejo de insecticidas. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillos, Texcoco, México. 264 p.

Lemon, RW. 1967. Laboratory evaluation of some additional organophosphorus insecticides against stored product beetles. J. Stored Prod. Res. 3:283-287.

Liñán, VC. 1997. Farmacología vegetal. Madrid, España, Ediciones Aerotécnicas. p. 166-167.

Metcalf, RL. 1967. Mode of action of insecticide synergists. Annual Review of Entomology 12:229-256.

Parkin, EA. 1965. The onset of insecticide resistance among field population of stored products insects. J. Stored. Prod. Res. 1:3-8.

Pérez, MJ. 1988. Susceptibilidad a insecticidas en poblaciones del picudo del maíz *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) de varias localidades de México. Tesis de Maestría. Chapingo, México. Colegio de Postgraduados. 142 p.

Samson, PR; Parker, RJ; Hall, EA. 1990. Synergized delthamethrin as a protectant against *Sitophilus zeamais* Motsch. and *S. oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) on stored maize. J. Stored Prod. Res. 26: 155–161.

Stadler T; Picollo, MI; Zerba, EN. 1990. Factores ecofisiológicos relacionados con la susceptibilidad a insecticidas y la resistencia a malatión en *Sitophilus orizae*. (L.) (Coleoptera: Curculionidae). Argentina, Boletín de Sanidad Vegetal. 16:743–754.

Sun, YP; Johnson, ER. 1960. Analysis of joint action of insecticides against home flies. Journal of Economic Entomology 53: 887–892.

Terriere. L.C. 1984. Induction of detoxication enzymes in insects. Ann. Rev. Entomol. 29:71-88.

Redução da oviposição e da sobrevivência de ovos de *Leucoptera coffeella* causadas pelo óleo emulsionável de nim

Sueli Souza Martinez[1]
Ana Maria Meneguim[1]

RESUMO. Os efeitos de diferentes concentrações de óleo emulsionável de nim na oviposição de *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) e na sobrevivência dos ovos de foram avaliados em laboratório, como parte de um projeto de utilização do nim para controle das principais pragas do café orgânico. Plântulas de café foram pulverizadas com soluções aquosas do óleo emulsionável de nim em concentrações que variaram de 0,125% a 2,5% e oferecidas a adultos de *L. coffeella*, em ensaios com e sem chance de escolha. Um grupo controle de plântulas foi pulverizado com água. O número de ovos na superfície das folhas de café tratadas com as soluções aquosas de óleo emulsionável de nim foi reduzido em cerca de 50%, em comparação com as plantas não tratadas ($P<0,01$). A ação letal do nim sobre os ovos foi avaliada por meio da pulverização do produto, nas mesmas concentrações do teste com chance de escolha, sobre ovos depositados na superfície das folhas de plântulas de café. Todas as concentrações testadas causaram mortalidade significativa, a qual aumentou nas maiores doses ($P<0,05$). Os efeitos somados da repelência de oviposição e da ação ovicida, culminaram com 77% e 89% de redução do número de lagartas eclodidas, quando soluções de óleo emulsionável de nim a 0,125% e 0,25%, respectivamente, foram pulverizadas sobre as folhas de cafeeiro. Assim, embora ainda deva ser avaliado no campo, é possível que a pulverização do produto possa reduzir a colonização de *L. coffeella* em cafezais, evitando que altas populações da praga se instalem na lavoura.

Palavras chaves: *Azadirachta indica*, reprodução, deterrente de oviposição, inseticida botânico, bicho-mineiro do café.

ABSTRACT. Reduction of egg laying and egg survival of *Leucoptera coffeella* caused by neem oil solutions. The effects of different concentrations of aqueous solutions of neem oil on egg laying and egg survival of *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) were studied in laboratory conditions, as part of a project on neem utilisation for the management of the main pests in organic coffee. Aqueous solutions of neem oil were sprayed on coffee seedlings at concentrations varying from 0.125% to 2.5% and offered to *L. coffeella* adults in multiple choice and no-choice bioassays. A control group was sprayed with water. The number of eggs on the surface of the leaves of the coffee seedlings treated with neem oil aqueous solutions was significantly reduced (about 50%) in comparison with the control plants ($P<0.01$). The lethal action of neem solutions on eggs was evaluated by spraying the same range of concentrations on the eggs deposited on the leaf surface of coffee seedlings. All concentrations tested promoted significant mortality, which increased with the dose ($P<0.05$). The ovicidal effect added to the ovipositional deterrence reduced the number of larvae by 77% and 89% when neem oil solutions at 0.125% and 0.25%, respectively, were sprayed on the leaf surface. Therefore, although they require further field tests, sprays of the product could possibly reduce *L. coffeella* colonisation on coffee plants, thus preventing high pest populations from infesting the crops.

Key words: *Azadirachta indica*, reproductive behaviour, oviposition deterrence, egg hatching, botanical insecticide.

Introdução

Leucoptera coffeella Guérin-Meneville (Lepidoptera: Lyonetiidae) é uma das principais pragas do café cultivado no Brasil, onde ela pode provocar cerca de 50% de redução na produção de café (Souza *et al.* 1998). Os adultos depositam os ovos na superfície superior das folhas. Após a eclosão, as lagartas penetram na epiderme da folha e se alojam sob a superfície. O dano resulta das lesões causadas pela

[1] Instituto Agronômico do Paraná C. postal 481 Londrina PR 86001-970 **Brazil.** suemart@sercomtel.com.br, meneguim@pr.gov.br

alimentação das lagartas, que reduz a área fotossintética e cause desfolha.

A produção orgânica de café aumentou no Brasil durante a última década, principalmente em resposta à crescente demanda de produtos isentos de pesticidas pelos consumidores. A maior parte dos métodos de controle de pragas disponíveis em café inclui o uso de agrotóxicos, que não podem ser usados para produção orgânica. Os derivados de nim, *Azadirachta indica* A. Juss., são considerados ecologicamente adequados, aceitos pelo Instituto Biodinâmico, e por essa razão oferecem uma alternativa especialmente promissora.

Dentre os mais de 30 terpenóides presentes na planta e com propriedades semelhantes, a azadiractina é o mais importante e pode afetar mais de 400 espécies de insetos (Schmutterer 1995), reduzindo alimentação e afetando a conversão do alimento (Martinez y van Emden 1999), atrasando o desenvolvimento, impedindo ou prejudicando a ecdise, causando deformidades (Martinez y van Emden 2001), e reduzindo a fertilidade e fecundidade dos adultos.

Alguns estudos têm mostrado que os extratos de nim podem reduzir a população de outras pragas do café. Efeito repelente em adultos da broca-do-café, *Hypothenemus hampei* Ferr. (Coleoptera: Scolytidae) (Rodrígues-Lagunes *et al.* 1998), e redução da alimentação e morte de adultos (Sponagel 1994) foram demonstrados em condições de laboratório e campo. Extratos de nim causaram mortalidade de ninfas e adultos de *Brevipalpus phoenicis* (Acarina), outra praga de café, em condições de laboratório (Meneguim y Martinez 1998).

Embora a ação do nim tenha sido estudada sobre grande número de espécies de Lepidoptera, o modo de ação de extratos de nim ou da azadiractina sobre *L. coffeella* ainda não é conhecido.

No presente trabalho, foram investigados os efeitos de diferentes concentrações de solução aquosa de óleo emulsionável de nim sobre o comportamento de oviposição de *P. coffeella* e na sobrevivência dos ovos, com objetivo de avaliar a possibilidade de se utilizar esse produto na redução de infestações de *L. coffeella* na cultura do café.

Materiais e métodos

Os trabalhos foram realizados no Instituto Agronômico do Paraná, em Londrina, Brazil, no ano 1999. Folhas de café infestadas com lagartas de *L. coffeella* foram coletadas em plantio de *Coffea arabica* na região de Londrina trazidas para o laboratório. As folhas foram então colocadas em gaiolas de 82 x 60 x 41 cm, cobertas com náilon fino e mantidas em condições de laboratório. Os testes foram realizados com adultos emergidos dessas lagartas.

O óleo emulsionável de sementes de nim ACE-Nim EC, produzido pela Fundación Agricultura y Medio Ambiente Inc., República Dominicana, contendo 0,5% de azadiractina foi usado em todos os experimentos.

Redução da oviposição

Teste com chance de escolha. Doze plântulas de café com dois meses de idade, por tratamento, foram pulverizadas até cobertura total com soluções aquosas do óleo emulsionável de nim em quatro concentrações: 0,125%, 0,25%, 1,25% e 2,5%. Um grupo controle de doze plântulas foi pulverizado com água. Utilizou-se uma faixa de concentração em torno da concentração recomendada do produto para controle de pragas no campo (0,5%). Quando a superfície das folhas estava totalmente seca, as plântulas foram colocadas em gaiolas de mesmas dimensões como descrito acima. Quatro gaiolas (repetições) foram usadas para cada tratamento, contendo um grupo de três plântulas por tratamento.

Teste sem chance de escolha. Trinta plântulas de café por tratamento foram pulverizadas até total cobertura das folhas com soluções aquosas de óleo emulsionável de nim em duas concentrações: 0,125% e 0,25%, empregando-se as doses mais baixas que se mostraram eficientes no experimento com chance de escolha. Um grupo controle de doze plântulas foi pulverizado com água. Depois que a superfície das folhas estava seca, as plântulas foram dispostas nas gaiolas como descrito acima. Foram usadas três gaiolas (repetições) que continham dez grupos de três plântulas para cada tratamento.

Em ambos os testes, cerca de 400 adultos de *L. coffeella*, um dia após a emergência, foram liberados por gaiola, após a pulverização das soluções de óleo emulsionável de nim. O número de ovos depositados sobre a superfície das folhas foi determinado dois dias após a liberação dos adultos nas gaiolas.

Sobrevivência dos ovos

Folhas de café contendo aproximadamente cinco ovos de *L. coffeella* cada, com um dia de idade, foram

pulverizadas com soluções aquosas de óleo emulsionável de nim nas mesmas concentrações usadas no teste com chance de escolha, mantendo-se uma testemunha com água. Depois de secas as folhas foram colocadas individualmente em placas de Petri forradas com papel de filtro úmido e mantidas a 25°C. Três repetições compostas de cinco placas de Petri foram avaliadas por tratamento. O número de ovos que produziram lagartas foi contado quatro dias após a pulverização.

Os resultados de todos os experimentos foram submetidos a análise de variância e ao teste de Tukey a 0,5% de probabilidade.

Resultados

Redução da oviposição

A pulverização de soluções aquosas de óleo emulsionável de nim sobre plântulas de cafeeiros reduziu o número de ovos depositados por adultos de *L. coffeella* sobre as folhas, mostrando a ação inibitória de oviposição do produto sobre a espécie.

No teste com chance de escolha, o número de ovos depositados por *L. coffeella* nas folhas tratadas foi inferior ao número nas folhas não tratadas ($P \leq 0{,}01$) (Fig. 1). A redução média variou de 52,3% na concentração mais baixa do óleo emulsionável (0,125%) a 61,6% na concentração mais alta (2,5%). Entretanto, as diferenças na redução da oviposição entre os grupos tratados não foram estatisticamente significativas ($P > 0{,}05$).

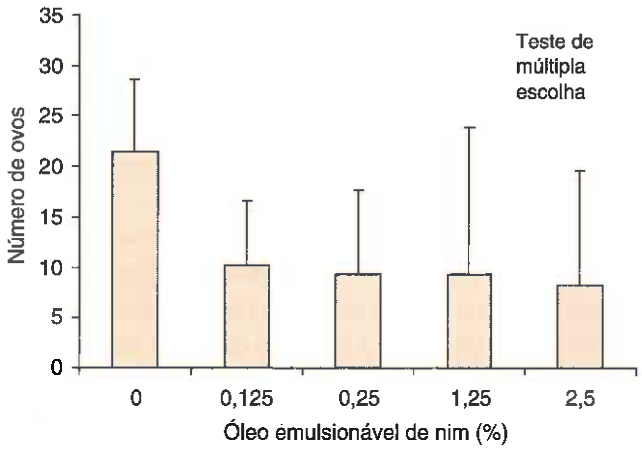


Figura 1. Redução da oviposição de *L. coffeella* em plântulas de café pulverizadas com solução aquosa de óleo emulsionável de nim a diferentes concentrações em teste com chance de escolha.

O teste sem chance de escolha foi realizado com o objetivo de avaliar se na ausência de plântulas livres do óleo do nim, os adultos iriam aceitar a superfície tratada para oviposição. Como, no teste com chance de escolha, todos os tratamentos com óleo emulsionável de nim promoveram redução semelhante na oviposição de *L. coffeella*, as concentrações mais baixas desse experimento foram utilizadas no teste sem chance de escolha. Mesmo com todas as plantas tratadas com o óleo de nim, ambas concentrações testadas promoveram menor número de ovos nas plântulas pulverizadas, em comparação com as não tratadas, sendo que a concentração maior (0,25%) não causou maior redução no número de ovos do que metade dessa dose ($P \leq 0{,}01$) (Fig. 2).

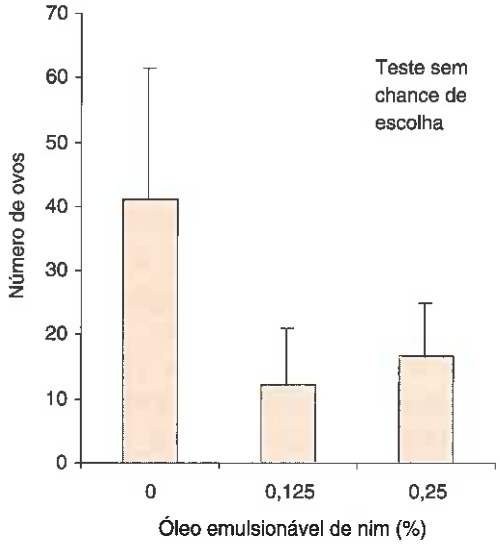


Figura 2. Redução da oviposição de *L. coffeella* em plântulas de café pulverizadas com diferentes concentrações de solução aquosa de óleo emulsionável de nim em teste sem chance de escolha.

Mesmo utilizando-se o mesmo número de adultos nos dois tratamentos, o número médio de ovos depositados por *L. coffeella* nas plântulas não tratadas no teste sem chance de escolha, ou seja, quando plantas tratadas não estavam presentes, foi cerca de duas vezes maior que o número observado nas plântulas não tratadas no teste sem chance de escolha, ou seja, nas gaiolas onde havia plantas tratadas e não tratadas.

Sobrevivência dos ovos

A pulverização de soluções aquosas de óleo emulsionável de nim sobre ovos de *L. coffeella*

reduziu a germinação dos ovos de modo dependente da dose ($P \leq 0,01$), mostrando efeito ovicida de contato do produto sobre essa espécie (Fig. 3). As duas concentrações mais altas das soluções (1,25% e 2,5%) ocasionaram redução da germinação superior (71,5%) em comparação com as duas concentrações mais baixas (0,125% e 0,25%), que reduziram a germinação para 48% e 52% dos ovos respectivamente ($P \leq 0,05$).

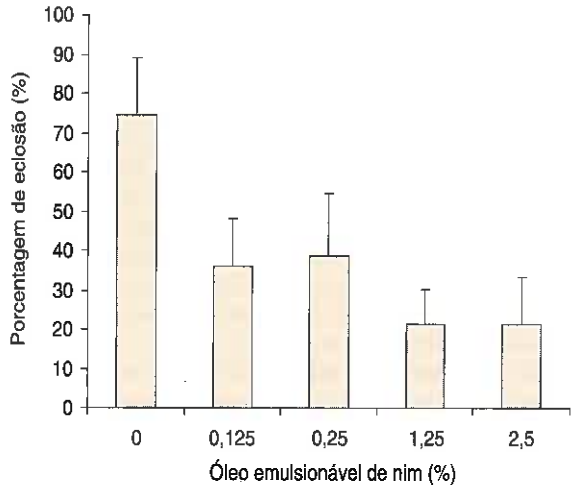


Figura 3. Porcentagem de eclosão de *L. coffeella* após pulverização dos ovos com solução aquosa de óleo emulsionável de nim a diferentes concentrações.

Discussão

Os estímulos inibitórios são fatores importantes na escolha dos locais de oviposição pelos insetos. O óleo de nim mostrou-se efetivo em reduzir a oviposição de *L. coffeella* em ambos testes, com e sem chance de escolha.

Resultados semelhantes foram relatados para derivados de nim em diversas espécies de Lepidoptera. Uma solução aquosa de óleo de semente de nim a 2% inibiu totalmente a oviposição de *Spodoptera littoralis* (El-Sayed 1983) e reduziu a oviposição de *Spodoptera litura* a cerca de um quinto do observado no grupo controle (Joshi y Sitaramaiah 1979). Chandramohan y Nanjan (1992) obtiveram cerca de 50% de redução na oviposição de *Plutella xylostella* em folhas de repolho tratadas com uma formulação comercial de óleo de nim.

Os quimioreceptores tarsais dos insetos respondem a aleloquímicos, como à azadiractina (Blaney y Simmonds 1990), e estão envolvidos na seleção do local de oviposição. Isso poderia explicar o reduzido número de ovos nas folhas tratadas com soluções aquosas de óleo de nim, já que os adultos tocam a superfície das folhas antes da oviposição. A razão pela qual o número de ovos depositados nas plântulas não tratadas foi maior no teste sem chance de escolha, ou seja, nas gaiolas livres da presença de nim, não está muito clara. Saxena y Rembold (1984) discutiram a ação repelente de derivados de nim e compararam sua ação quando mantidos fora do contato com os insetos e diretamente aplicados sobre a superfície de oviposição. Segundo esses autores, o óleo de nim não é um repelente, mas um deterrente de oviposição por contato, conforme observado para adultos de *Heliothis armigera*, já que à distancia o produto nem atraiu nem repeliu os adultos. Assim, é possível que os quimioreceptores tarsais de *L. coffeella* tenham sido inibidos após o contato com o óleo de nim nas plantas tratadas, reduzindo a oviposição nas plantas não tratadas.

Os efeitos deterrentes dos produtos de nim podem ser importante ferramenta para prevenir o estabelecimento de infestações do inseto no campo. Embora maiores estudos ainda devam ser desenvolvidos, principalmente no campo, os resultados obtidos indicam o potencial de utilização do nim para proteção do café contra infestações de *L. coffeella.*

Além disso, pulverizações de soluções aquosas de óleo de nim sobre os ovos reduziram a eclosão das lagartas, mostrando efeito ovicida tópico. Esse comportamento é variável de acordo com a espécie. Tratamento tópico de ovos com azadiractina não afetou a eclosão em *Oncopeltus fasciatus* (Dorn 1986) e em *Spodoptera exempta* Walk. (Tanzubil y McCaffery 1990), porém reduziu a população de ninfas do percevejo *Dysdercus koenigii* Fab. (Bathal *et al.* 1991).

Somando-se a redução da oviposição à ação ovicida do nim, obtém-se teoricamente 77% a 89% de redução do número de lagartas eclodidas, quando se pulveriza o óleo emulsionável de nim em folhas de cafeeiro 0,125% e 2,5%, respectivamente. A associação dos resultados obtidos aqui com os efeitos deterrente e inseticida dos produtos de nim em outras pragas do café, como *H. hampei* (Sponagel 1994, Rodrígues-Lagunes *et al.* 1998) e *B. phoenicis* (Meneguim y Martinez 1998) reforçam o potencial de uso do nim para o manejo de pragas do cafeeiro.

Literatura citada

Bhathal, SS; Singh, D; Dhillon, RS; Nayyar, K. 1991. Ovicidal effect of neem oil and plant extract of *Ageratum conyzoides* Linn. on *Dysdercus koenigii* Fab. Journal of Insect Science. p. 185-186.

Blaney, WM; Simmonds, MSJ. 1990. A behavioural and electrophysiological study of the role of tarsal chemoreceptors in feeding by adults of *Spodoptera littoralis*, *Heliothis virescens* and *Helicoverpa armigera*. Journal of Insect Physiology 36: 743-756.

Chandramohan, N; Namjan, N. 1992. Effect of plant product spray on the ovipositional behaviour of diamond back moth, *Plutella xylostella* (L.). Neem Newsletter 9 (1): 8-9.

Dorn, A. 1986. Effects of azadirachtin on reproduction and egg development of the heteropteran *Oncopeltus fasciatus* Dallas. Journal of Applied Entomology 102: 313-319.

El-Sayed, EI. 1983. Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) seeds as antifeedant and ovipositional repellent for the egyptian cotton leafworm *Spodoptera littoralis* (Boisd.). Bulletin of the Entomological Society of Egypt 1982-1983: 49-58.

Joshi, BG; Sitaramaiah, S. 1979. Neem kernel as an oviposition repellent *for Spodoptera litura* (F.) moths. Phytoparasitica 7(3): 199-202.

Martinez, SS; van Endem, HF. 1999. Sublethal concentrations of azadirachtin affect food intake, conversion efficiency and feeding behaviour of *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae). Bulletin of Entomological Research 89: 65-71.

Martinez, SS; van Endem, HF. 2001. Growth disruption, abnormalities and mortality of *Spodoptera littoralis* caused by azadirachtin. Neotropical Entomology 30(1): 113-125.

Meneguim, AM; Martinez, SS. 1998. Avaliação da eficiência de extratos de neem (*Azadirachta indica*) no controle de ácaros. *In* XVII Cong. Bras. Ent.. Rio de Janeiro, Soc. Ento.Bras., p. 1053.

Rodrígues-Lagunes, DA; Lagunes-Tejeda, A; Riestra-Días, D; Rodrígues-Maciel, JC; Becerril-Román, AE; Velasques-Mendoza, J. 1998. Semillas del árbol de nim *Azadirachta indica* (Geraniales: Meliaceae) como insecticida natural, en el agroecosistema cafeto. *In* Mem. XXI Cong. Nac. Contr. Biol., Rio Bravo, Mexico. Sociedad Mexicana de Control Biológico. p. 308-310.

Saxena, KN; Rembold, H. 1984. Orientation and ovipositional responses of *Heliothis armigera* to certain neem contituents,. *In* Eds. H Schmutterer; KRS Asher. *Proceedings 2nd Inernational Neem Conference.* Germany, GTZ, Echborn. p. 141-150.

Schmutterer, H. 1995. The neem tree *Azadirachta indica* A. Juss. and other meliaceous plants. VCH, Weinheim. 696 p.

Souza, JC; Reis, PR; Rigitano, RLO. 1998. Bicho-mineiro do cafeeiro: biologia, danos e manejo integrado. EPAMIG, Boletim Técnico 54, Belo Horizonte, Brasil. 48 p .

Sponagel, KW. 1994. La broca del café *Hypotenemus hampei* en plantaciones de café Robusta en la Amazonía Ecuatoriana. Wissenschaftlicher, Huyesen. 185 p.

Tanzubil, PB; McCaffery, AR. 1990. Effects of azadirachtin on reproduction in the African armyworm (*Spodoptera exempta*). Entomologia Experimentalis et Applicata. 57: 37-46.

Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) No. 67 p.63-68, 2003

Evidencia adicional de que *Nephelium lappaceum* no es hospedante natural de tres especies de moscas de la fruta en Honduras

L. A. Vásquez [1]
D. T. Krigsvold [2]

RESUMEN. Se condujeron pruebas de oviposición forzada durante 1999 para evaluar el rambután, *Nephelium lappaceum*, como hospedante de tres especies de moscas de la fruta: *Ceratitis capitata* (Wiedemann), *Anastrepha ludens* (Loew) y *Anastrepha obliqua* (Macquart) en Honduras. En las pruebas, frutas sin daño e intencionalmente dañadas, mantenidas en cajas con hospedantes conocidos y sin ellos, fueron expuestas a altas densidades poblacionales de las tres especies de moscas de la fruta. Para dañar el *N. lappaceum*, se removió una porción de la concha o la mayoría de los espineretes. No se observó ningún intento de oviposición, huevos o larva de ninguna de las especies de moscas de la fruta en las frutas de *N. lappaceum* sin daño. Solo *C. capitata* ovipositó y alcanzó el estado de pupa y solo ocurrió en frutas dañadas, a las cuales se les había removido la concha. Este reporte de inhabilidad de tres especies de moscas de la fruta para ovipositar sobre frutos sanos y maduros de *N. lappaceum* corrobora los resultados obtenidos en experimentos anteriores en Honduras, que argumentan que los envíos comerciales de frutas de rambután sin daño no representan un riesgo para los países libres de moscas de la fruta.

Palabras clave: Moscas de la fruta, *Ceratitis capitata*, *Anastrepha ludens*, *Anastrepha obliqua*, *Nephelium lappaceum,* oviposición forzada.

ABSTRACT. Additional proof that *Nephelium lappaceum* is not a natural host of three species of fruit flies in Honduras. Forced infestation tests were conducted during 1999 to evaluate rambutan as a host of three species of fruit flies: *Ceratitis capitata* (Wiedemann), *Anastrepha ludens* (Loew) and *Anastrepha obliqua* (Macquart) in Honduras. In the tests intentionally damaged and undamaged rambutan fruits, kept in cages together with and without known host fruits, were exposed to high-density populations of the three species of fruit flies. To damage the rambutan either a portion of the peel or most of the spinnerets were removed. Neither oviposition nor eggs nor larvae were observed of any of the species of fruit flies on undamaged rambutan fruits. Only *C. capitata* oviposited and completed pupation and only on the peel-damaged rambutan fruit. This report of inability by three fruit fly species to oviposit on mature, undamaged rambutan fruit corroborates the results of earlier trials in Honduras and argues that commercial shipments of undamaged rambutan fruit do not represent a risk to fruit fly free countries.

Key words: Fruit fly, *Ceratitis capitata*, *Anastrepha ludens*, *Anastrepha obliqua*, *Nephelium lappaceum,* forced infestation.

Introducción

Nephelium lappaceum L. es un cultivo tropical exótico con alto potencial para la exportación introducido de Indonesia a Honduras al principio del siglo XX (Vásquez *et al.* 2003). Norrbom y Kim (1988) y Liquido *et al.* (1991) reportaron que las frutas de este cultivo son hospedantes de algunas de las especies de moscas de la fruta presentes en Centroamérica, por lo que existen restricciones cuarentenarias que prohiben la exportación de *N. lappaceum* como fruta fresca hacia países libres de moscas de la fruta. En Honduras nunca se han observado larvas de moscas de la fruta afectando las cosechas de *N. lappaceum*, por lo que se sospecha que este no es un hospedante natural de estas. Durante 1999 se condujeron en la FHIA, Honduras, varios experimentos de exposición forzada de frutas de *N. lappaceum* a tres especies distintas de moscas

1 Dow AgroSciences. Apartado Postal 10207-1000, San José, **Costa Rica.** lavasquez@dow.com
2 Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, FHIA. Apartado Postal 2067, San Pedro Sula, **Honduras.** dinvest@fhia.org.hn

de la fruta (*Ceratitis capitata* Wiedemann, *Anastrepha ludens* Loew y *Anastrepha obliqua* Macquart), con el propósito de determinar bajo qué condiciones sus frutas son hospedantes de estas especies. Las pruebas de exposición forzada son experimentos de laboratorio donde moscas de la fruta adultas y apareadas son obligadas a permanecer confinadas en cajas experimentales en presencia de uno o varios hospedantes potenciales y/o conocidos para determinar su habilidad de utilizar las frutas expuestas como sustrato para ovipositar y reproducirse (Vásquez *et al.* 2003). Estudios similares con *Bactrocera (=Dacus) tryoni* (Froggatt) fueron conducidos por John Mansfield en Australia (1992). Los resultados encontraron que *B. tryoni* oviposita en *N. lappaceum* pero que ninguna larva puede ser recuperada dentro de la fruta, mientras que frutas de guayaba *Psidium guajava* L., su hospedante favorito, mostraban infestaciones severas. En Tailandia, *Bactrocera (=Dacus) dorsalis* (Hendel) rara vez ataca *N. lappaceum* y se cree que esto se debe a la interferencia física que presentan los espineretes de la fruta en el momento de la oviposición (Visarathanonth 1987). La ausencia de preferencia, la repelencia o la interferencia física pueden ser las razones por las cuales el *N. lappaceum* no es un hospedante natural de moscas de la fruta en Centroamérica. Estudios previos de oviposición forzada conducidos por FHIA en Honduras con frutas sin dañar no mostraron signos o intentos de oviposición o presencia de larvas en ellas, aun cuando estas fueron expuestas a altas densidades poblacionales de moscas (Ostmark y Jiménez 1990, Ostmark y Romero 1991, Sponagel *et al.* 1994, Vásquez *et al.* 2003). Esto podría indicar que bajo condiciones naturales, *C. capitata, A. obliqua* y *A. ludens* no encuentran en las frutas de *N. lappaceum* un hospedante apropiado para su reproducción. El objetivo de este estudio fue evaluar con más detalle bajo qué condiciones las frutas de *N. lappaceum* son hospedantes de moscas de la fruta. Para esto, frutas de *N. lappaceum* dañadas y no dañadas fueron expuestas, junto con hospedantes conocidos y sin ellos, a *C. capitata, A. obliqua* y *A. ludens.*

Materiales y métodos

Recolección de material biológico

Todas las moscas de la fruta utilizadas en el experimento fueron recolectadas en el campo. Las poblaciones de *C. capitata*, *A. obliqua* y *A. ludens* fueron recogidas de los mismos hospedantes conocidos que se utilizaron en los experimentos (cerezas de café, jobos y toronjas, respectivamente). En el caso de *A. obliqua* y *A. ludens*, las frutas hospedantes y por consiguiente las moscas utilizadas en el experimento fueron recolectadas en la misma región donde se encuentran las plantaciones de *N. lappaceum.* Por conveniencia práctica, sin embargo, las cerezas de café y por consiguiente las moscas de *C. capitata* fueron recolectadas en el Departamento de Comayagua, a 110 km de la zona rambutanera. El café es el principal hospedante de *C. capitata* y se cultiva en todo el país. Antes de comenzar los experimentos, una gran cantidad de frutas hospedantes fueron recolectadas y colocadas en jaulas de recuperación de larvas y pupas, consistentes en cajas de madera de 44 x 55 x 28 cm con un fondo falso con un recipiente relleno de aserrín de pino. Las larvas y las pupas fueron recolectadas diariamente del fondo de las cajas y colocadas en cajas de plástico acrílico de 60 x 60 x 60 cm para esperar la eclosión de las moscas adultas. Esto constituyó la cría basal de donde se obtuvieron todas las moscas de la fruta para los experimentos. Esta fase del estudio se hizo bajo condiciones ambientales normales de temperatura y humedad (23 ±2°C y 85 ±5 % HR).

Pruebas de oviposición forzada

En 1999 se condujeron 4, 3 y 1 pruebas de oviposición forzada para *C. capitata, A. obliqua* y *A. ludens,* respectivamente, del 06 de octubre al 28 de diciembre. Las pruebas se condujeron utilizando un diseño completamente al azar que se replicó 4 veces en todos los experimentos. La exposición de fruta a cada especie de mosca de la fruta se llevó a cabo separadamente. Cada prueba tuvo una duración de 15 días. En todos los casos, la unidad experimental estuvo constituida por 1 caja de plástico acrílico transparente de 25 x 25 x 25 cm (fig. 1a) con las frutas y las moscas adultas dentro. Durante todo el período, las moscas adultas fueron alimentadas con una mezcla de azúcar y proteína hidrolizada colocada en las cajas en platos Petri de plástico (10 cm de diámetro). Todas las cajas fueron revisadas diariamente para cambiar el alimento y para evaluar oviposición y mortalidad de moscas adultas. En promedio se observó una mortalidad de 1 mosca de la fruta/caja/semana. Las moscas muertas fueron reemplazadas por moscas de la misma especie y sexo en el momento en que fueron descubiertas. Las frutas fueron evaluadas después de 15 días de exposición a las moscas de la fruta. Tanto las cajas como las frutas fueron examinadas por la presencia de larvas de moscas de la fruta. Se examinó la pulpa de los frutos y el piso de las cajas por la presencia de larvas y también

se evaluó la presencia de punturas de oviposición sobre la cáscara de los frutos. Las larvas recuperadas se colocaron con alimento en cámaras de cría hasta que completaron su desarrollo. Las frutas de *N. lappaceum* infestadas fueron colocadas en cámaras de cría tal y como fueron encontradas en las cámaras de exposición. En los cuadros se reportan solamente las larvas que se encontraron dentro de estas frutas.

Tratamientos experimentales

Cada prueba (excepto la cuarta prueba con *C. capitata*) incluyó 6 tratamientos: 1) 20 frutas de *N. lappaceum* sanas expuestas a 60 ó 30 moscas de la fruta adultas y apareadas (30 hembras y 30 machos de *A. obliqua* o *C. capitata*, ó 15 hembras y 15 machos de *A. ludens*), respectivamente; 2) 20 frutas de *N. lappaceum* dañadas expuestas a las moscas de la fruta; 3) 20 frutas de *N. lappaceum* sanas y 14, 40 y 2 frutas de los hospedantes conocidos café, (*Coffea arabica* L.), jobo (*Spondias mombin* L.), y toronja (*Citrus paradisi*) Macfady, en el caso de *C. Capitata, A. obliqua* y *A. ludens*, respectivamente; 4) 20 frutas de *N. lappaceum* dañadas y los hospedantes conocidos expuestas a las moscas de la fruta; 5) 20 frutas de *N. lappaceum* sanas sin exposición a las moscas de la fruta (control); 6) 14, 40 y 2 frutas de cada hospedante conocido (jobo, café y toronja, respectivamente) sin exposición a las moscas de la fruta (control).

En los tratamientos 3 y 4 se incluyeron hospedantes conocidos (fig. 1b) para demostrar que las moscas utilizadas en el experimento eran capaces de reproducirse normalmente en el laboratorio y para observar si existía algún tipo de preferencia entre el hospedante conocido y las frutas de *N. lappaceum*. Los tratamientos 5 y 6 se incluyeron para demostrar que tanto las frutas de *N. lappaceum* como las de los hospedantes conocidos venían del campo libres de infestaciones. En el caso de los hospedantes conocidos que se utilizaron en los experimentos, sus frutos fueron protegidos con bolsas de papel en el campo antes de su etapa susceptible para evitar que fueran infestados naturalmente.

En los tratamientos 2 y 4 se incluyeron dos tipos de daños en las frutas: 1) frutas sin espineretes (fig. 1c) y 2) frutas con el arilo expuesto, para lo cual se removió parte de la cáscara (fig. 1d). Se removieron artificialmente los espineretes de la mitad de las frutas (10) con una tijera, imitando el daño que ocurre por mal manejo post-cosecha o el daño que provocan algunos insectos como los zompopos, *Atta* spp., en el campo. A la otra mitad de las frutas (10) se les removió una pequeña porción de 10 mm de diámetro de la cáscara, para exponer el arilo o pulpa. Esto se hizo con el objeto de imitar el daño que produce arrancar bruscamente las frutas del árbol o el daño que provocan algunos mamíferos y aves en el campo. Ambos tipos de daño se expusieron juntos menos en el cuarto experimento con *C. capitata*. La hipótesis de este procedimiento fue que la presencia de espacios sin espineretes sobre la fruta puede proveer de mejores sitios para la oviposición, y la exposición de la pulpa elimina el efecto de rechazo que las moscas podrían tener por la presencia de la cáscara. Es importante hacer notar que ninguno de estos tipos de daño son aceptables para la exportación.

La cuarta prueba de oviposición forzada se hizo únicamente con *C. capitata*, con el objetivo de evaluar el tipo de daño que provocó que *N. lappaceum* fuera más susceptible al ataque de esta especie. Para esto se prepararon los siguientes 8 tratamientos: 1) 20 frutas de *N. lappaceum* sin espineretes; 2) 20 frutas de *N. lappaceum* sin una sección de la cáscara; 3) 20 frutas sanas de *N. lappaceum*; 4) 20 frutas de *N. lappaceum* sin espineretes y 40 cerezas de café; 5) 20 frutas de *N. lappaceum* sin una sección de la cáscara para exponer la pulpa y 40 cerezas de café; 6) 20 frutas de *N. lappaceum* sanas y 40 cerezas de café. Todos los tratamientos descritos hasta el momento fueron expuestos a 60 (30 hembras y 30 machos) moscas adultas de *C. capitata*; 7) 40 cerezas de café y 8) 20 frutas de *N. lappaceum* sanas, ambas sin exposición a *C. capitata*.

Durante los experimentos, aproximadamente el 80% de las larvas de moscas de la fruta recuperadas de los hospedantes conocidos llegaron a completar su desarrollo. Esto evidencia que las condiciones de laboratorio eran propicias para su reproducción. El promedio de larvas de *C. capitata*, *A. obliqua* y *A. ludens* recuperadas por cada hospedante conocido (café, jobo y toronja, respectivamente) fue de 1,6, 6,7 y 1,6 larvas-/fruta, respectivamente. No fue posible completar todas las pruebas de infestación forzada con *A. ludens* debido a la baja frecuencia de este insecto registrada durante 1999. En consecuencia, podrían ser necesarias más pruebas con esta especie en particular.

Resultados y discusión

Bajo las condiciones de este experimento, las frutas no dañadas de *N. lappaceum* no fueron susceptibles a la oviposición de ninguna de las especies de moscas de la fruta (Cuadros 1, 2 y 3). Las frutas dañadas, sin embargo,

fueron susceptibles a la oviposición de *C. capitata* y discutiblemente a *A. obliqua*. Se recuperaron 19 larvas de *C. capitata* de frutas dañadas con la pulpa expuesta en cajas sin el hospedante conocido, y 12 de frutas con la pulpa expuesta en cajas con el hospedante conocido. Las larvas fueron recuperadas de un total de 480 frutas dañadas expuestas. Las larvas de *C. capitata* fueron observadas únicamente en frutas dañadas con la pulpa o arilo expuesto. Las frutas infestadas aparecieron en dos de los tres experimentos. Las larvas recuperadas se encobraban en todas las etapas de desarrollo. En consecuencia, se puede concluir que las hembras adultas de *C. capitata* encontraron las frutas dañadas con pulpa expuesta apropiadas para la oviposición. Nunca se observaron punturas de oviposición en la cáscara del *N. lappaceum* dañado y sin dañar, por lo que se puede suponer que los huevos fueron colocados directamente sobre la pulpa.

Se recuperaron tres larvas de *A. obliqua* en el tercer estado de desarrollo, de un total de 240 frutas dañadas expuestas en cajas con el hospedante conocido (Cuadro 2). La tres fueron observas solamente una vez y solo en frutas dañadas con la pulpa expuesta. En este caso en particular, sin embargo, no encontramos evidencia para sospechar que una hembra habría ovipositado en las frutas de *N. lappaceum* o que las larvas se desarrollaron enteramente en la pulpa. Es más factible, en cambio, que las larvas se encontraban migrando desde el hospedante conocido (Jobo) hacia las frutas de *N. lappaceum*. Sospechamos esto porque, a pesar de que las larvas fueron encontradas en la pulpa, esta no había cambiado de color, no se había descompuesto ni tenía excremento, como es característico cuando una larva de mosca de la fruta se ha alimentado o desarrollado en una fruta. También encontramos varias larvas de *A. obliqua* en su tercer estado de de-

Cuadro 1. Larvas obtenidas en 3 pruebas de oviposición forzada sobre frutas de rambután *Nephelium lappaceum L.* con *Ceratitis capitata* (Wiedemann). Honduras, noviembre a diciembre, 1999.

Tratamientos	Frutas utilizadas[1]		Larvas de *C. capitata* [2]	
	Hospedante	*N. lappaceum*	Hospedante	*N. lappaceum*
N. lappaceum sin daño, con *C. capitata*	--	240	--	0
N. lappaceum dañado, con *C. capitata*	--	240	--	19
N. lappaceum sin daño, con café y con *C. capitata*	480	240	796	0
N. lappaceum dañado, con café y con *C. capitata*	480	240	664	12
N. lappaceum sin daño, sin *C. capitata* (control)	--	120	--	0
Café sin *C. capitata* (control)	240	--	0	--

[1] Se colocaron 20 frutas de *N. lappaceum* y/o 40 cerezas de café en 4 jaulas experimentales en 3 ocasiones distintas. En el caso de los tratamientos de control, se utilizaron 10 y 20 frutas de *N. lappaceum* y café, respectivamente, en 4 jaulas en 3 ocasiones distintas.
[2] Total de larvas encontradas en todas las frutas.

Cuadro 2. Larvas obtenidas en 3 pruebas de oviposición forzada sobre frutas de rambután *Nephelium lappaceum L.* con *Anastrepha obliqua* (Macquart). Honduras, septiembre a octubre, 1999.

Tratamientos	Frutas utilizadas[1]		Larvas de *A. obliqua*[2]	
	Hospedante	*N. lappaceum*	Hospedante	*N. lappaceum*
N. lappaceum sin daño, con *A. obliqua*	--	240	--	0
N. lappaceum dañado, con *A. obliqua*	--	240	--	0
N. lappaceum sin daño, con jobo y con *A. obliqua*	168	240	1 099	0
N. lappaceum dañado, con jobo y con *A. obliqua*	168	240	1 142	3
N. lappaceum sin daño, sin *A. obliqua* (control)	--	240	--	0
Jobo sin *A. obliqua* (control)	168	--	2	--

[1] Se colocaron 20 frutas de *N. lappaceum* y/o 14 jobos en 4 jaulas experimentales en 3 ocasiones distintas por tratamiento.
[2] Total de larvas encontradas en todas las frutas.

Figura 1
1a. Cámara de exposición forzada.
1b. Frutas *N. lappacenum* con hospedante conocido (jobo).
1c. Frutas *N. lappacenum* sin espineretes.
1d. Frutas de *N. lappacenum* con el arilo expuesto.

sarrollo en el piso de las cajas, alejándose de los ya sobrecargados frutos de jobo. Esta noción se apoya en el hecho de que ninguna larva de *A. obliqua* fue recuperada del *N. lappaceum* expuesto sin el hospedante conocido (Cuadro 2). Ninguna larva fue recuperada de las frutas de *N. lappaceum* expuestas a *A. ludens* (Cuadro 3). Al igual que en el caso de *C. capitata*, ninguna hembra adulta de *A. obliqua* o *A. ludens* fue observada intentando ovipositar sobre frutas de *N. lappaceum,* y ninguna puntura de oviposición fue observada en las frutas de *N. lappaceum* expuestas. Todas las larvas de *C. capitata* y *A. obliqua* recuperadas de las frutas dañadas de *N. lappaceum* con la pulpa expuesta completaron su desarrollo hasta adultos en las mismas frutas de *N. lappaceum* en que fueron encontradas en el laboratorio.

En el cuarto experimento con *C. capitata*, 1 larva fue recuperada de *N. lappaceum* dañado con la pulpa expuesta en cajas sin el hospedante conocido, y 3 larvas fueron recuperadas de *N. lappaceum* dañado con la pulpa expuesta en cajas con el hospedante conocido (Cuadro 4). Solo el *N. lappaceum* con la pulpa expuesta es susceptible. Ninguna puntura de oviposición fue observada en la cáscara de las frutas de *N. lappaceum* dañadas o sin dañar. Es evidente que el tipo de daño en el que la pulpa o arilo son expuestos es lo que permite que las hembras ovipositen. Las frutas dañadas con la pulpa expuesta fueron susceptibles tanto con la presencia del hospedante conocido como sin ella. La interferencia física producida por la presencia de los espineretes, en cambio, no parece ser la causa del rechazo de las frutas sin dañar.

Todas las especies de moscas de la fruta evaluadas fueron observadas caminando sobre las frutas de *N. lappaceum* y comiendo de la pulpa o arilo cuando este estaba expuesto. Sin embargo, como no se observó ninguna de las especies de moscas de la fruta intentando ovipositar sobre *N. lappaceum*, ni punturas de oviposición en la cáscara de las frutas, es lógico asumir que *N. lappaceum* no es un hospedante natural de estas especies. Dichos resultados coinciden con los de Ostmark y Jiménez (1990), Ostmark y Romero (1991) y Sponagel *et al.* (1994). La cáscara de las frutas de *N. lappaceum* podría tener un efecto no preferente o repelente sobre las especies de moscas de la fruta evaluadas. Sin embargo, hacen falta investigaciones adicionales para poder probar esta hipótesis.

Cuadro 3. Larvas obtenidas en pruebas de oviposición forzada sobre frutas de rambután *Nephelium lappaceum L.* con *Anastrepha ludens*. Honduras, diciembre, 1999.

Tratamientos	Frutas utilizadas[1]		Larvas de *A. ludens*[2]	
	Hospedante	*N. lappaceum*	Hospedante	*N. lappaceum*
N. lappaceum sin daño, con *A. ludens*	--	80	--	0
N. lappaceum dañado, con *A. ludens*	--	80	--	0
N. lappaceum sin daño, con toronja y con *A. ludens*	8	80	14	0
N. lappaceum dañado, con toronja y con *A. ludens*	8	80	10	0
N. lappaceum sin daño, sin *A. ludens* (control)	--	40	--	0
Toronja sin *A. ludens* (control)	8	--	0	--

[1] Se colocaron 20 frutas de *N. lappaceum* y/o 3 toronjas en 4 jaulas experimentales por tratamiento.
[2] Total de larvas encontradas en todas las frutas.

Cuadro 4. Larvas obtenidas de pruebas de oviposición forzada sobre frutas de rambután *Nephelium lappaceum L.* con *Ceratitis capitata* para determinar el tipo de daño que hace a las frutas susceptibles al ataque de las moscas. Honduras, diciembre, 1999.

Tratamientos	Frutas utilizadas [1]		Larvas de *C. capitata* [2]	
	Hospedante	*N. lappaceum*	Hospedante	*N. lappaceum*
N. lappaceum sin daño, con *C. capitata*	--	60	--	0
N. lappaceum sin espineretes, con *C. capitata*	--	60	--	0
N. lappaceum sin cáscara, con *C. capitata*	--	60	--	1
N. lappaceum sin daño, con café y con *C. capitata*	120	60	192	0
N. lappaceum sin espineretes, con café y con *C. capitata*	120	60	242	0
N. lappaceum sin cáscara, con café y con *C. capitata*	120	60	231	3
N. lappaceum sin daño, sin *C. capitata* (control)	--	40	--	0
Café sin *C. capitata* (control)	40	--	0	--

[1] Se colocaron 20 frutas de *N. lappaceum* y/o 40 cerezas de café en 3 jaulas experimentales por tratamiento. En el caso de los tratamientos de control, se utilizaron 10 y 20 frutas de *N. lappaceum* y café, respectivamente, en cada una de 4 y 2 jaulas distintas, respectivamente.

[2] Total de larvas encontradas en todas las frutas.

Es posible exportar *N. lappaceum* fresco y sin daños a países libres de moscas de la fruta bajo normas estrictas de manejo de finca y de control de calidad. La fruta dañada de *N. lappaceum* es susceptible si es expuesta a poblaciones altamente densas de *C. capitata* en el laboratorio, pero también lo son el banano (*Musa* sp.), el melón (*Cucumis melo*) y la papaya (*Carica papaya*) (Norrbom y Kim 1988, Liquido *et al.* 1991). Todas estas frutas, sin embargo, pueden ser exportadas desde diferentes países tropicales y sub-tropicales de América a los EEUU bajo regulaciones cuarentenarias especiales descritas en los artículos 319.56; 319.56-2; 319.56-2t; 319.56-2w; 319.56-2y y 319.56-2aa del Código del Registro Federal 7 (1994 CFR 7) de USDA/APHIS. El banano puede ser exportado si se encuentra verde en el momento del envío (319.56-2t). Las papayas pueden ser exportadas medio maduras (25% amarillas) y solamente si son de la variedad Solo, las cuales son cultivadas y empacadas en algunas zonas de Costa Rica, áreas que están bajo monitoreo estricto por la presencia de moscas de la fruta (319.56.2w). El melón puede ser exportado desde áreas libres de la mosca de las cucurbitáceas (*Anastrepha grandis*) en América del Sur o de áreas donde se ha conducido un monitoreo para establecer la ausencia de moscas de la fruta (319.56-2y y 319.56-2aa).

Conclusiones

Las frutas de *N. lappaceum* sin daño no son susceptibles a la oviposición por las siguientes especies de moscas de la fruta: *C. capitata, A. ludens* y *A. obliqua*. Las hembras adultas de *C. capitata* pueden ovipositar exitosamente solamente sobre frutas de *N. lappaceum* que tengan la pulpa o el arilo expuesto.

Literatura citada

Code of Federal Register 7 (CFR 7) 1-1-94 Ed. 1994. Animal and Plant Health Inspection Service/ U.S. Department of Agriculture (APHIS/USDA). p. 217-258.

Liquido, NJ; Shinoda, LA; Cunningham, RT. 1991. Host plants of the Mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae): an annotated world review. Entomological Society of America, Lanham, EUA. 52 p.

Mansfield, J. 1992. Rambután/Fruit fly exposure experiment results - Preliminary data. Department of Primary Industries, South Johnstone Research Station, Australia. Unpublished data.

Norrbom, AL; Kim, KC. 1988. A list of the reported host plants of the species of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). United States Department of Agriculture (APHIS/PPQ), Washington. 144 p.

Ostmark, HE; Jiménez, J. 1990. Attractiveness of rambután to three species of fruit flies including the medfly. Progress Report to USDA-APHIS. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, FHIA.

Ostmark, HE; Romero, M. 1991. Exposición de frutos de *N. lappaceum* (*Nephelium lappaceum*) para ser infestados por tres especies de moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae). Progress Report to USDA-APHIS. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, FHIA. La Lima, Honduras.

Sponagel, K; Díaz, J; Cribas, A. 1994. Ensayo de laboratorio para determinar la condición de *N. lappaceum* (*Nephelium lappaceum*) como planta hospedera de la Mosca del Mediterráneo (*Ceratitis capitata*) y la Mosca Mexicana de la Fruta (*Anastrepha ludens*). Informe Técnico, Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, FHIA. La Lima, Honduras. p. 13-25.

Vásquez, LA; Sponagel, K; Díaz, F; Jiménez, J; Ostmark, E; Romero, M. 2003. Evidencia de que *Nephelium lappaceum* no es hospedante de tres especies de mosca de la fruta (Tephritidae) en Honduras. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología. 66: 20-24.

Visarathanonth, N; Ilag, LL. 1987. Post-harvest disorders of rambutan. *In* Eds. PF Lam; S Kosiyachinda. Rambutan: fruit development, post-harvest physiology and marketing in ASEAN. Kuala Lumpur. ASEAN Food Handling Bureau. p. 51-57.

Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) No. 67 p.69-82, 2003

Experiencias

Manejo integrado de problemas fitosanitarios en palma aceitera *Elaeis guineensis* en América Central

Carlos Ml. Chinchilla[1]

RESUMEN. El cultivo de la palma aceitera, por su naturaleza perenne y las características de su manejo agronómico, es en un agroecosistema menos perturbado que el de muchos otros cultivos de manejo más intensivo.
Un manejo adecuado de la flora asociada con el cultivo provee la oportunidad del desarrollo, conforme la plantación madura, de una multitud de hábitats y fuentes de alimentación, que pueden ser utilizados por diversos enemigos naturales de las plagas potenciales de los cultivos. Por otro lado, un manejo agronómico razonable (nutrición, aeración del suelo, balance hídrico y materia orgánica en el suelo, entre otros) permite ofrecer a la planta un ambiente más favorable para desarrollarse en forma vigorosa y enfrentar con mayor probabilidad de éxito el efecto de los múltiples agentes que causan disturbios fitosanitarios (abióticos: estrés, y bióticos: agentes fitopatógenos y plagas).

La experiencia e información acumulada permiten asegurar que el manejo de muchos de los problemas fitosanitarios más importantes del cultivo empieza desde el momento mismo que se escoge el sitio en donde se plantará y el manejo previo que se haga del suelo: el desarrollo saludable del sistema radical de la planta debe ser una meta permanente del productor.

El conocimiento generado sobre la biología y comportamiento de las principales plagas y enfermedades del cultivo ha permitido definir estrategias de manejo que reducen al mínimo la dependencia de productos agroquímicos, y más bien dependen de la explotación de las debilidades de la plaga o bien, de los factores de manejo agronómico que favorecen la expresión de los mecanismos naturales de defensa de la planta.

En este artículo se hace un recuento del trabajo realizado por el grupo de investigación de ASD de Costa Rica sobre las principales plagas y enfermedades del cultivo de la palma aceitera en América Central. En cada situación se hace una breve reseña histórica de la evolución del conocimiento sobre el problema, y al final se destacan los logros más importantes para su manejo integral.

Palabras clave: Palma aceitera, *Elaeis guineensis*, MIP, plagas, enfermedades.

ABSTRACT. Integrated management of phytosanitary problems in *Elaeis guineensis* in Central America. The oil palm is a perennial crop that can be managed in such a way that environmental disturbances are reduced considerably when compared with other crops that need a more intensive management. The population of many pests can be kept at very low levels by protecting many herbaceous plants that harbor and offer food to many of their natural enemies. In addition, a proper agronomic management in terms of plant nutrition, water balance, and soil aeration, among others, guarantees not only good yields, but also more vigorous plants that are better prepared to defend themselves from the negative effects of most biotic (pest and diseases) and abiotic (stress) factors.

Phytosanitary management in oil palm starts from the choice of the planting site in terms of weather and soil characteristics: providing the best environment for a healthy root development should be a priority to guarantee a healthy plant.

The knowledge generated from many years of research on the factors that favor the different phytosanitary problems in oil palm enables its management using a preventive approach, where the use of agrochemicals is reduced to a minimum.

This paper reviews the work carried out in Costa Rica to device successful management practices for the most important phytosanitary problems of commercial oil palm plantations. Some particular examples where chosen to illustrate the progress through which knowledge was gathered, and the final procedures commercially used to reduce the impact of those problems.

Key words: Oil palm, *Elaeis guineensis*, IPM, pests, diseases.

[1] ASD de Costa Rica, S.A., Apdo. 30-1000, **Costa Rica**. c.chinchilla@asd-cr.com

Introducción

El origen de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) se localiza en África del Oeste, pero la mayoría de las plagas de importancia que afectan este cultivo en América tropical son especies nativas del continente que se adaptaron al nuevo cultivo. Para insectos plaga específicos en algún estrato de alguna palmera nativa, se ofreció la oportunidad de adaptación en un ambiente similar en la nueva palma introducida; de este modo mantuvieron como lugar de alimentación la raíz, el cogollo, el tallo o los racimos. Para otras plagas polífagas, la palma aceitera simplemente representó una fuente adicional de alimento (Genty 1984).

Existen más de 80 artrópodos plaga potencialmente importantes en el cultivo de la palma aceitera en América Central (Mexzón y Chinchilla 1992, 1996), algunas de las cuales han demostrado un potencial destructivo muy elevado. Las principales plagas de este cultivo son los insectos lepidópteros defoliadores, como *Opsiphanes cassina* (Brassolidae), *Sibine megasomoides* (*Acharia hiperoche*, Limacodidae), *Stenoma cecropia* (Stenomidae) y *Oiketicus kyrbyi* (Psychidae). Todas ellas han recibido una atención de estudio proporcional a la frecuencia con que aparecen en las plantaciones comerciales, y a su potencial de daño.

En el caso de los taladradores del tallo, la especie más relevante es el picudo americano de las palmeras, *Rynchophorus palmarum*, particularmente porque es el vector del nematodo que causa el anillo rojo, la principal enfermedad de la palma aceitera antes de que se desarrollara una estrategia integral para su manejo.

Otras plagas pueden ser de importancia en situaciones particulares. Destaca entre ellas el potencial dañino de las ratas y el coleóptero *Strategus aloeus* (Scarabaeidae) en cultivos jóvenes. Ambas plagas atacan la base de las palmas y, en el caso de las ratas, los primeros racimos formados. El ácaro *Retracrus elaeidis* (Carabidae), de considerable envergadura en Colombia, se encuentra aparentemente controlado por sus enemigos naturales en Costa Rica (Rojas *et al.* 1993).

Actualmente los problemas de mayor potencial destructivo de la palma aceitera en toda América tropical son las pudriciones y secamientos del cogollo, de etiología desconocida. No obstante, la mayor parte de la evidencia indica que no se trata de una enfermedad con un agente primario, sino más bien de un trastorno del crecimiento asociado a un ambiente desfavorable para el crecimiento y, particularmente, para satisfacer los requerimientos exigidos para obtener una alta producción de racimos de fruta. Se está investigando una solución final del problema, pero el avance alcanzado permite convivir con él y mantener una producción económicamente aceptable.

En el caso de las enfermedades, además del anillo rojo, sobresalen por su potencial destructivo la pudrición de la base del tronco causada por *Ganoderma* spp., la marchitez sorpresiva asociada con un flagelado, y las manchas foliares asociadas al establecimiento de varios hongos oportunistas, como *Pestalotiopsis* sp., entre otros, en heridas abiertas por varios insectos. Ninguna de estas enfermedades es por ahora un problema real en la gran mayoría de las plantaciones en América Central. La pudrición por *Ganoderma* spp. es más bien una curiosidad en plantaciones muy viejas, y la marchitez sorpresiva es de importancia secundaria en algunas plantaciones en Honduras (Chinchilla y Richardson 1987, Chinchilla 1993).

Este trabajo ilustra el empleo de los conceptos de manejo integrado de los problemas fitosanitarios en palma aceitera en América Central, tomando como ejemplos principales dos plagas lepidópteras importantes del cultivo (*Opsiphanes cassina* y *Oiketicus kirbyi*), una enfermedad (el anillo rojo trasmitido por el curculiónido *Rhynchophorus palmarum*), y las pudriciones del cogollo, que pueden considerarse como un trastorno del crecimiento que ha causado enormes pérdidas económicas en toda América tropical.

Además de las anteriores, existen otras plagas de insectos y vertebrados que ocasionalmente son importantes, por lo cual también se incluye una breve sección sobre ellas, que trata los aspectos conocidos sobre su manejo y aquellos campos en donde se necesita generar conocimiento para mejorarlo. Finalmente, se incluye una sección en donde se destacan algunas características del cultivo de la palma aceitera que facilitan la implementación de los conceptos del manejo integrado de plagas (MIP).

Opsiphanes cassina

O. cassina Felder (Lepidoptera: Nymphalidae) ha sido la plaga defoliadora más común en las plantaciones comerciales de palma aceitera en América Central. Las primeras defoliaciones documentadas ocurrieron en Honduras a principios de los años 70, y luego en

Costa Rica en los 80, cuando se contaron hasta 600 larvas por hoja y varios centenares de hectáreas fueron afectadas. Por lo general, las mayores poblaciones se han presentado durante los meses más lluviosos, cuando el daño al follaje puede ser muy severo, puesto que una larva bien desarrollada puede llegar a medir cerca de 9 cm y consumir el equivalente a tres folíolos durante su desarrollo larval (Fig.1). El lapso entre dos ciclos consecutivos de emergencia de adultos es de aproximadamente un mes: final de un ciclo e inicio del siguiente, lo cual define un período larval de unos dos meses.

Muestreo. El muestreo de las diferentes etapas de desarrollo del insecto plaga y sus enemigos naturales resulta básico en un programa de MIP. Un muestreo oportuno permite definir la ubicación e importancia del problema, así como las tácticas más razonables para enfrentarlo. Un método práctico de muestreo de la población de larvas de *O. cassina* fue desarrollado por Rainds *et al.* (1993), en Costa Rica.

Control biológico. El manejo de la vegetación asociada al cultivo debe considerarse como un componente importante del manejo integrado de *O. cassina*, de manera que se estimule la formación paulatina de sitios de refugio y de alimentación para las poblaciones de enemigos naturales de la plaga. Además del reconocimiento, siembra y protección de las especies beneficiosas, existen otras tácticas que ayudan a mantener una población saludable de parasitoides y depredadores, tales como el combate de malezas en banda, o bien detener el control de malezas generalizado durante los períodos del año en que normalmente ocurren los incrementos poblacionales de la plaga.

Las avispas parasitoides *Cotesia* sp. se alimentan en malezas como *Ageratum conyzoides* (Santa Lucía), *Amaranthus spinosus* (bledo), *Baltimora recta* (florecilla), *Byttneria aculeata* (bebe chicha), *Cassia tora* (crotalaria), *Solanum jamaicense* (tomatillo) y *Vitis sycioides* (uva cimarrona); *Horismenus* sp. en *B. aculeata, C. reticulata* (saragundí), *C. tora, Melanthera aspera* (paira), *Scleria melaleuca* (navajuela) y *V. sycioides*; y *Conura* sp. en *A. spinosus, B. aculeata, C. tora, M. aspera, S. melaleuca, Urena lobata* (Fig. 2) y *V. sycioides* (Mexzón y Chinchilla 1999).

Las avispas parasitoides de los géneros *Ooencyrtus* y *Telenomus* (en huevos), *Brachymeria* (en pupas), *Cotesia, Conura* y *Horismenus,* y las moscas tachínidas (todos en larvas) son importantes reguladores de las poblaciones de mariposas cuando las densidades de población son bajas (Mexzón y Chinchilla 1996, 1999). Cuando la población del defoliador aumenta, se pueden presentar enfermedades causadas por entomopatógenos como hongos y virus.

Los chinches *Alcaeorrhynchus grandis, Mormidea* sp., *Podisus* spp. y *Proxys* sp. (Pentatomidae) son depredadores muy eficientes de larvas y pupas. Estos chinches son comunes en la vegetación asociada al cultivo, y en particular a la leguminosa de cobertura, el kudzú, *Pueraria phaseoloides*, donde depredan larvas de varios lepidópteros que mantienen activa una población base de los depredadores, la cual puede incrementarse durante la explosión de algún defoliador como el *Opsiphanes* (Mexzón y Chinchilla 1996, 1999).

Figura 1. Larva de último estado de *Opsiphanes cassina.*

Figura 2. Parasitoide adulto alimentándose en un nectario de *Urena lobata.*

Los virus son muy específicos y pueden ser utilizados efectivamente en aplicaciones terrestres o aéreas en situaciones de plaga. Genty y Mariau (1975) mencionan la preparación de soluciones virales con las larvas enfermas para su aplicación en el campo. Además de la especificidad de las preparaciones virales, se tiene la ventaja de que las soluciones preparadas pueden ser refrigeradas por largo tiempo, y ser utilizadas en el futuro cuando aparecen nuevos incrementos poblacionales del defoliador.

Plaguicidas comerciales. *O. cassina* es muy vulnerable a las aplicaciones comerciales de *Bacillus thuringiensis*, lo cual permite reducir dramáticamente su población con dosis bajas del producto, particularmente cuando se aplica en los últimos estados larvales. Para incrementar el efecto de la toxina, se ha utilizado la mezcla con dosis subletales de algún piretroide, pero esto no es necesario. Otras toxinas biológicas en formulaciones comerciales y los inhibidores de síntesis de quitina han resultado también de utilidad dentro de los esquemas del MIP.

Atrayentes. Constituyen posiblemente la herramienta más eficaz en el seguimiento (muestreo) y combate de la plaga desde una perspectiva de MIP, utilizando un mínimo de productos agroquímicos.

Los adultos de *O. cassina,* y en particular las hembras, son atraídos por fuentes de carbohidratos en las frutas maduras (piña, banano, caña de azúcar, etc.). Una trampa tradicional consiste en añadir un insecticida a las frutas y colocarlas sobre el suelo o en algún recipiente. No obstante, estas trampas tienen varios inconvenientes. La distribución en el campo es costosa, y es difícil documentar el impacto que los cebos tienen sobre la población de la plaga, ya que los insectos envenenados se alejan de la trampa y mueren en los alrededores, donde se pierden entre la maleza y son consumidos por hormigas y otros animales. Por otro lado, el veneno empleado constituye un daño potencial al ambiente, y crea un riesgo de que ocurran accidentes si un animal lo consume, incluyendo algunas avispas parasitoides.

Loría *et al.* (2000) describen una trampa de fabricación muy sencilla, pero de gran eficacia para reducir dramáticamente la población adulta de *O. cassina*. Entre las ventajas adicionales que ofrece, está la posibilidad de seguir la dinámica de la población de la plaga, y el hecho de no utilizar insecticidas. La trampa puede ser usada tanto para definir el momento en que se inicia la emergencia de los adultos, como para realizar trampeos masivos.

La trampa consiste simplemente en una bolsa de plástico transparente (1 m x 0,60 m), que permite la entrada pero no la salida de las mariposas. En el interior de la bolsa, se coloca una botella también de plástico con el cebo atrayente que consiste en trozos de caña de azúcar o en una mezcla de melaza y levadura. Esta trampa ha sido usada comercialmente con mucho éxito, y durante su uso aún no se han presentado nuevos focos de la plaga, incluso en sitios en donde los ataques habían sido recurrentes durante varios años.

Oiketicus kirbyi

El lepidóptero *O. kirbyi* Lanas Guilding (Lepidoptera: Psychidae) es un insecto polífago que se alimenta de varios cultivos y plantas silvestres. Las larvas de esta familia construyen unos cestos o canastas dentro de las cuales se protegen y solo asoman parte de su cuerpo durante la alimentación. Los adultos presentan un dimorfismo sexual marcado; la hembra es neoténica con apariencia de larva y se mantiene dentro de su canasta protectora durante todo su ciclo de vida. El macho es una polilla que no se alimenta y esencialmente constituye un aparato volador con capacidades de copulación. En palma aceitera, *O. kirbyi* ha causado defoliaciones importantes en Colombia y Panamá. En Costa Rica, causó daños importantes en la zona Atlántica en banano, y luego, a comienzos de los años 90, se mantuvo como plaga importante en palma aceitera en el Pacífico sur.

Las hembras emergidas de la pupa impregnan los pelos del extremo inferior de la canasta con una mezcla de feromonas para atraer a los machos (Rhainds *et al.* 1994). En la competencia por el acceso a los machos, el momento de la emergencia y el movimiento de las hembras dentro del follaje de la palma determinan sus probabilidades de ser fecundadas (Rhainds *et al.* 1995a, 1995b).

Cuando el insecto se establece como plaga en una plantación, los ciclos de defoliación pueden repetirse cada 4-5 meses, que es el período de desarrollo larval. El daño de las larvas puede ser enorme, pues no sólo se pierde el follaje que consumen, sino que su patrón de alimentación provoca que grandes porciones del folíolo caigan al suelo sin ser consumidos.

El manejo de este insecto puede volverse muy complicado debido a sus hábitos polífagos, lo prolon-

gado del ciclo de vida, la habilidad de la larva desarrollada de soportar ayunos prolongados, la protección brindada por la canasta de residuos vegetales, y la gran fecundidad de las hembras, las cuales pueden dar origen a varios miles de huevos.

Muestreo. Rhainds *et al.* (1996) determinaron que el muestreo de 160 folíolos en la hoja en posición 17 en la filotaxia ofrecía una buena correlación (R^2 = 0,77) con la población en toda la hoja, y eventualmente con la población de toda la palma.

Manejo de la flora asociada al cultivo y control biológico. Las avispas parasitoides (Fig. 3) son posiblemente los reguladores más importantes de la población del insecto: *Digonogastra diversus* (= *Iphiaulax* pos. *psychidosphagus*) (Braconidae), *Conura brethesi*, *Conura oiketicusi* (= *Psychidosmicra* sp.), *Brachymeria* sp. (Chalcididae), *Ateleute* sp. y *Filistina* sp. (Ichneumonidae). Varias especies de moscas parásitas de las familias Sarcophagidae y Tachinidae también han sido encontradas alimentándose de *O. kirbyi* (Lara 1970, Stephens 1984, Villanueva y Ávila 1987, Mexzón y Chinchilla 1996, 1999).

Durante los ataques ocurridos en el Pacífico sur de Costa Rica, se encontró un fuerte parasitismo de las larvas por *D. diversus* y *Conura* spp. Estas avispas parasitoides se han observado alimentándose de las flores y las glándulas extraflorales de varias especies vegetales. Una idea clara de su importancia como reguladores eficientes de la población de *O. kirbyi* surge de que en siembras jóvenes de palma aceitera, las larvas pueden mostrar un parasitismo de hasta 95%, lo cual contrasta con el parasitismo observado en plantaciones adultas (<10%), posiblemente debido a la escasez de enemigos naturales, los cuales están limitados por la carencia de vegetación melífera. *D. diversus* se alimenta en bledo, florecilla, *C. tora,* navajuela y uva cimarrona. Las avispas *Conura* spp. son comunes en bledo, *C. tora,* paira, y tomatillo. *Ateleute* sp. y *Filistina* sp. comparten las mismas especies vegetales que las avispas mencionadas (Mexzón y Chinchilla 1992, 1996, 1999).

Figura 3. Parasitoide sobre un cartucho de *Oiketicus kirbyi.*

Plaguicidas. El uso irracional de insecticidas de amplio espectro puede conducir al aumento poblacional de esta plaga (Lara 1970, Stephens 1984). Por otro lado, la protección que le brinda la canasta al insecto y la capacidad de soportar ayunos prolongados, lo convierte un organismo difícil de combatir por medios químicos.

Las formulaciones de *B. thuringiensis* son efectivas, pero las dosis que se deben utilizar son considerablemente más altas que en el caso de *O. cassina,* y muy comúnmente se alcanza a afectar solo unas dos terceras partes de la población de larvas, lo cual obliga a realizar dos o más aplicaciones del producto durante un ciclo del insecto.

Otros insecticidas de más amplio espectro (monocrotofos), tienen el potencial de ser usados en focos localizados de ataque, si se aplican utilizando las ventajas de la absorción radical, o bien, se aplican directamente al tronco.

Atrayentes. El uso de la feromona sexual producida por la hembra tiene un gran potencial para mantener un seguimiento de la abundancia de machos, y eventualmente reducir su población. La cantidad de adultos capturados en trampas con la feromona se correlaciona con la población de larvas en las hojas (Rhainds *et al.* 1994). Los estudios para la utilización comercial de la feromona están temporalmente suspendidos ya que la población actual de la plaga es muy baja en las plantaciones en América Central.

Otros métodos de combate. La recolección manual de larvas en palmas jóvenes ha sido realizada con un grado variable de éxito, dado que dependiendo de la altura de la palma (y del trabajador), los canastos recolectados corresponden principalmente a los estratos inferiores del follaje, en donde se concentran los machos de la especie (Rhainds *et al.* 1995).

Otras plagas

En plantaciones jóvenes en América Central, las plagas de importancia son *Strategus aloeus* (Coleoptera: Scarabaeidae) y las ratas. Los adultos de *S. aloeus* excavan un orificio en la base de las plantas y se alimentan del bulbo basal. Los estados larvales se desarrollan en residuos orgánicos en descomposición. Cuando la siembra se realiza después de eliminar la selva primaria o secundaria, se pueden esperar ataques severos de esta plaga. Sin embargo, cuando los residuos vegetales se cubren tempranamente con alguna planta de crecimiento rápido (como una leguminosa rastrera), las hembras de *Strategus* tienen dificultad para localizar los troncos en descomposición, o bien la ovoposición se dificulta. La obsesión por mantener el cultivo libre de malezas puede promover serios ataques de esta plaga, al exponerse cúmulos de materia orgánica en donde se reproduce el insecto.

En el sureste asiático, se ha obtenido éxito en el manejo de *Oryctes rhynocerus* mediante el uso de un baculovirus. *Oryctes* y *Strategus* pertenecen a la misma subfamilia (Dynastinae) y tienen hábitos muy similares. Por otro lado, las feromonas de agregación han sido descritas para *Oryctes* spp., de manera que la búsqueda y uso de feromonas y entomopatógenos en *S. aloeus* es una posibilidad interesante de investigación.

El daño por roedores, principalmente ratas, puede ser severo en palma joven. En América Central las principales especies de ratas concentran su ataque en la base de las hojas más viejas y en los racimos en formación (Torres y Salazar 2002). El manejo de roedores obliga a un enfoque integral, manipulando el ambiente para hacerlo lo más inhóspito posible para ellos. Esto implica destruir los sitios de reproducción y refugio. La mejora del drenaje superficial es fundamental, así como la eliminación de malezas gramíneas de porte alto. Una plantación razonablemente limpia, particularmente en la rodaja alrededor de la base de las plantas, ayuda a que las ratas puedan ser vistas más fácilmente por las aves rapaces.

En Malasia se combina el uso de anticoagulantes con la actividad del búho *Tyto alba*. Esta ave, sin embargo, es afectada cuando consume un animal envenenado con un cebo preparado con anticoagulantes de la segunda generación (como brodifacoum). Sin embargo, los venenos del grupo de la warfarina son seguros. La estrategia que se ha seguido consiste en proporcionar sitios para anidamiento (casas de madera) en la plantación, y construir pértigas de observación para las aves. Esto se combina con el uso de anticoagulantes seguros para las aves, cuando es necesario (Duckett 1982).

En América Central el riesgo de causar daño a las aves rapaces es alto, debido a la preferencia por los anticoagulantes "más efectivos" de la segunda generación. En Honduras hemos observado la asociación entre la aparición de aves rapaces muertas y el uso de cebos de brodifacoum.

T. alba es un rapaz presente en nuestros países, y una especie que debe tomarse en cuenta para el manejo integrado de los roedores. Algunos intentos en el pasado para que esta especie anidara en construcciones (casas, pajareras) armadas según las especificaciones dadas en Malasia no fueron exitosos, pero es evidente que se necesita más investigación para adaptar la tecnología a nuestras condiciones.

La enfermedad del anillo rojo-hoja pequeña

El anillo rojo-hoja pequeña es la enfermedad más importante del cocotero y la palma aceitera en América Central. El nematodo causal, *Bursaphelenchus cocophilus* es transmitido fundamentalmente por *R. palmarum*. Otros posibles vectores han sido señalados, pero su importancia es cuestionable, como el caso de *Metamasius hemipterus*, cuya relación con la enfermedad no ha podido ser comprobada, al menos en Costa Rica, a pesar de haberse utilizado un método de trampeo con feromonas de agregación (Pérez *et al.* 1997, Bulgarelli *et al.* 1998).

En palma aceitera, la presencia del nematodo puede causar un amarillamiento y secamiento progresivo a partir de las hojas inferiores. La muerte de la palma puede ocurrir en pocos meses. Esta sintomatología se ha designado como la clásica del anillo rojo y es la manifestación aguda de la enfermedad.

En otras circunstancias, el nematodo se localiza principalmente en la región del cogollo, particularmente en las hojas primordiales en la fase de crecimiento rápido, lo cual causa que la palma emita sucesivamente hojas cada vez más cortas y deformes. La ausencia de amarillamiento y la presencia de estas hojas de menor longitud le han dado el nombre de "hoja pequeña" a esta manifestación de la enfermedad. Este tipo de síntoma puede definirse como crónico, ya que la palma puede permanecer viva por años (Fig. 4). La hoja pequeña y los síntomas clásicos son los dos extremos de un continuo que se presenta en el campo, por lo cual es posible encontrar palmas que presenten una combinación de los síntomas (Chinchilla y Richardson 1987, Chinchilla 1992).

Figura 4. Síntomas clásicos y de hoja pequeña (anillo rojo) en palma aceitera.

La enfermedad del anillo rojo es de baja incidencia en plantaciones jóvenes (menores de seis años), pero tiene el potencial de abarcar el 20% de las palmas en siembras de mediana edad (13 años), y alcanzar un acumulado del 40% o más de las palmas en siembras viejas (20 años). No obstante, la incidencia de la enfermedad no es uniforme en la plantación, siendo determinada no solo por la edad, sino también por la cercanía a otras plantaciones enfermas, con altas poblaciones del insecto vector (Chinchilla 1992).

Los adultos de *R. palmarum* son atraídos por heridas y pudriciones en el tallo y el cogollo de las palmas. La ovoposición ocurre en estos puntos, y las larvas en desarrollo son capaces de causar un deterioro considerable de los tejidos como producto de sus actividades (Mezxón *et al.* 1994). Cuando la palma atacada tiene el nematodo del anillo rojo, las larvas pueden adquirirlo, y lo mantienen a través de las mudas hasta alcanzar el estado adulto (Griffith 1987).

La población de *R. palmarum* es agregada dentro y entre lotes de cosecha según su edad, ubicación y manejo (Oehlschlager *et al.* 1995). Existe también una marcada variación estacional, en donde las máximas capturas en trampas se consiguen durante la estación seca. La población del insecto infestada por el nematodo (vectores potenciales) también varía durante el año y entre lotes de cosecha en la plantación. Contrariamente al comportamiento de la población total, el porcentaje de insectos que transporta el nematodo es menor en los meses secos del año, y aumenta en el segundo período de la época de lluvias (Chinchilla *et al.* 1991, Morales y Chinchilla 1991).

El manejo del anillo rojo requiere de una serie de medidas integradas que abarquen toda el área en la cual se ubica la plantación de palma aceitera. El control debe dirigirse a reducir las fuentes de infección del nematodo (palmas enfermas), así como la población del insecto vector. Tras varios años de experiencia en el combate de esta enfermedad en Costa Rica, se han definido seis tácticas principales, que determinan el éxito en reducir la incidencia del anillo rojo a niveles económicamente manejables. Estas medidas, descritas a continuación, han dado como resultado que la enfermedad del anillo rojo haya dejado de ser el principal problema fitosanitario de la palma aceitera, quedando relegado por ahora a un segundo plano, después de las pudriciones del cogollo, de etiología no esclarecida aún por completo.

Organización y entrenamiento del personal de fitosanidad. Toda plantación comercial de palma aceitera debe tener un grupo de personas encargadas de manejar los problemas fitosanitarios. En el caso del anillo rojo, se requiere que estén adiestradas en el reconocimiento de los síntomas y sus variaciones, principalmente en las etapas iniciales de la enfermedad. Deben también conocer muy bien las relaciones de la enfermedad con el vector y el comportamiento de este.

Eliminación de las palmas con síntomas. El tratamiento de las palmas enfermas con nematicidas tradicionales no es recomendable, ya que la respuesta obtenida es errática. Se han intentado aplicaciones al cogollo, al suelo, vía radical y por inyección al tronco con diferentes productos y dosis. La respuesta errática a los nematicidas, junto con el riesgo que estos ofrecen para el ambiente, hacen que su uso como tratamiento curativo o preventivo sea muy cuestionable.

Las palmas enfermas constituyen las fuentes de inóculo del nematodo, por lo cual deben eliminarse. *B. cocophillus* es un parásito obligado, no sobrevive más allá de pocos meses en los troncos de palmas cortadas, y en el suelo desaparece luego de unos pocos días. La eliminación de otras palmas infectadas (principalmente cocoteros) de las áreas vecinas también contribuye a la reducción de la enfermedad dentro de la plantación.

Las palmas enfermas deben eliminarse con un arboricida. Como el objetivo es detectar las palmas afectadas con los primeros síntomas, estas tienen todavía el sistema vascular parcialmente funcional, y pueden traslocar un producto inyectado al tronco.

Además del producto escogido, la forma y el momento de la aplicación son también importantes. El herbicida debe matar un alto porcentaje de las plantas tratadas y los tejidos deben sufrir un rápido deterioro, de manera que las larvas del vector que pudieran estar presentes no puedan cumplir su ciclo y emerger como adultos y posibles vectores. También es deseable que el producto tenga algún efecto insecticida o repelente de la ovoposición o establecimiento de las larvas. Varias de estas características se encuentran en el herbicida Daconate (MSMA).

Reducción de los sitios de cría del vector. Los sitios comunes de reproducción de *R. palmarum* son palmas con daños mecánicos (por cosecha, ratas, vientos fuertes), enfermas (por pudriciones del cogollo), sometidas a descargas eléctricas, etc. Las heridas en el tronco se producen comúnmente durante las labores de cosecha y poda de hojas por operarios inexpertos, lo cual puede corregirse fácilmente.

Las palmas afectadas por pudriciones deben limpiarse, y tratarse en la medida de lo posible con un insecticida con efecto contra *R. palmarum*.

La forma de destruir las palmas puede tener un profundo impacto sobre la población del insecto vector. Cuando la palma es cortada con motosierra, los cortes atraen a los adultos del insecto, que se reproducen en estos tejidos. Si la palma eliminada estaba contaminada con el nematodo del anillo rojo, existe un alto riesgo de que muchas de las larvas que se desarrollen en estas palmas sean portadores del nematodo.

Reducción de la población adulta infestada del vector. Los adultos de *R. palmarum* son atraídos por los alcoholes volátiles que emanan de heridas y pudriciones en las palmas, así como por los olores de algunas frutas maduras y la caña de azúcar. Este comportamiento se ha utilizado para atraer y capturar a los insectos adultos en trampas preparadas con pedazos de tejido de estas plantas (Morin *et al.* 1986, Chinchilla y Oehlschlager 1992).

El costo de preparación y mantenimiento de las trampas es alto, pues deben ser reemplazadas semanalmente. Cuando la incidencia del anillo rojo y la población del insecto vector son altas, las trampas pueden resultar insuficientes para reducir la enfermedad a un nivel económico aceptable.

La utilización del rincoforol, la feromona de agregación, producida por el macho (Rochat *et al.* 1991), ha permitido mejorar enormemente la eficiencia del trampeo de *R. palmarum* y el control del anillo rojo, tanto en América Central como en otros países de América tropical, en donde también fue un problema importante (Chinchilla *et al.* 1993, Oehlschlager *et al.* 1993a, 1993b, Giblin-Davis *et al.* 1996).

El uso del rincoforol permite aumentar la eficiencia de las trampas de 6 a 30 veces. La trampa más eficiente probada comercialmente en el campo consiste en un recipiente de plástico con una capacidad de entre 5 y 20 litros (Fig 5). Como fuente de alimento se ha preferido el uso de la caña de azúcar por ser un material fácil de obtener, y por permanecer atractivo al insecto por un período de dos semanas al menos, según su preparación. La caña puede impregnarse con un insecticida como el carbaryl (Sevin 80%), de manera que los insectos que visitan la trampa mueran al alimentarse.

El programa de trampeo y sanidad debe ser permanente. Cuando la incidencia de la enfermedad del anillo rojo y la población del vector son muy altas, hay que esperar unos nueve meses para detectar los beneficios del programa. Esto se debe a la necesidad de reducir significativamente la población total del insecto; se debe aguardar que transcurra el período de incubación

normal de la enfermedad, y se manifiesten síntomas en muchas palmas, cuya infección ocurrió en el período en que el trampeo no era aún efectivo.

Figura 5. Trampa para *Rhynchophorus palmarum*, cebada con caña de azúcar y feromonas.

Ley de sanidad. Un elemento que ha contribuido al éxito alcanzado en Costa Rica en la reducción del anillo rojo ha sido la promulgación de una ley que obliga a todo productor a considerar el combate de la enfermedad como prioritario. Esto ha hecho que las labores de eliminación de fuentes de inóculo y reducción de la población del insecto vector se hayan extendido a grandes áreas.

Un programa de manejo integrado de *R. palmarum* y la enfermedad del anillo rojo se puso en marcha en dos plantaciones de varios miles de hectáreas de palma aceitera en Costa Rica (Coto y Quepos), donde se logró reducir la incidencia de la enfermedad en más de un 90% en menos de dos años. Esta reducción correspondió a una disminución similar en la población del insecto vector, *R. palmarum,* según se estimó a través de las capturas en trampas cebadas con rincoforol. El éxito en el control de la enfermedad y el vector se ha repetido en varios países de América tropical.

Pudriciones del cogollo

Existe una serie de trastornos del crecimiento de la palma aceitera cuyos síntomas son un deterioro del sistema radical y el desarrollo de pudriciones, secamientos, amarillamientos y, a veces, deformaciones en la región del cogollo (hojas flecha y primeras hojas abiertas). Las pudriciones en los tejidos del cogollo de la palma aceitera son comunes en todas las regiones de África, Asia y América en las que se ha cultivado esta palma (Kovachich 1957, Turner 1981, Mariau *et al.* 1992, Swinburne 1993, Chinchilla y Durán 1998).

El más común de estos trastornos es el "síndrome de la pudrición común de la flecha-arqueo foliar", que por lo general afecta las palmas durante sus dos primeros años de edad. Los ataques son con frecuencia de poca duración, y la mayoría de las palmas afectadas se recupera sin ayuda. Las causas del trastorno no están bien determinadas. Varios microorganismos se encuentran asociados a las pudriciones en las hojas flecha, particularmente *Erwinia* sp. y *Fusarium* spp. (Turner 1981, Monge *et al.* 1993), pero la eficacia de los tratamientos (mezclas de insecticidas y fungicidas) para recuperar las plantas enfermas es muy cuestionable. El arqueo foliar, caracterizado por el desarrollo de una curvatura de los raquis de las hojas, ha sido explicado en términos genéticos (Blaak 1970), y la anatomía del tejido fue descrita por Monge *et al.* (1994),

Las diferencias en susceptibilidad entre orígenes y progenies dentro de un mismo origen son bastante claras. Sin embargo, existen factores de predisposición a la enfermedad que definen su incidencia y severidad. En América Central, en particular, se ha señalado el mal drenaje y los desequilibrios nutricionales como factores de predisposición (Chinchilla 1993, Monge *et al.* 1993, Alvarado *et al.* 1997).

En plantaciones jóvenes en el campo aparecen típicamente dos picos de incidencia de estos trastornos. El primero coincide con el establecimiento de la estación lluviosa, después del primer año de sembradas las plantas. Durante el período seco es normal que las raíces no crezcan mucho y que muchas mueran. Posteriormente, con la llegada de las lluvias, se hace la primera aplicación de fertilizante del año (principalmente nitrógeno), lo cual puede crear un desequilibrio raíz/parte aérea que predispone al desarrollo de la enfermedad. Un segundo pico de incidencia ocurre durante ese mismo año (segundo en el campo), durante los últimos meses lluviosos, cuando los suelos están saturados de agua (pobre aeración), lo cual también causa muerte de raíces.

Las pudriciones del cogollo propiamente dichas son conocidas en la mayoría de los países de América tropical y fuera de este continente. Los síntomas son un amarillamiento pronunciado en varias hojas jóvenes (generalmente en posición 2-4 en la filotaxia), y pudriciones en las flechas, que normalmente bajan hasta la base de las hojas, sin llegar normalmente al meristemo. El sistema radical de las palmas

está deteriorado: pocas raíces absorbentes, pudriciones en las raíces formadas y deformaciones diversas. La pudrición del cogollo ataca palmas de cualquier edad, y una proporción de ellas se recupera aún sin asistencia.

La pudrición letal del cogollo es esencialmente una forma severa de la pudrición; una proporción considerable de las palmas muere, ya que las pudriciones bajan hasta la zona del meristemo apical. No se conocen aún las razones por las que las pudriciones bajan hasta el meristemo y matan la palma, pero podrían estar asociadas a mejores condiciones ambientales que favorecen el ataque de patógenos más agresivos, como *Phytophtora* sp.

Las pudriciones del cogollo son sin duda el problema fitosanitario de mayor impacto económico en las plantaciones de palma aceitera en América tropical. Cuando se han conjugado las condiciones apropiadas para su desarrollo, la incidencia ha alcanzado 90% o más, y en algunos casos a ocasionado el abandono de varios miles de hectáreas, tal como ha ocurrido en Brasil, Ecuador, Colombia, Surinam y Panamá (Turner 1981, Mariau *et al.* 1992, Swinburne 1993). En Costa Rica, el problema se presentó en el pasado en algunas plantaciones establecidas en la zona Atlántica, y ahora prevalece en la zona de Parrita y Quepos, donde se le conoce localmente como "flecha seca", la cual es una condición que normalmente no causa la muerte de las palmas y existe un gran potencial para la recuperación (Chinchilla y Durán 1999).

Patógenos asociados. Las raíces y tejidos jóvenes aéreos aparecen con lesiones en palmas con pudrición del cogollo, con varios patógenos asociados: *Erwinia* spp., *Fusarium* spp., *Thielaviopsis* sp. y *Pythium* spp. Todos estos microorganismos son reconocidos patógenos oportunistas asociados a pudriciones en raíces y lesiones de la parte aérea en muchas plantas, y están presentes en prácticamente cualquier agroecosistema.

Factores de predisposición. La pudrición del cogollo y trastornos similares como la flecha seca están asociados a varios factores del suelo, clima y agronomía que son negativos para el crecimiento normal de las plantas, particularmente del sistema radical. Entre estos, los más comunes son una aeración deficiente del suelo, una fertilización desequilibrada y un balance hídrico alterado. La mala aeración del suelo puede ocurrir por problemas de drenaje interno (capas semi-impermeables, texturas muy finas o contrastantes, etc.) o compactación. Los problemas nutricionales implican desequilibrios entre cationes en el suelo, principalmente cuando el potasio es bajo o hay un alto contenido de calcio o magnesio. La pudrición también suele asociarse con la fertilización nitrogenada en exceso. Otros elementos vinculados son el cobre y el zinc, y la relación hierro/manganeso (Chinchilla y Durán 1998, 1999).

El balance hídrico en la planta es trastornado en terrenos anegados y durante períodos secos prolongados, particularmente cuando el contenido de potasio es bajo, y la textura del suelo es gruesa. Un factor de estrés consistentemente asociado a los problemas de pudrición y la flecha seca es un suelo de poca profundidad, bajo el cual existan capas de materiales gruesos, tales como deposiciones de ríos. El desarrollo radical en estratos de texturas muy gruesas o gravosas es limitado aún en la época de lluvias (fertilidad pobre), y muchas de las raíces que logran formarse mueren durante una estación seca prolongada. El problema se complica si existe un nivel freático fluctuante que asciende hasta pocos centímetros de la superficie (Chinchilla y Durán 1999).

Manejo del problema. En todas las situaciones en que se ha presentado una alta incidencia de las pudriciones del cogollo en plantaciones de palma aceitera, el fenómeno se ha asociado a la presencia de los factores de predisposición descritos. Hasta ahora no se ha presentado ninguna evidencia importante para aceptar la hipótesis de que existe un patógeno como causa primaria del problema. Todos los intentos por manejar el problema con la aplicación de fungicidas, bactericidas y sustancias similares (en forma preventiva o curativa) han fracasado.

Considerando la situación, actualmente solo existen dos vías (que posiblemente deban combinarse) para convivir con el problema: la resistencia o tolerancia genética, y un manejo agronómico del cultivo, en donde se eviten o alivien los efectos de los factores de predisposición al problema.

El desarrollo y prueba de nuevos materiales genéticos con potencial de convivir con el problema es un proceso lento en un cultivo perenne como la palma aceitera, de manera que en el corto plazo se ha trabajado tratando de eliminar o mitigar el efecto negativo de los factores de predisposición. El trabajo ha sido dirigido a reducir la compactación del suelo, mejorar la infraestructura de drenaje, añadir materia orgánica al

suelo, y ofrecer a la palma una nutrición más equilibrada, particularmente supliendo el potasio, que es el elemento encontrado hasta ahora más cercanamente asociado al problema cuando está en una condición de deficiencia o desequilibrio en el suelo (Chinchilla y Durán 1998, 1999). Debe considerarse que desde una perspectiva práctica, la mayoría de los problemas de desequilibrios entre manganeso y hierro pueden resolverse simplemente aireando el suelo.

El programa de manejo de la población del anillo rojo y su vector en Costa Rica (descrito anteriormente) ha sido un elemento muy importante para reducir el potencial destructor de la flecha seca, ya que manteniendo baja la población de *R. palmarum,* se evita que las palmas con las pudriciones se conviertan en sitios de reproducción del insecto, lo cual podría causar su muerte, tal y como ha sido observado en otros países.

El manejo de la plantación descrito ha dado lugar a la recuperación de varias miles de hectáreas del cultivo en Quepos, que ahora muestran una recuperación total del follaje (no aparecen pudriciones, secamientos o amarillamientos). Muchas de estas áreas han reiniciado una producción de racimos similar a que mostraban antes de que apareciera el problema en forma generalizada. No obstante el éxito parcial obtenido, existen todavía muchas lagunas en el conocimiento de las causas del problema, y no se ha podido desarrollar un programa sistemático de manejo que realmente garantice que aparezca el problema en las siembras comerciales de palma aceitera. Este trabajo está pendiente, y ocupa un lugar de máxima importancia en la agenda de investigación actual.

Aspectos del cultivo favorables para el manejo integrado de plagas

Vigilancia de la plantación. Para tener una idea de la dinámica de la población de una plaga artrópoda y de sus enemigos naturales en una plantación, son necesarias las observaciones periódicas. Se han propuesto varios esquemas de vigilancia y recuento de poblaciones (Genty 1978, Morin y Philippe 1978, Chinchilla, 1993). La vigilancia de una plantación de palma aceitera se facilita, dado que cada palma puede ser claramente identificada mediante un sistema de coordenadas que considera cada fila de palmas y la posición de cada una de ellas en la fila.

Aspectos cuarentenarios. La mayoría de las enfermedades de la palma aceitera no pueden ser transmitidas por semilla sexual, es la forma más extendida para iniciar nuevas plantaciones (Chinchilla y Umaña 1996, Chinchilla 2001). Solo hay un problema que merece atención en el aspecto cuarentenario, la marchitez vascular causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis*. Debido a la amplia presencia de esta enfermedad en varios países de África (Renard y Franqueville 1989) y su presencia localizada en solo dos países en Suramérica, existe la posibilidad de que el patógeno haya llegado hasta allí en lotes de semilla o en muestras de polen (Flood *et al.* 1990). Esta situación nos recuerda la importancia de establecer y mantener medidas cuarentenarias efectivas para evitar la introducción de este problema en América Central.

Cultivos asociados. La cercanía de una plantación de palma aceitera a otro cultivo, también define el tipo de plaga que puede presentar. Por ejemplo, la palma aceitera y el banano comparten varios insectos plaga cuando son plantados cercanamente. El tipo de plaga y el nivel de daño pueden variar también cuando se utiliza algún cultivo intercalado. El manejo de plagas comienza entonces desde la escogencia misma del sitio en donde se establecerá la plantación, y de la preferencia que tenga el agricultor o empresario por otros cultivos que intente intercalar con la palma aceitera.

Necesidad de productos agroquímicos y nuevas formas de aplicación. El mantenimiento de una plantación adulta de palma aceitera normalmente requiere del uso de muy pocos productos agroquímicos, además de los fertilizantes y los herbicidas. En el caso de estos últimos, el uso puede ser restringido a mantener limpia la base de las palmas y los sitios por donde transitan los trabajadores. En palmas jóvenes, las entrecalles son normalmente cubiertas por leguminosas como el kudzú, las cuales controlan la mayoría de las malas hierbas en estos sectores. En palmares adultos, la sombra impide el crecimiento de malezas agresivas, y el tipo de flora puede ser manejado de manera que se favorezca la colonización de plantas benéficas.

Existen algunas modalidades de aplicación de insecticidas en palmáceas que permiten aumentar la selectividad. Un método consiste en hacer un agujero en la base del tallo y verter allí el insecticida. Una variación consiste en buscar una raíz madura lignificada y, luego de realizarle un corte, ponerla en una pequeña

bolsa plástica que contenga el producto insecticida. En ambas situaciones, la corriente de transpiración arrastra el insecticida para matar en forma selectiva a los insectos que se estén alimentando del follaje. De esta forma, se espera proteger a los enemigos naturales (Wood *et al.* 1974, Mariau y Genty 1992). No obstante, algunos parasitoides podrían resultar afectados (Hoong y Crystopher 1992). El abuso de estas técnicas ha conducido, con el tiempo, a la necesidad de aumentar la frecuencia de las aplicaciones y las dosis de los insecticidas.

Uso de suspensiones virales. El uso de virus sobre miembros de la familia Limacodidae en palma aceitera es común en Suramérica y Asia (Genty y Mariau 1975, De Chenon *et al.* 1987). Las preparaciones virales se obtienen por métodos muy sencillos, como recoger en el campo orugas infectadas, licuarlas, filtrarlas y aplicar la suspensión con el equipo ordinario de aspersión. En Honduras, una experiencia demostró la bondad de este método contra *Sibine* sp.

Mantenimiento de una flora benéfica asociada al cultivo. Con el crecimiento en altura del cultivo, se reduce la cantidad de luz que llega hasta el suelo y muchas malezas que necesitan exposición directa a los rayos del sol son desplazadas por especies propias de zonas de sombra. El uso generalizado de herbicidas mata selectivamente algunas especies en particular. El resultado final es una reducción en el número de especies en el agroecosistema. Cuando se utiliza una cobertura de alguna leguminosa (generalmente kudzú) se obtienen varios beneficios, pero también se está limitando la biodiversidad. Recientemente se ha incrementado el interés por estudiar las múltiples interrelaciones entre insectos plaga del cultivo, sus enemigos naturales y algunas plantas herbáceas con las cuales se asocian estos enemigos naturales. Varios entomólogos han realizado inventarios de las plagas artrópodas, sus controladores biológicos y las plantas en donde trascurre parte del ciclo de vida de estos últimos (Genty *et al.* 1978, Genty 1984, Mexzón y Chinchilla 1992, 1996, 1999, Delvare y Genty 1992).

Varias malezas de diversas familias, incluyendo Solanaceae, Malvaceae, Compositae, Leguminoseae, Sterculiaceae, Rubiaceae, Euphorbiaceae, y Cyperaceae, han sido identificadas como atractivas para varias especies de parasitoides en plantaciones comerciales de palma aceitera en Centroamérica. La lista de plantas identificadas en estos trabajos incluye 18 familias y 37 especies (Mexzón y Chinchilla, 1992, 1996, 1999). La mayoría de estas especies son poco competitivas y son fácilmente desplazadas por otras más agresivas, a menos de que el combate de malezas se programe para protegerlas.

Conclusiones

El trabajo de investigación realizado en las plantaciones comerciales de palma aceitera de Costa Rica durante el último decenio ha permitido mejorar las tácticas de manejo integrado de los diferentes problemas fitosanitarios que afectan el cultivo. El conocimiento actual brinda al cultivador de palma aceitera una serie de herramientas prácticas que puede utilizar con éxito para reducir los riesgos de aparición de problemas fitosanitarios graves. Una hipótesis clave del trabajo realizado ha sido que la incidencia (y severidad) de muchos problemas fitosanitarios importantes, como las pudriciones del cogollo, puede ser manejada con éxito, si el manejo de la plantación contempla la evitación de situaciones de estrés sobre el cultivo, tal como una nutrición desequilibrada.

El caso de la palma aceitera es un ejemplo de que los principios del manejo integrado de problemas fitosanitarios pueden ser aplicados con éxito, y permiten mantener poblaciones de las principales plagas en números bajos, sin necesidad de arriesgar la calidad del ambiente.

Actualmente, el principal problema fitosanitario de la palma aceitera en América tropical no ha sido resuelto del todo. Las pudriciones del cogollo continúan siendo el riesgo más importante que deben superar las plantaciones para sobrevivir, y aún no tenemos la receta para reducir este riesgo de manera económicamente manejable. La investigación deberá dar la solución final, que posiblemente incluirá una combinación de nuevos materiales genéticos tolerantes al problema, así como el desarrollo de un programa de manejo agronómico de las plantaciones que evite o reduzca la mayor cantidad posible de factores de estrés sobre el cultivo, en particular una mala aeración del suelo y una nutrición desequilibrada.

Literatura citada

Alvarado, A; Chinchilla, CM; Bulgarelli, J; Sterling, F. 1997. Agronomic factors associated with common spear rot/crown disease in oil palm. ASD Oil Palm Papers (CR) 15: 8-28.

Blaak, G. 1970. Epistasis for crown disease in the oil palm (*Elaeis guineensis*). Euphytica 19: 22-24.

Bulgarelli, J; Chinchilla, CM; Oehlschlager, C. 1998. The little leaf/red ring syndrome and Metamasius hemipterus captures in oil palm in Costa Rica. ASD Oil Palm Papers (CR) 18: 17-24.

Chinchilla, CM; Richardson, DL. 1987. Four potentially destructive diseases in Central America. *In* Oil Palm\Palm Oil Conferences. Agriculture. (1987, Kuala Lumpur, MY), Proceedings. PORIM. p. 468-470.

Chinchilla, CM; Menjivar, R.; Arias, E. 1991. El picudo de la palma y la enfermedad del anillo rojo-hoja pequeña en una plantación comercial de palma aceitera en Honduras. Turrialba 40(4): 471-477.

Chinchilla, CM. 1992. El síndrome del anillo rojo-hoja pequeña en palma aceitera y cocotero. Palmas (CO) 13(1): 33-56.

Chinchilla, CM; Oehlschlager, AC. 1992. Comparación de trampas para capturar adultos de *Rhynchophorus palmarum* utilizando la feromona de agregación producida por el macho. Manejo Integrado de Plagas (CR) 29: 28-35.

Chinchilla, CM. 1993. Fauna perjudicial y enfermedades en palma aceitera. ASD de Costa Rica (CR). 134 p.

Chinchilla, CM; Oehlschlager, AC; González, LM. 1993. Management of the red ring disease in oil palm through pheromone-based trapping of *Rhynchophorus palmarum*). *In* International Palm Oil Congress. Agriculture. (1993, Kuala Lumpur, MY). Proceedings. PORIM. p. 428-441.

Chinchilla, CM; Umaña, C. 1996. There is no (known) danger in importing diseases through oil palm seed imports from Costa Rica. ASD Oil Palm Papers (Costa Rica) 13: 1-8.

Chinchilla, CM; Durán, N. 1998. Manejo de problemas fitosanitarios en palma aceitera. Una perspectiva agronómica. Palmas (CO) 19: 242-256.

Chinchilla, CM; Durán, N. 1999. Nature and management of spear rot-like problems in oil palm: a case study in Costa Rica. *In* International Palm Oil Congress. Agriculture. (1999, Kuala Lumpur, MY). Proceedings. PORIM. p. 97-126.

Chinchilla, CM. 2001. Chlorotic ring spot and other virus-like symptoms in oil palm: risks for seed transmision. ASD Oil Palm Papers (CR) 22: 17-27.

Delvare, D; Genty, P. 1992. Interés de las plantas atractivas para la fauna auxiliar de las plantaciones de palma aceitera en América tropical. Oleagineux 47(10): 551-558.

De Chenon, D; R; Mariau, D; Monsarrat, P; Fediere,G; Sipanyung, A. 1987. Research into entomopatogenic agents of viral origen in leaf eating Lepidoptera of the oil palm. *In* International Oil Palm Conferences. (1987, Kuala Lumpur, MY). Proceedings. PORIM. p. 471-478.

Duckett, JE. 1982. Barn owl (*Tyto alba*) and the second generation rat-baits utilized in oil palm plantations in Malaysia. Planter (MY) 60: 3-11.

Flood, J; Mepsted, R; Cooper, R. 1990. Contamination of oil palm pollen by *Fusarium* spp. Mycological Research 94(5): 708-709.

Genty, P; Mariau, D. 1975. Utilización de un entomopatógeno contra *Sibine fusca*. Oléagineux 30(8\9): 349-354.

Genty, P; Mariau, D. 1975. Utilización de un germen entomopatógeno en la lucha contra *Sibine fusca*. Oléagineux 30 (8/9): 349-354.

Genty, P. 1978. Phytosanitary checks on adult oil palm plantations in Latin America. Oleagineux 33(11): 549-553.

Genty, P; De Chenon, D; Morin, J. 1978. Las plagas de la palma aceitera en América. Oléagineux 33(7): 324-420.

Genty, P. 1984. Estudios entomológicos en relación a la palma aceitera en America Latina Palmas (CO) 5(1): 22-31.

Giblin-Davis, RM; Oehlschlager, C; Perez, A; Gries, G; Gries, R; Weisling, TJ; Chinchilla, CM; Peña, JE; Hallet, RH; Pierce, HD; González, LM. 1996. Chemical and behavioral ecology of palm weevils (Curculionidae: Rhynchophorinae). Florida Entomologist 79(2): 153-167.

Griffith, R. 1987. Red ring disease of coconut palm. Plant Disease 71(2): 193-196.

Hoong, HW; Crystopher, HK. 1992. Major pests of oil palm and their occurrence in Sabah. The Planter (MY) 68: 193-210.

Kovachich, WG. 1957. Some diseases of the oil palm in the Belgian Congo. Journal West African Institute for Oil Palm Research 2: 221-229.

Lara, F. 1970. Problemas y procedimientos bananeros en la zona Atlántica de Costa Rica. Trejos Hnos. San José, Costa Rica. 278 p.

Loría, R; Chinchilla, CM; Domínguez, J; Mexzón, R. 2000. An effective trap to capture adults of *Opsiphanes cassina*, and observations on the behavior of the pest in oil palm. ASD Oil Palm Papers (CR) 21: 1-12.

Mariau, D; Lande, HL van de; Renard, JL; Dollet, D; Rocha de Souza, L; Ríos, R; Orellana, F; Corrado, F. 1992. Enfermedades tipo pudrición del cogollo en palma aceitera en América Latina. Oléagineux 47(11): 605-618.

Mariau, D; Genty, P. 1992. Método de lucha por absorción radicular contra las plagas de la palma aceitera y del cocotero. Oléagineux 47(4): 197-199.

Mexzón, R; Chinchilla, CM. 1992. Entomofauna perjudicial, enemigos naturales y malezas útiles en palma aceitera en América Central. Manejo Integrado de Plagas (CR) 20-21: 1-7.

Mexzón, RG; Chinchilla, CM; Castrillo, G; Salamanca, D. 1994. Biología hábitos de *Rhynchophorus palmarum* asociado a palma aceitera en Costa Rica. ASD Oil Palm Papers (CR) 8: 14-21.

Mexzón, R; Chinchilla, CM. 1996. Enemigos naturales de los artrópodos perjudiciales a la palma aceitera (*Elaeis guineensis*) en América Central. ASD Oil Palm Papers (CR) 13: 9-33.

Mexzón, R.; Chinchilla, CM. 1999. Plant species attractive to beneficial entomofauna in oil palm plantations in Costa Rica. ASD Oil Palm Papers (CR) 19 (número especial).

Monge, JE; Chinchilla, CM; Wong, A. 1993. Studies on the etiology of the crown disease\spear rot syndrome in oil palm. ASD Oil Palm Papers (CR) 7: 1-16.

Monge, JE; Vasquez, N; Chinchilla, C. 1994. Common spear rot-crown disease in oil palm: anatomy of the affected tissue. Elaeis (MY) 6(2): 102-108.

Morales, JL.; Chinchilla, CM. 1991. El picudo de la palma aceitera y la enfermedad del anillo rojo-hoja pequeña en una plantación comercial de palma aceitera en Costa Rica. Turrialba (CR) 40(4): 478-485.

Morin, JP; Philippe, R. 1978. Phytosanitary checks on oil palm plantations in West Africa. Oléagineux 33(6): 277-281.

Morin, JP; Luchini, F; Araujo, J; Ferreira, JMS; Fraga, LS 1986. *Rhynchophorus palmarum* control using traps from oil palm cubes. Oléagineux 41(2): 57-62.

Oehlschlager, AC; Chinchilla, CM; González, LM; Jirón, L; Mexzón, R; Morgan, B. 1993a. Development of a pheromone-

based trapping system for *Rhynchophorus palmarum* (Curculionidae). Journal of Economical Entomology 86(5): 1381-1392.

Oehlschlager, AC; Chinchilla, CM; González, LM. 1993b. Optimization of a pheromone-baited trap for the American palm weevil, *Rhynchophorus palmarum*. *In* International Palm Oil Conference. Agriculture. (1993, Kuala Lumpur, MY). Proceeding. PORIM. p. 645-660.

Oehlschlager, AC; McDonalds, RS; Chinchilla, CM; Patschke, SN. 1995. Influence of a pheromone-based mass trapping system on the distribution of *Rhynchophorus palmarum* in oil palm. Environmental Entomology 24(5): 1005-1012.

Perez, AL; Campos, Y; Chinchilla, CM; Oehlschlager, AC; Gries, G; Gries, R; Gliblin-Davis; RM; Castrillo, G; Peña, JE; Duncan, RE; González, LM; Pierce, HD; Mc Donald, R. 1997. Aggregation pheromones and host kairomones of West Indian sugarcane weevil, Metamasius hemipterus sericeus. Journal of Chemical Ecology 23(4): 869-887.

Renard, JL; Franqueville, H. 1989. Oil palm vascular wilt. Oléagineux 44(7): 341-349.

Rhainds, M; Chinchilla, CM; Castrillo, G. 1993. Desarrollo de un método de muestreo de las larvas de *Opsiphanes cassina* en palma aceitera. Manejo Integrado de Plagas (CR) 30: 15-18.

Rhainds, M; Gries, G; Li, J; Gries, R; Slessor, KN; Chinchilla, CM; Oehlschlager, A C. 1994. Chiral esters: sex pheromone of the bagworm, *Oiketicus kirbyi*. Journal Chemical Ecology 20 (12): 3083-3096.

Rhainds, M; Gries, G; Castrillo, G. 1995a. Pupation site affects the mating success of small but not large female bagworms, *Oiketicus kirbyi* (Lepidoptera: Psychidae). OIKOS (DK) 74: 213-217.

Rhainds, M; Gries, G; Chinchilla, CM. 1995b. Pupation site and emergence time influence the mating success of bagworm females, *Oiketicus kirbyi*. Entomologia Experimentalis et Applicata (BE) 77: 183-187.

Rhainds, M; Gries, G; Chinchilla, CM. 1996. Development of a sampling method for first instar *Oiketicus kirbyi* (Lepidoptera: Psychidae) in oil palm plantations. Journal Economical Entomology 89 (2): 396- 401.

Rochat, D; Malosse, DC; Lettere, M; Ducrot, PH; Zagatti, P; Renou, M; Descoins, C. 1991. Male-produced aggregation pheromone of the American palm weevil: collection, identification, electrophysiological activity and laboratory bioassay. Journal of Chemical Ecology 17: 2127-2141.

Rojas, J; Chinchilla, CM; Aguilar, H. 1993. Seasonal and spatial distribution of *Retracus elaeis* and other acarids associated with oil palm in Costa Rica. Journal of Plantation Crops (IN) 21(2):97-106.

Swinburne, TR. 1993. Fatal yellows, bud rot and spear rots of oil palm. A comparison of symptoms of these diseases in Brazil, Ecuador and Colombia. The Planter (MY) 15-23.

Torres, R; Salazar, A. 2002. Notas sobre un ataque de ratas en palma aceitera en Costa Rica. ASD Oil Palm Papers (CR) 23: 31-34.

Turner, PD. 1981. Oil Palm Diseases and Disorders. The Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur (MY). 280 p.

Stephens, C. 1984. Ecological upset and recuperation of natural control of insect pests in some Costa Rican plantations. Turrialba (CR) 34(1): 101-105.

Villanueva, A; Avila, M. 1987. El gusano canasta *Oiketicus kirbyi* Guild. FEDEPALMA. Boletín Técnico no. 2. 28 p.

Wood, B.J.; Liay, S.S.; Knecht, J.C. 1974. Trunk injection of systemic insecticides against the bagworm, *Metisa plana* on oil palm. Oléagineux 29(11): 499-505.

Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) No. 67 p.83-86, 2003

Nota Técnica

Manejo integrado de plagas: un enfoque accesible para las familias rurales

R.A.Rugama[1]
D. Monterroso S.[1]
O. Muñoz[2]

RESUMEN. El Proyecto CATIE INTA-MIP (NORAD) validó técnica y metodológicamente la implementación del manejo integrado de plagas (MIP) en el cultivo de café, durante el ciclo agrícola de 1997-1998. El objetivo del Proyecto fue promover el conocimiento ecológico y un enfoque renovado de género y reforzar las habilidades de extensionistas que trabajan con grupos mixtos de productores/as. El trabajo se realizó con un grupo de productores de la comunidad de Monterrey, Jinotega, en el marco de un proceso estructurado de capacitación, basado en momentos fenológicos del cultivo. Mujeres y hombres participaron activamente realizando prácticas de observación, diagnóstico y recuento de plagas, análisis y evaluación de datos. Esto les dejó conocimientos ecológicos útiles para el manejo de sus cultivos. El proceso se dio con la facilitación de técnicos de ODESAR y el acompañamiento de especialistas del CATIE.

Palabras clave: Género, MIP-café, participación, capacitación estructurada en MIP.

ABSTRACT. Integrated pest management: an accessible approach for rural households. In 1997—98, the CATIE/INTA IPM Project in Nicaragua validated technical and methodological aspects of the implementation of ecologically based integrated pest management (IPM). The Project's objective was to promote both ecological knowledge and a new gender outlook, as well as to strengthen the abilities of extensionists working with mixed groups of farmers. The Project was carried out in the community of Monterrey, in Jinotega, through structured IPM training processes. The farmers were trained in observation, diagnosis, pest appraisal, and data evaluation. These skills will provide useful ecological knowledge for analysis and farm management. The process was carried out with help from ODESAR's extension agents, who provided the instruction, and CATIE's IPM specialists, who supported the structured IPM training process.

Key words: Gender, coffee IPM, structured IPM training.

Introducción

Varias organizaciones gubernamentales y no gubernamentales han venido realizando esfuerzos para trabajar con una perspectiva de género en acciones dirigidas a pobladores del área rural nicaragüense, dentro del marco de los objetivos que persiga el proyecto o programa de desarrollo.

El Proyecto CATIE/INTA-MIP (NORAD), del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), en el marco de su segunda fase (1995-1998), se planteó impulsar la implementación participativa del manejo integrado de plagas (MIP) en café, con enfoque de género, desarrollada con extensionistas y productores de ambos sexos.

En ese sentido, el Proyecto unió visión y esfuerzos con el Organismo para el Desarrollo Económico y Social del Área Urbana y Rural (ODESAR), y el colectivo de mujeres "Cándida Rosa Centeno", localizado en la comunidad de Monterrey, Municipio de Asturias, Jinotega (Proyecto CATIE/INTA-MIP (NORAD) y ODESAR, 1998).

Los objetivos del proceso fueron que al finalizar por lo menos un ciclo de capacitación: a) los produc-

1 Proyecto CATIE/INTA-MIP (NORAD). Nicaragua.
2 Programa de Desarrollo Rural -ODESAR-. Nicaragua.

tores tengan mayores conocimientos bioecológicos del sistema café, teniendo como base los conocimientos locales; b) los técnicos facilitadores del proceso fortalezcan sus capacidades y habilidades técnico-metodológicas; y c) incorporar el enfoque de género dentro del proceso de implementación participativa de MIP-café.

Metodología

Para desarrollar el proceso de capacitación participativa, eje de la implementación, se requiere y se contó con cuatro elementos:

1. Un grupo de productores de ambos sexos, interesados en implementar el MIP en café, con base en: i) la observación ordenada y sistemática del sistema (diagnóstico dinámico); ii) análisis y selección de opciones; iii) recuento y análisis de datos para la toma oportuna de decisiones en el manejo de plagas; y iv) análisis económico-productivo. Se aprovechó la vinculación de ODESAR con el colectivo de mujeres "Cándida Rosa Centeno", en Jinotega.
2. Un grupo de extensionistas que participe en un proceso estructurado de capacitación, basado en momentos fenológicos (críticos) del cultivo. En este proceso, paralelo al proceso de implementación, intervinieron dos técnicos y una técnica de ODESAR.
3. El acompañamiento de especialistas, mediante sesiones con los técnicos antes y después de cada evento de capacitación con el grupo de productores, evaluando el proceso y participando directamente en las sesiones participativas en el salón o en la parcela escuela (espacio en el campo, perteneciente a uno de los participantes, donde los productores aprenden enseñando y los técnicos enseñan aprendiendo).
4. Caracterización básica de la comunidad, mediante una encuesta-sondeo que responda a preguntas como ¿quiénes son?, ¿qué hacen?, ¿cuáles son sus necesidades?, ¿cómo y quién toma las decisiones en la familia?, y ¿qué división de labores hay en la familia?

Actividades y resultados

El proceso se llevó a cabo de mayo de 1997 a abril de 1998, con la facilitación de un técnico de ODESAR y el acompañamiento de dos especialistas del Proyecto CATIE/INTA-MIP (NORAD). La perspectiva de género se enriqueció, no solo porque la mayoría de los participantes fueron mujeres, dado que se trabajó con una organización femenina, sino porque se facilitó el acceso a la tecnología con una visión de equidad, a partir de las condiciones y posiciones socioeconómicas de las mujeres y los hombres, mediante el ajuste de los horarios, las metodologías e incluso los contenidos. Se logró de esta manera ir más allá de la experiencia ya vivida por los productores que han participado en eventos-talleres anteriormente, involucrando en cierto grado a maridos, esposas, hijos, padres, hermanos y otros miembros de la familia. En algunos casos, cuando la productora no podía asistir al evento, enviaba como representante al esposo o a su hijo, quienes así lograron compartir de manera directa las experiencias del grupo.

Se logró una cobertura de 43 personas (28 mujeres y 15 hombres); la participación en promedio fue de 12 personas por evento, y la relación mujeres/hombres se presenta en la fig. 1.

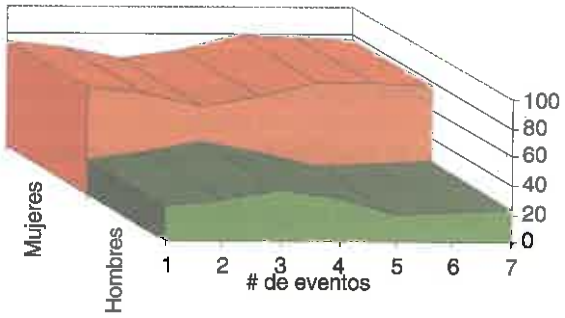


Figura 1. Frecuencia (%) de participación de hombres y mujeres en la capacitación.

Esta relación se dio porque desde el inicio del proceso las mujeres del colectivo decidieron invitar a algunos hombres, tanto de la comunidad como de dos comunidades vecinas; además, participaron los hijos varones en acompañamiento de sus respectivas madres.

Se realizaron 7 talleres de capacitación participativa, cubriendo los siguientes tópicos:

1. Diagnóstico participativo general (necesidades y conocimientos). En orden de prioridades, los productores consideraron como problemas la antracosis (9 votos), los nematodos (5 votos), la roya (2 votos), la nutrición, la broca, la variedad de semillas y el mal suelo (con 1 voto c/u). La parcela escuela se estableció en esta etapa.

Foto 1. Participación de miembros de las familias productoras de café.
Foto 2. Técnicos y productores en el cafetal.
Foto 3. Mujeres y hombres participando en el diagnostico.
Foto 4. Productora evaluando situación de cafetal.
Foto 5. Mujeres y hombres comparten sus experiencias.

2. Diagnóstico de la productividad. Se logró que los productores tuvieran un mejor entendimiento de la situación actual del cafetal en términos del potencial productivo de las plantas.
3. Manejo ecológico de la broca. Se logró que los participantes reconocieran la broca y su biología; el hongo *Beauberia bassiana*, controlador natural de la broca; y la identificación de otros insectos, como el minador, hormigas, machito, chicharra, gusano alambre, picudo, y cochinillas; los síntomas que ocasionan los nemátodos y el roedor conocido como taltuza.
4. Diagnóstico de enfermedades. Se logró el reconocimiento de la roya, la mancha de hierro, la antracosis, el ojo de gallo, el pellejillo y el derrite.
5. Metodología de recuento integral. Se logró que los productores puedan cuantificar las plagas como fundamento para la toma de decisiones; así, no se aplicaban fungicidas en el cafetal si la roya no pasaba de un 5%, y en lugar de aplicar cobre para la antracosis o muerte descendente, decidieron realizar una poda sanitaria de todas las ramas afectadas.
6. Vivero orgánico. Se logró trasladarles el conocimiento que permite hacer un vivero de café sin el uso de agroquímicos.
7. Evaluación económica del proceso productivo. Se evaluó la ventaja económica de tomar las decisiones de manejo de plagas con fundamento en los conocimientos bioecológicos obtenidos durante el proceso.

8. Reflexión sobre la violencia intrafamiliar. Los productores están conscientes de que este es uno de los problemas que interfiere con la participación equitativa de la familia en la distribución familiar del trabajo y sus beneficios y, por consiguiente, de la capacitación.

Resultados adicionales de las actividades fueron:

1. En la evaluación participativa, los productores reconocieron la importancia de haberse involucrado en un proceso de implementación participativa de MIP-café.
2. La influencia del grupo participante fortaleció las capacidades técnico-metodológicas del técnico facilitador y de dos técnicos (mujer y hombre), que participaron de manera colateral, en cuanto a la elaboración y ajustes de las herramientas (materiales didácticos, material natural, etc.) y los contenidos de la capacitación.
3. Como multiplicación horizontal de las capacitaciones, una productora y dos productores organizaron un taller con el apoyo del extensionista, para compartir con otros productores de café en la comunidad de Río Grande, donde participaron 2 productoras y 10 productores.

Conclusiones

1. La caracterización preliminar del área y del grupo meta (caracterización básica o sondeo), permite identificar necesidades y acciones de capacitación y estimar el papel que tienen las mujeres y los hombres en el proceso productivo.
2. El reforzamiento técnico-metodológico de manera estructurada y sistemática contribuye a que los extensionistas mejoren su trabajo con grupos de productores; pero es necesario que los especialistas dediquen un tiempo para afinar contenidos técnicos y metodológicos antes de cada evento (preparación) y propiciar el intercambio, después del evento, entre los extensionistas (evaluación).
3. La capacitación debe ser un proceso sostenido, impartido en los momentos críticos del sistema de cultivo, para que la aprehensión de los conocimientos y su aplicación práctica sean efectivos.
4. La asignación equitativa de los recursos y actividades a mujeres y hombres ayuda a que la participación sea más activa y constante.
5. Las herramientas tecnológicas deben ajustarse a la situación o condición de los productores participantes.
6. Se deben aprovechar los materiales vivos de la región, pues permiten una mayor fijación de los conocimientos.
7. Incorporar desde el inicio los temas de análisis de costos, comercialización y el impacto de los ingresos en la economía familiar.
8. Registrar de manera sistemática y permanente las reflexiones conjuntas del grupo permite hacer ajustes para el futuro del proceso (sistematizar).
9. Propiciar que los facilitadores tomen en cuenta los diferentes papeles de la mujer en la participación (productoras, amas de casa, compromisos con la comunidad, etc.).
10. Estimular la comunicación entre los miembros de la familia para fortalecer y diversificar la toma de decisiones y propiciar la comunicación horizontal.
11. Mientras mayores conocimientos tengan los productores, incidirán más apropiadamente en las decisiones familiares.

Literatura citada

Proyecto CATIE/INTA-MIP(NORAD) y Organismo de Desarrollo Rural -ODESAR. 1998. Manejo Integrado de Plagas: un enfoque accesible para productoras y productores (Memoria de actividades). Documento de distribución restringida. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza -CATIE-. Proyecto CATIE/INTA-MIP(NORAD). Nicaragua. 65p.

Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) No. 67 p.87-90, 2003

Control de *Atta* spp. con prácticas agrícolas e insecticidas botánicos

Anne Kathrina Gruber[1]
Jürgen Kurt Valdix[1]

RESUMEN. El ensayo de control de hormigas cortadoras de hojas, *Atta* spp., se llevó a cabo en una plantación de 8 ha plantadas con patrones para cítricos de la variedad Volkamerina sobre los cuales luego se injertó lima Tahití (limón sin semilla), siendo las plantas fuertemente atacadas por las hormigas cortadoras de hojas. El ensayo se realizó durante 3 meses, de octubre a diciembre 1998. La plantación se dividió en 4 lotes de aproximadamente 2 ha. Cada lote tenía entre 8 y 10 colonias bien establecidas. Los 4 tratamientos fueron: control mecánico excavando las colonias; aplicación de agua hirviendo; aplicación de hojas de madero negro (*Gliricidia sepium*); y aplicación de torta molida de nim (*Azadirachta indica*). Los tratamientos se repitieron cada vez que se observaron de nuevo hormigas atacando las plantas. El agua hirviendo echada en las salidas no tuvo ningún efecto durante el primer mes y se descartó el tratamiento, sustituyéndolo por el primero (excavación). Las hojas de madero negro picadas e introducidas en las salidas provocaron un cambio rápido de salidas de las hormigas; la aplicación se repitió cada semana sin lograr sin embargo la desaparición de las hormigas del lote. La excavación de las colonias y la destrucción de las crías disminuyeron considerablemente el ataque a las plantas; sin embargo, se escaparon todas las hormigas adultas y volvieron a instalarse en el suelo distribuido ahora en más colonias. Al final del tercer mes había 15 colonias recién instaladas en el lote. Con las aplicaciones de la torta molida de nim se logró controlar las hormigas en 3 meses; empero, había que aplicar el nim hasta 6 veces a una misma colonia, obviamente muy profunda y amplia. El total de material aplicado en las dos hectáreas durante el mes de aplicaciones fue de 32 kg, implicando un costo de US$ 66,42/ha, cifra demasiado elevada para un pequeño productor. Se recomienda combinar los tratamientos 2 y 3: excavar primero las crías y luego controlar las hormigas con torta molida de nim cuando tratan de establecerse de nuevo en el campo.

Palabras clave: Hormigas cortadoras de hojas, *Atta* spp., cítricos, *Gliricidia sepium, Azadirachta indica*, torta molida de nim.

ABSTRACT. Controlling *Atta* spp. with cultural methods and botanical insecticides. The field trial of how to combat leaf-cutting ants was carried out in a citrus plantation of 5.6 ha, where the "Volkameriana" variety was planted and severely attacked by *Atta* spp. The trial took place for three months, from October to December 1995. The plantation was divided into 4 parts; each part, of 1.4 ha, had between 8 and 10 nests of *Atta* spp. The 4 treatments were: mechanical control, excavating the nests, application of boiling water, application of leaves of *Gliricidia sepium*, and application of ground neem cake (from *Azadirachta indica*) in water. The treatments were repeated whenever there was new visible damage in the small trees. The results were: The boiling water did not affect the ants during the first month, this treatment was substituted by the excavation treatment for the rest of the trial. The introduction of cut leaves of *Gliricidia sepium* into the tunnels of the nests provoked a rapid change of these tunnels, the application was repeated every week but the nests did not disappear. The excavation of the nests, including the destruction of the larval instars and the fungus colony of *Rozites gongylophora* resulted in a drastic reduction of the damages but many adult ants escaped and tried to build new nests. At the end of the three months, there were 15 new nests in this part of the plantation. The application of ground neem cake in water resulted in a complete control of the ants; there was no more activity around the nests after 5 or 6 repetitions of the treatment. In total, 32 kg of the ground neem cake were used to eliminate the 8 big nests of the 1.4 ha. The cost was very high for a small farmer, US$ 66.42 per ha. The recommendation is to combine the excavation method with the neem cake treatment.

Keywords: Leaf-cutting ants, *Atta* spp., citrus, *Gliricidia sepium, Azadirachta indica,* neem cake.

[1] Investigaciones Orgánicas, S.A., **Nicaragua**. nimnica@ibw.com.ni

Introducción

Las hormigas cortadoras de hojas (*Atta* spp.) representan una de las plagas importantes en cultivos ornamentales (rosas, helechos y otros), frutales (cítricos), forestales y en los viveros. Estas hormigas son difíciles de controlar por la vida que llevan dentro de la tierra, donde suelen construir verdaderos castillos con sofisticados sistemas de entradas, salidas, drenajes, compartimentos para las crías y otros para el cultivo del hongo (*Rozites gongylophora*) del cual se alimentan las crías y los adultos. Se estima que un solo castillo puede albergar hasta 1 millón de hormigas (King 1984). El trabajo de estos insectos es ecológicamente importante porque remueven mucha tierra, la ventilan, aportan materia orgánica y mejoran la estructura; sin embargo el daño, que causan a la producción agrícola puede ser considerable. Se han utilizado métodos poco adecuados para exterminarlos, como echar diesel o kerosén a los castillos subterráneos, dinamitarlos, arrojar cantidades de insecticidas sintéticos y tóxicos a la tierra, etc. Se han reportado resistencias múltiples contra insecticidas sintéticos.

El objetivo de este trabajo consiste en probar métodos y productos ecológicamente compatibles, no tóxicos o riesgosos para humanos, para disminuir el impacto negativo de las hormigas cortadoras de hojas, aplicables a ciertos cultivos sensibles como plantaciones jóvenes de cítricos, viveros o jardines de rosas y otros ornamentales, sin pretender exterminarlas como especie, reconociendo su papel en el ecosistema.

Materiales y métodos

El ensayo de campo se realizó en la finca "Los Limones", propiedad del Sr. Donald Spencer F., ubicada 2 km al oeste de Ciudad Sandino, sobre el camino a San Andrés, en Nicaragua. La finca tiene 10 ha, de las cuales 8 fueron plantadas con patrones (variedad Volkameriana) para la posterior injertación de lima Tahití. El terreno estaba habitado por *Atta* spp., las cuales habían construido grandes castillos a lo largo de varios años.

La plantación fue dividida en 4 lotes de igual tamaño (aprox. 2 ha), procurando que cada lote comprendiera por lo menos 8 grandes colonias, sin tomar en cuenta todas las demás pequeñas en el conteo inicial.

Se determinaron 4 tratamientos:

1. Aplicación de agua muy caliente (80 - 85°C), entre 25 y 30 litros por colonia.
2. Excavación de las colonias y destrucción mecánica de las crías y de *R. gongylophora*.
3. Colocación de 0,45 kg de hojas frescas de madero negro (*Gliricidia sepium*) en las salidas.
4. Aplicación de torta molida de nim (2 kg / 30 litros de agua/ castillo).

Las aplicaciones se repitieron cada vez que se observaron las hormigas todavía activas, cortando hojas de las plantas de los patrones Volkameriana durante el primer mes del ensayo.

La aplicación de agua caliente se repitió 3 veces. La excavación se repitió una vez para asegurar que no quedó nada del hongo o de la cría en la colonia tratada. La aplicación de las hojas frescas de *G. sepium* se repitió 3 veces tanto en las salidas viejas como en las nuevas que las hormigas trataban de abrir.

La aplicación de torta molida de nim se repitió una vez en dos colonias, tres veces en 5 colonias y 6 veces en una colonia muy profunda y grande. Las hormigas no trataban de cambiar de salidas, más bien se observó que trataban de sacar la torta grano por grano de sus recámaras subterráneas.

Durante el segundo y el tercer mes, solo se siguió evaluando las actividades y daños nuevos. La evaluación se realizó una vez por semana.

Resultados y discusión

En el Cuadro 1 se observa que el agua caliente no tiene ningún efecto sobre las hormigas, probablemente porque pierde rápidamente su alta temperatura al entrar al suelo. La excavación de los nidos tiene un fuerte efecto de reducción y hasta desaparición de daños nuevos al principio, sobre todo cuando se había logrado excavar y destruir completamente el hongo de alimentación y por lo menos parte de la cría; sin embargo, después de un mes aparecieron nuevos nidos en la cercanía de las colonias excavadas y a partir de la octava semana se notó bastante actividad y primeros daños nuevos. Se contaron 32 nidos nuevos todavía poco profundos y a partir de la décima semana se observó un daño considerable en muchas plantas del patrón Volkameriana por las hormigas.

La aplicación de las hojas frescas de madero negro provocó una irritación fuerte a *Atta* spp., las cuales tardaban de uno a cinco días en abrir nuevas salidas y establecer nuevas rutas hacia las plantas. La actividad se redujo por 4 semanas, pero a partir de la quinta semana volvieron a cortar hojas de los patrones. La aplicación

de torta molida de nim condujo a una reducción de la actividad de las hormigas trabajadoras, la cual se acentuó cada vez más con la siguiente aplicación. Después del mes de tratamiento ya no había ninguna actividad visible desde ninguna de las 8 colonias tratadas. Para confirmar la desaparición de las hormigas, se abrió una de las colonias y se encontró la recámara del hongo podrido y algunos restos de hormigas muertas. La mayor parte ya había sido descompuesta por los microorganismos de la tierra.

Cuadro 1. Efectos de 4 tratamientos contra *Atta* spp.

Semana	Agua caliente	Excavación	Madero negro	Torta molida de nim
1	Ningún efecto	Reducción de actividad	Actividad reducida por cambio de salidas y rutas	Reducción de actividad
2	Ningún efecto	Reducción de actividad	Actividad reducida	Reducción de actividad
3	Ningún efecto	Reducción de actividad	Actividad reducida	Reducción de actividad
4	Ningún efecto	Reducción de actividad	Actividad reducida	Reducción de actividad
5	(tratamiento suspendido)	Reducción de actividad pero aparición de nuevas colonias (sin causar todavía daños en plantas vecinas)	Aumento de actividad	Desaparición de actividad
6	(sin evaluar)	Reducción de actividad	Daños en plantas vecinas	Ningún daño en plantas vecinas
7	(sin evaluar)	Reducción de actividad	Daños en plantas vecinas	Ningún daño
8	(sin evaluar)	Aumento de actividad	daños en plantas vecinas	Ningún daño
9	(sin evaluar)	Actividad creciente desde 32 colonias nuevas	Daños en plantas vecinas	Ningún daño
10	(sin evaluar)	Daños en muchas plantas	Daños en plantas vecinas	Ningún daño
11	(sin evaluar)	Daños en muchas plantas	Daños en plantas vecinas	Ningún daño
12	(sin evaluar)	Daños en muchas plantas	Daños en plantas vecinas	Ningún daño
Volúmenes aplicados en el primer mes del ensayo	30 l de agua caliente por colonia y semana	1 excavación completa durante la primera semana	0,45 kg de hojas por salida / semana	2 kg en 30 litros de agua / colonia hasta 6 veces durante el primer mes

Cuadro 2. Costos de 4 tratamientos en el control de *Atta* spp. en US $ / ha, incluyendo la mano de obra para las aplicaciones.

Agua caliente	Excavación	Madero negro	Torta molida de nim
Calentar, transportar y aplicar un total de 480 litros de agua caliente / ha	Excavar 5 colonias por ha (1 m de profundidad y promedio de 3 m^2)	Cortar, pesar, transportar y colocar un total de 18 kg de hojas de madero negro / ha	Comprar, preparar, transportar y aplicar un total de 16 kg de torta de nim / ha (valor producto US $ 3,00 / kg)
US$ 21,75 / ha	US$ 13,00 / ha	US$ 9,50 / ha	US$ 53,00 / ha

Conclusiones

Con base en los resultados observados y los costos implicados se puede concluir que de los 4 tratamientos de este ensayo, el uso de agua caliente u hojas de *G. sepium* no efectúan un control deseado sobre las hormigas cortadoras de hojas. La excavación de las colonias reduce considerablemente la actividad, pero se escapan demasiadas hormigas adultas, transportando consigo partículas de *R. gongylophora*, lo que les permite establecerse de nuevo en el área con bastante rapidez. La torta molida de nim ha sido el producto más eficaz para el control de las hormigas cortadoras de hojas en este ensayo, pero su costo es demasiado alto cuando se trata de combatir colonias viejas, populosas, bien establecidas. En caso de campos habitados desde hace tiempo, se recomienda combinar la excavación de las colonias y la destrucción mecánica de las crías con aplicaciones de torta de nim en las nuevas colonias que se observarán poco después para controlarlas con menos producto. Se recomienda además repetir este ensayo, incluyendo hojas de canavalia (*Canavalia ensiformis*) y otras plantas.

Literatura citada

King, ABS; Saunders, JL. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central: una guía para su reconocimiento y control. Overseas Development Administration, Tropical Development and Research Institute- CATIE. 182 p.

Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) No. 67 p.91-93, 2003

Hoja Técnica

No. 44

CATIE

MIP

Cultivo *in vitro* de Ojo de gallo

Manrique González Vargas
Laboratorio de Fitopatología, CATIE

Introducción

La enfermedad causada por *Mycena citricolor*, conocida comúnmente como "ojo de gallo", es una de las más importantes en el cultivo del café. Se estima que, en Costa Rica, afecta del 10 al 15% de las 100 000 ha sembradas de café. Cálculos realizados por el MAG estimaron que esta enfermedad ocasiona pérdidas anuales de $10 millones a nuestra caficultura (Vargas 2000).

M. citricolor es un hongo Basidiomicetes que produce dos tipos de cuerpos fructíferos: las gemas o cabecitas (asexual) y el basidiocarpo (sexual). Las gemas son pequeñas estructuras amarillas en forma de alfiler; constan de un pedicelo y una cabeza, la cual se desprende fácilmente cuando madura. El basidiocarpo, más grande que la gema, tiene forma de sombrilla y produce y libera una gran cantidad de basidiósporas.

El daño principal inflingido por el "ojo de gallo" a las plantaciones de café es la defoliación, que disminuye notablemente el área fotosintética (Fig. 1). El cafeto utiliza sus reservas nutritivas en la producción de follaje nuevo y los pocos frutos formados también pueden ser atacados por la enfermedad, que provoca su caída.

M. citricolor es un patógeno favorecido por la humedad relativa elevada; por lo tanto, se desarrolla en cafetales excesivamente sombreados, con poca ventilación y en zonas de alta precipitación. Sin embargo, en algunas fincas puede aparecer en parches donde el microclima favorezca su desarrollo.

Dada la trascendencia de este patógeno, se considera importante divulgar la metodología utilizada en el Laboratorio de Fitopatología del CATIE para su manipulación y cultivo *in vitro*.

Figura 1. Hojas de café afectadas severamente por *Mycena citricolor*.

Producción de gemas de *M. citricolor* en cámara húmeda

Se recolectan hojas infectadas con *M. citricolor* y se lavan con bastante agua destilada para eliminar la suciedad que proviene del campo; posteriormente, se desinfectan con alcohol de 95° y se vuelven a enjuagar con agua destilada.

Seguidamente, se colocan dentro de una cámara húmeda que puede ser una caja plástica con una espuma o toalla esterilizada húmeda, tapada de tal manera que se asegure una humedad relativa alta propicia para estimular una nueva germinación (Fig. 2). A los 9 o 12 días aproximadamente, se observarán gemas o cabecitas maduras.

Aislamiento de *M. citricolor*

Se seleccionan las hojas con lesiones que presenten producción de gemas o cabecitas para su cultivo *in vitro*.

En la cámara de flujo laminar, con la ayuda de un estereoscopio y un haza fina estéril, se toma una gema o cabecita de *M. citricolor* y se cultiva en un plato de Petri previamente chorreado con algún medio de cultivo apropiado, PDA o V8 (aproximadamente 20 ml medio cultivo / plato) (Fig. 3).

Los platos de Petri cultivados se colocan en una incubadora a 22°C, con períodos de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad.

Multiplicación de un cultivo de *M. citricolor*

Dentro de una cámara de flujo laminar, se escogen platos de Petri con crecimiento activo de *M. citricolor* (20-22 días de cultivado); se cortan trozos pequeños que se colocarán, con la ayuda de un haza fina o bisturí, en platos de Petri con medio nutritivo (V-8 o PDA). Los platos de Petri cultivados se colocan en una incubadora a 22°C, con periodos de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad (Fig. 4 y 5).

Figura 2. Cámara húmeda en la que se propicia una nueva producción de gemas de *M. citricolor*.

Figura 3 Crecimiento de *M. citricolor* en un plato de Petri chorreado con PDA. Nótese la gran producción de gemas.

Figura 4. Autoclave utilizado para la esterilización de medios de cultivo.

Figura 5. Cámaras de flujo laminar donde se realizan los trabajos con *M. citricolor.*

Medios de cultivo usados

AA al 3%. Este es un medio de cultivo sin nutrientes, usado para obtener un crecimiento ralo y lento de *M. citricolor*, lo cual ayuda a obtener un cultivo libre de contaminantes secundarios.

Se prepara agregando 30g de agar granulado a un litro de agua destilada caliente y agitando hasta que el agar se disuelva completamente.

V – 8. Este medio es altamente nutritivo y estimula la esporulación de *M. citricolor*. Se prepara agregando 200 ml de V-8 (jugo de vegetales), 3 gr de carbonato de calcio y 20 gr de agar a 500 ml de agua destilada; se ajusta a 1 litro y se calienta y agita hasta que los componentes se hayan disuelto completamente.

PDA. Este medio es bastante nutritivo y estimula la esporulación de *M. citricolor.* Se prepara cocinando 250 gr de papa en 500 ml de agua destilada durante 1 hora, mientras se disuelven en otro recipiente 20 gr de agar en otros 500 ml de agua destilada.

Se cuela el extracto de papas a través de gaza doblada en varias capas, se mezcla con el agar disuelto y se le agrega 20 gr de dextrosa. Restaure el volumen total a 1 litro. Es importante mencionar que este es el medio más comúnmente usado para obtener una buena producción de gemas infectivas de *M. citricolor.*

Esterilización

Los medios de cultivo se esterilizan en recipientes de 1 litro en un autoclave. El autoclave consiste en una cámara cerrada, de doble forro, que se utiliza para la esterilización con vapor de agua a presión. La mayoría de los medios de cultivo se esterilizan a una presión de 15 libras por pulgada cuadrada durante 20 minutos, a 120°C. Los recipientes grandes deben esterilizarse por más de 20 minutos (Fig. 6).

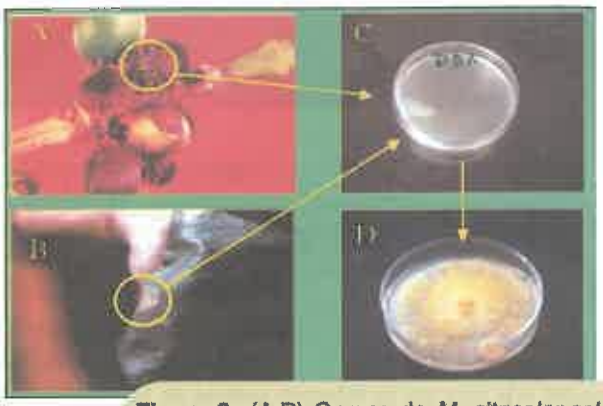


Figura 6. (A,B) Gemas de *M. citricolor* sobre hojas y frutos respectivamente. (C) Plato de Petri con PDA inoculado con una gema de *M. citricolor.* (D) Crecimiento de *M. citricolor* 22 días después de la inoculación.

Esterilización de la cristalería

La cristalería se esteriliza utilizando aire caliente; para ello, se coloca en un horno a 160°-180°C durante 1 hora.

Llenado de platos de Petri con los medios de cultivo

Una vez que el medio de cultivo y los platos de Petri se hayan esterilizado, se procede a dispensar en ellos el medio de cultivo. Utilice una cámara de flujo laminar para esta operación. El procedimiento es el siguiente:

1- Destape el recipiente que contiene el medio de cultivo y pase la boca de aquel sobre la llama de una lámpara de alcohol, evitando tocarla.
2- Levante un lado de la tapa del plato de Petri que va a chorrear, solamente lo necesario para insertar la boca del recipiente, y dispense de 20 a 25 ml del líquido.
3- Coloque la tapa del plato de Petri en su sitio y agite con un movimiento de rotación, para que el medio se distribuya uniformemente.
4- Espere a que el medio se solidifique antes de usarlo (aprox. 20 minutos).

Literatura citada

Vargas C, L. 2000. Determinación de la enzima trehalasa en el hongo *Mycena citricolor. In* Simposio Latinoamericano de Caficultura (19, 2000, San José Costa Rica). Memorias. San José, CR, IICA/Promecafe/ICAFE. p. 355-364.

Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) No. 67 p.94-95, 2003

MOSCA BLANCA AL DÍA

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

No. 42 Marzo, 2003

Nota editorial

Esta vez, nuestro editorial se tiñe de pesar y dolor, al comunicar por esta vía la infausta noticia de la muerte del colega guatemalteco -aunque casi hondureño por adopción- Mario Bustamante, acaecida el 27 de enero de este año. El nos acompaño siempre, año tras año desde los inicios del *Plan de Acción*, con sus aportes en el campo del combate químico, donde desplegó amplias acciones en casi todo nuestro continente. Y lo hizo no solamente con capacidad y conocimiento, sino con gran humildad, calidez humana y un rico sentido del humor. No cabe duda de que extrañaremos a Mario en cada Taller, pero de seguro lo reviviremos en los sentidos recuerdos de quienes lo apreciamos. Vaya hasta sus familiares y sus colegas de la EAP-Zamorano nuestro sincero pésame.

Congreso mundial

Del 17 al 20 de marzo se efectuó en Barcelona el *Bemisia Workshop 2003*, donde se discutieron los hallazgos más recientes en cuanto a la bioecología y el manejo de las moscas blancas. Allí tuvimos la oportunidad de presentar los logros y dificultades de nuestro *Plan de Acción*, y compartimos experiencias con otras redes afines. Fue un encuentro ampliamente concurrido, con 122 científicos de 23 países, donde se le dio continuidad a los talleres realizados en Israel y Puerto Rico, y se acordó efectuar el próximo en Uganda. A quienes tengan interés, podemos fotocopiar la memoria de resúmenes, a precio de costo y envío aéreo, aunque también se puede accesar dicha memoria en el portal ***www.irta.es/bemisia2003***. Aprovechamos esta oportunidad para agradecer al Comité Organizador la calidad del evento efectuado y su noble hospitalidad.

Biotipo B en América

Con frecuencia se nos consulta sobre la distribución geográfica del biotipo B de *B. tabaci* (denominado por algunos autores como *B. argentifolii*) en América Latina y el Caribe. Hasta el año 2003, según un inventario que hemos realizado recientemente, basado en consultas a la Dra. Judith K. Brown (University of Arizona, Tucson) y a los inventarios nacionales realizados en conjunto con el proyecto Mosca Blanca-CIAT, se ubica en los siguientes países: Estados Unidos, México, Guatemala, Belice, El Salvador, Costa Rica, Panamá, Cuba, Republica Dominicana, Puerto Rico, Jamaica, Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú, Chile, Brasil y Argentina. Se sospecha que también se encuentra en Honduras, Nicaragua y Bolivia, con base en síntomas típicos provocados por dicho biotipo, pero esta información aún requiere confirmación. No se cuenta con datos de Haití, Paraguay ni Uruguay. Agradecemos cualquier información que nos sea remitida al respecto.

Yuca: variedad resistente

Aunque en África la yuca (*Manihot esculenta*) es severamente atacada por virus transmitidos por *Bemisia tabaci*, en América (cuna de la yuca) aun no hay informes de que dicha especie la afecte, de manera directa o indirecta. Sin embargo, sí es afectada por otras especies de moscas blancas, como *Bemisia tuberculata*, *Trialeurodes variabilis* y *Aleurotrachelus socialis*. Recientemente, CORPOICA (Colombia) liberó una variedad resistente a *A. socialis*, denominada Nataima-31. Esta proviene de un cruce efectuado en el CIAT entre un clon de Ecuador y otro de Brasil. Este es un hallazgo realmente extraordinario, de gran beneficio para quienes siembran yuca, especialmente en América del Sur. Para mayor información, se dispone de

un panfleto en español en el portal del proyecto Tropical Whitefly IPM Project (*www.tropicalwhiteflyipmproject.cgiar.org/wf)* (CIAT, Colombia)

TYLCV en América

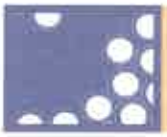
En años anteriores, en ***MBDía*** insistimos acerca de las precauciones cuarentenarias que se deben adoptar para evitar el ingreso a nuestros países del virus del rizado amarillo de la hoja del tomate (TYLCV). Dicho virus tiene la capacidad de desplazar a muchos virus nativos y es muy dañino, ya que causa aborto floral, 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 ornamentales. Esto crea un gran desafío para los sistemas de cuarentena de nuestros países, ya que podría ingresar de manera inadvertida, incluso en plantas asintomáticas.

Aunque de origen mediterráneo, fue trasladado a nuestro continente de manera inadvertida y apareció en la República Dominicana hace casi un decenio. Después, se extendió hacia otras islas del Caribe (Puerto Rico, Cuba, Bahamas, Jamaica y Guadalupe) y también a Florida. Hoy, según información reciente aportada por la Dra. Jane E. Polston (Universidad de Florida, Bradenton), ya está en los estados de Georgia, Carolina del Norte, Carolina del Sur, Mississippi, Luisiana y Virginia, así como en Yucatán (México).

Resistencia en tomate

En el cultivo de tomate, los daños provocados por el biotipo B de *Bemisia tabaci* incluyen el efecto directo de la alimentación de ninfas y adultos; la transmisión de virus; y la alteración fisiológica conocida como maduración irregular de los frutos, que reduce el valor comercial del producto. Sin embargo, el desarrollo de dicho insecto puede ser afectado por las características de su hospedante. Por tanto, se evaluaron varios genotipos del genero *Lycopersicon*, pertenecientes a varias especies, en cuanto a su capacidad de afectar el desarrollo del biotipo B de *B. tabaci*, en el invernadero. Los genotipos estudiados fueron: LA462 (*L. peruvianum*), LA716 (*L. pennellii*), LA1584 (*L. pimpinellifolium*), LA1609 (*L. peruvianum*), LA1739 (*L. hirsutum*), P25 (*L. esculentum*), PI134417 (*L. hirsutum* f. *glabratum*) y Santa Clara (*L. esculentum*). Las variables de respuesta fueron: número de huevos y su viabilidad, el período de incubación y el número de ninfas, así como la duración y viabilidad de la fase ninfal. El genotipo LA716 redujo la oviposición, indicando la ocurrencia de antixenosis. LA1584, además de prolongar la duración de la fase ninfal, redujo la viabilidad de dicha fase, lo cual sugiere la presencia de antibiosis. La antixenosis se constató para los genotipos LA1739 e PI134417, con base en la reducción de la oviposición. Por su parte, PI134417 redujo la viabilidad ninfal, lo que sugiere un efecto de antibiosis, mientras que LA1739, a pesar de reducir la oviposición, fue adecuado para el desarrollo del insecto. Finalmente, el genotipo LA1609 fue muy preferido para la oviposición, aunque redujo la viabilidad del insecto. Tanto el genotipo P25 como Santa Clara fueron muy preferidos para la oviposición..

(Información aportada por Marilene Fancelli, EMBRAPA Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, Bahía, Brasil. fancelli@cnpmf.embrapa.br).



Proyecto de entomopatógenos

Como se había informado en MBDía 37, FONTAGRO (entidad del Banco Interamericano de Desarrollo que financia proyectos en el campo agrícola y de recursos naturales), aprobó el proyecto ***Desarrollo de micoinsecticidas para el manejo integrado de la mosca blanca* (Bemisia tabaci) *en cultivos frutales y hortícolas en zonas neotropicales (2002-2004)***. Dicho proyecto es una iniciativa conjunta del CATIE y CORPOICA (Colombia), que tienen fortalezas en el campo del control microbiológico de las moscas blancas. El proyecto comenzó sus actividades formales recientemente. **Contactos:** Eduardo Hidalgo (*ehidalgo@catie.ac.cr*) y Alba Marina Cotes (*acotes@corpoica.org.co*).

ESTE BOLETÍN ESTÁ DISPONIBLE POR CORREO ELECTRÓNICO, YA SEA DENTRO DE LA REVISTA *MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y AGROECOLOGIA*, O EN LAS SIGUIENTE DIRECCIÓN:
http://www.catie.ac.cr.moscablanca

Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) No. 67 p.96-97, 2003

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. 9 **Marzo, 2003**

Editorial

Los descortezadores de los pinos siguen siendo el problema de salud forestal más evidente e importante en los bosques de pino tropicales y del resto del mundo. Estos insectos son sin lugar a duda los insectos forestales más conocidos, y de igual manera son conocidos sus hospedantes. Sin embargo, no son los únicos en nuestros bosques del Trópico. Quisiera atraer su atención a la escasa información, tanto técnica como científica, que existe sobre la salud de las especies tropicales latifoliadas. Existen esfuerzos importantes en nuestros países (Cuba, México, Costa Rica, Ecuador) para divulgar algunos de los insectos y enfermedades que afectan estas especies. Empero, esas publicaciones cuentan principalmente con información de insectos en pinos o de especies exóticas (teca, gemlina, eucalipto, etc.), y casi nada sobre enfermedades. La información referente a plagas y enfermedades de especies nativas es muy escasa: se presentan nombres, descripciones y alguna información sobre su ecología. Prácticamente no existen ciclos de vida, evaluación de daños o dinámica poblacional. Necesitamos comenzar a generar este tipo de información, puesto que estas especies están siendo ampliamente plantadas con distintos fines y los problemas de salud pudieran ser una limitante para su desarrollo. (jmacias@tap-ecosur.edu.mx).

Un descortezador americano en China.

El descortezador *Dendroctonus valens* (Coleoptera: Scolytidae), plaga de árboles de pino y con una distribución prácticamente igual a la de su hospedante en América, fue introducido a China, donde está causando fuertes infestaciones en reforestaciones de pino. La Dra. Nancy Gillette del USDA-FS, California, comentó que durante 1999 la provincia de Shanxi sufrió una infestación sobre más de medio millón de ha del pino *P. tabuliformis*, una árbol introducido a China desde Korea durante la Primera Guerra Mundial. El USDA-FS y la Academia de Ciencias de China están uniendo esfuerzos para encontrar mezclas de compuestos derivados de la resina de pino como atrayentes y con ellos atraer a los insectos a trampas o a árboles trampa. Jorge Macías (jmacias@tap-ecosur.edu.mx).

Enfermedades de la primavera

El Colegio de la Fronteras Sur esta llevando a cabo investigaciones sobre las enfermedades que afectan a la primavera en almácigo, plataformas y a distintas edades en plantaciones y reforestaciones. Preliminarmente se han encontrado dos royas en hojas y en ramas, que es la enfermedad principal en la región de Soconusco, Chiapas, México y un cáncer de fuste muy agresivo. Esta investigación se prende extender a otras especies a T. rosae, también llamado palo de rosa o maculís. Jorge Macías (jmacias@tap-ecosur.edu.mx).

Monitoreo de *D. frontalis* y sus depredadores

En el sur de México, a manera de un programa piloto, se ha comenzado a usar trampas cebadas con feromonas y kairomonas para atraer poblaciones de *D. frontalis* y sus principales insectos depredadores. Estas trampas serán establecidas en sitios permanentes y durante tres veces al año, por un periodo de tres años, se recolectarán las poblaciones que vuelen durante el lapso de un mes. Los sitios permanentes serán establecidos en bosques

donde se sepa que hay infestaciones periódicas por descortezador. Paralelamente, se reportaran el número de infestaciones presentes en el área. Se obtendrán de manera mensual las proporciones de descortezadores y depredadores que vayan siendo capturados por las trampas. Dado el papel regulador del depredador sobre la población de la presa, el conocer una proporción numérica presa-depredador, nos da una idea de sí la población del descortezador va en aumento o no. A mayor cantidad de depredadores con respecto a la presa, podemos suponer, partiendo de información histórica, que la población de la presa va en disminución y por ende los daños también. Este sistema está funcionando de manera regular y exitosa en todo el Sureste de los Estados Unidos. Jorge Macías (jmacias@tap-ecosur.edu.mx).

Hormigas depredadoras de Hypsipyla

En los cafetales mesoamericanos es frecuente encontrar árboles de caobas (*Swietenia* spp.) o cedros (*Cedrela* spp.), los cuales son atacados por el barrenador *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera: Pyralidae). Una opción para su control biológico serían algunas especies de hormigas depredadoras comunes en los arbustos de café.

Así, en Turrialba, Costa Rica, se inventariaron las especies presentes en dichos arbustos y en árboles de cedro dulce (*Cedrela odorata*). Se capturaron seis especies, de las cuales cinco aparecieron tanto en el café como el cedro. Las especies dominantes fueron *S. geminata* y *P. radoszkowskii*, que juntas representaron el 88% de los individuos, y resultaron más abundantes en el café que en el cedro.

Además, mediante pruebas de escogencia en el laboratorio y el invernadero, se determinó el potencial de depredación de *Solenopsis geminata*, *Pheidole radoszkowskii* y *Crematogaster* spp. sobre varios estadios de *H. grandella*. En el laboratorio, las tres especies causaron depredación en al menos un estadio de *H. grandella*, a veces con niveles de hasta 100%. No obstante, esto no ocurrió en el invernadero, ya que sólo *S. geminata* lo hizo sobre huevos de *H. grandella*.

Esta información, derivada de la tesis de M. Sc. de Edgar Varón, aparecerá en un próximo número de la revista *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*.

EVENTOS

- Ya habíamos informado acerca de una reunión conjunta entre el *54 Annual Meeting of the Western Forest Insect Work Conference WFIWC* y el XI Simposio Nacional Sobre Parasitología Forestal, programado para Septiembre de este año. Sin embargo hemos recibido ya las fechas definitivas, y el evento conjunto se realizará de 3 al 6 de noviembre en la ciudad de Guadalajara, Jalisco, México. El comité organizador ha decidido seguir el formato de Taller en lugar del de Simposio, por lo que se han definido mesas de trabajo, a las cuales se ha invitado las participaciones, por lo que no habrá trabajos libres. Sin embargo, todas las participaciones voluntarias serán canalizadas a presentaciones de posters. Toda la información referente a este importante y único evento de salud forestal lo pueden encontrar en las siguientes dos páginas: www.conafor.gob.mx y http://www.fsl.orst.edu/wfiwc/

- 17-19 Junio 2003. ***The Western Governors' Association Forest Health Summit.*** Missoula, Montana, EUA. www.westgov.org/meetings/forest_health_summit.htm.

- 16-20 Junio 2003. ***North American Forest Ecology Workshop (NAFEW).*** Corvallis, Oregon, EUA. http://outreach.cof.orst.edu/nafew/

POR FAVOR, DISTRIBUYA ESTE BOLETÍN A TODOS LOS INTERESADOS QUE CONOZCA

Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) No. 67 p 98-99, 2003

Control Biológico de Malezas

Vera Sánchez Garita, Coordinadora
(sanchezv@catie.ac.cr)

No. 4 Marzo, 2003

Exploraciones en el extranjero, transporte y cuarentena de artrópodos

Hernán Norambuena[1]

Introducción

La implementación de proyectos de control biológico de malezas con artrópodos requiere la planificación cuidadosa de las etapas iniciales de detección, recolecta, transporte y manejo cuarentenario. La experiencia acumulada en numerosos proyectos provee información muy valiosa. Durante estas etapas, deben considerarse aspectos conceptuales, legales y de políticas de financiamiento: las diferencias entre artrópodos fitófagos y entomófagos, las particularidades de cada proyecto y los protocolos sanitarios de cada país. Cada etapa requiere de financiamiento y personal capacitado que asegure la continuidad del proyecto, el cual puede demandar entre 12 y 18 meses de preparación y la contratación de personal para llevar a cabo la exploración y otros estudios en el extranjero (Legner y Bellows 1999).

Metodología

Actividades en el país donde se implementará el proyecto. Los trabajos incluyen actividades de confirmación de la taxonomía de la maleza; prospecciones de herbívoros que utilizan y dañan la maleza y su rango de distribución; y revisión de la literatura sobre la maleza y su fauna herbívora.

La información sobre la maleza incluye su taxonomía, origen, relación con otras malezas, cultivos y plantas nativas, ciclo de vida, fenología, tipos de reproducción, hábitat y distribución. La información sobre los herbívoros incluye aspectos taxonómicos, origen, hospedantes, estados y estadios observados (morfología de huevos, larvas, pupas y adultos), dónde y cuándo oviposicionan, se desarrollan y alimentan, los daños que causan a la planta, según la época y la localidad, y sus relaciones con parásitos y depredadores. Esta información ayuda a delimitar las áreas de origen y las características ecoclimáticas de los lugares de exploración.

Paralelamente, se deben establecer contactos de cooperación internacional, que permitan obtener información adicional, incluso no publicada, así como apoyo para ubicar los sitios de exploración.

Actividades en el extranjero, en áreas de origen, o fuera del rango nativo de la maleza. Se deben considerar tres actividades: las selección de las áreas de exploración, las especies de bioagentes con potencial y la conducción de la exploración (Legner y Bellows 1999).

1. Es mejor explorar en las áreas donde la maleza es nativa (fauna abundante y diversa de herbívoros). Si no se conoce el área específica de origen, se debe explorar en localidades de introducción secundaria, muy útil si se requieren diferentes poblaciones o ecotipos.
2. Es mejor explorar en áreas con climas y condiciones ambientales similares a las del país de introducción.
3. Utilizar varias áreas de exploración para optimizar la posibilidad de herbívoros con diferencias ecológicas y alta variabilidad genética.

Las actividades deben tener énfasis en la ubicación de las localidades evaluadas y las fechas de prospección. La exploración debe permitir hacer observaciones adicionales del

[1] University of Florida. Entomology and Nematology Department. Gainesville, Florida, EE. UU. medal@mail.ifas.ufl.edu

agente potencial, entre ellas movilidad, dispersión de larvas, abundancia y frecuencia de sus estados sobre distintas plantas del hábitat.

Laboratorios especializados en las regiones de origen de las malezas permiten realizar estudios biológicos y de especificidad bajo condiciones naturales, con ventaja respecto a su realización en confinamiento cuarentenario, aunque con los permisos y cuidados debidos es posible evaluar el efecto de los herbívoros en los países de origen (Clement y Cristofaro 1995).

Transporte. La fase de transporte implica la obtención de permisos de introducción en sincronía con la colecta, el envío y el manejo inicial de los agentes biológicos introducidos para evitar errores que puedan resultar en su muerte. La preparación del transporte incluye, en primer lugar, la selección de individuos de poblaciones vigorosas, libres de antagonistas, individuos de generaciones tempranas en especies multivoltinas, las cuales, en general, presentan menos parasitoides e hiperparasitoides (Fisher y Andrés 1999). Se prefieren los estados de desarrollo en los cuales el artrópodo no se alimenta (pupas, huevos) o estados diapáusicos, de otro modo se debe proporcionar agua y alimento al agente biológico. Los contenedores deben ir debidamente cerrados y proveer un microambiente adecuado. Tanto en su exterior como en el interior se debe adicionar la identificación del organismo junto con una copia del permiso de introducción. Se recomienda el transporte aéreo por su rapidez. La opción de transporte por los mismos investigadores tiene ventajas obvias.

Cuarentena. Su principal propósito es mantener confinado el organismo introducido hasta completar los estudios que garanticen que su liberación no constituirá un peligro económico o ambiental para el país de introducción. Además, permite confirmar la identificación del agente; separar el herbívoro de depredadores, parásitos, entomopatógenos, plagas y substratos vegetales; realizar la crianza base o inicial hasta completar un ciclo biológico, y efectuar pruebas de especificidad.

El diseño estructural varía de acuerdo con características del organismo introducido y las restricciones de seguridad establecidas en cada país. No todos los países cuentan con cuarentenas de alto nivel de seguridad (Fisher y Andrés 1999, De Clerck-Floate *et al.* 2000). En Latinoamérica, varios países poseen construcciones cuarentenarias para el control de artrópodos plaga, que pueden servir para introducir un agente biológico. La introducción a Chile de herbívoros de especificidad probada sobre la maleza *Ulex europaeus* se realizó en recintos cuarentenarios de este tipo (Norambuena *et al.* 2002). Las cuarentenas para artrópodos deben contar con cuartos de seguridad que no permitan su escape o el de sus antagonistas. Estos cuartos deben contar con sistemas de control de las condiciones ambientales (luz y temperatura), cabinas de crecimiento, refrigerador, equipos de inspección, esterilización e incineración y cajas de confinamiento y otros materiales, como claves y documentos de identificación, todos los cuales deben ser mantenidos en su interior (Fisher y Andrés 1999). El espacio debe ser suficiente para la población base. Generalmente, se consideran cuartos adicionales para contener las plantas hospedantes y las especies de plantas críticas para pruebas de confirmación de especificidad. En algunos casos, se utilizan invernaderos incorporados al edificio cuarentenario.

Conclusiones

La implementación de proyectos de control biológico de malezas en Latinoamérica es factible. El énfasis en cada etapa (exploración, colecta, transporte, y manejo cuarentenario) de los agentes biológicos dependerá de la selección de herbívoros nativos o exóticos. Puede aprovecharse la infraestructura cuarentenaria disponible en varios países para el control biológico de insectos y ácaros. El progresivo aumento de malezas invasoras en el mundo, la creciente demanda del público por el uso de métodos de control no contaminantes, y los excelentes resultados de la introducción de bioagentes exóticos en términos de eficacia y seguridad (McFadyen 1998, Legner y Bellows 1999), sugieren que no hay razones que avalen la lentitud de la toma de decisiones en el ámbito político respecto a la utilización y financiamiento del CBM en Latinoamérica.

Literatura citada

Clement, SL; Cristofaro, M. 1995. Open-field tests in host-specificity determination of insects for biological control of weeds. Bio. Sci. Tech. 5:395-406.

De Clerck-Floate, R; Plue, P; Lee, T. 2000. Lessons learned during the design of an arthropod and pathogen quarantine facility. *In* X Int. Symp. On Biol. Contr. Weeds. N.R. Spencer, NR (ed). Proc. 1999. Montana State University, Bozeman, Montana, USA. p. 437-447.

Fisher, TW; Andrés, LA. 1999. Quarantine: concepts, facilities, and procedures. *In* TS Bellows y TW Fisher (eds.). Hadbook of Biological Control. San Diego, California, USA. Academic Press. p. 103-124.

Legner EF; Bellows, TS. 1999. Quarantine: concepts, facilities and procedures. *In* TS Bellows, TW Fisher (eds.), Handbook of Biological Control. San Diego, California. USA. Academic Press. p. 87-101.

Norambuena, H; Escobar, S; Rodríguez, F. 2002. The biocontrol fo gorse, *Ulex europaeus*, in Chile: a progress report. *In* NR Spencer (ed.). Proc. Of the X Int. Symp. On Biol. Contr. Weeds. 1999. Montana State University, Bozeman, Montana, USA. p. 955-961.

ESTE BOLETÍN PUEDE SER REPRODUCIDO Y DISTRIBUIDO A PERSONAS INTERESADAS

CATIE Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

Acceso
MEDIDAS SANITARIAS Y FITOSANITARIAS
IICA
IICA / Sanidad Agropecuaria e Inocuidad de los Alimentos • Boletín Informativo No. 11 / Mayo 2003

Se fortalece participación activa de las Américas en OMC

Sesenta y un expertos en sanidad agropecuaria procedentes de 31 países de América Latina y el Caribe acudieron, en Ginebra, a la XXVI Reunión del Comité de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias de la Organización Mundial del Comercio (OMC), gracias a una iniciativa del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y la Secretaría de Agricultura de los Estados Unidos (USDA).

En el marco de la Reunión, IICA y USDA organizaron un seminario taller el reciente 31 de marzo que, bajo el título "Desarrollo de Capacidades: Participación Activa en Foros Internacionales", tuvo como objetivo desarrollar capacidades para una eficiente comunicación entre los expertos nacionales, las misiones permanentes ante la OMC y el sector privado.

Los especialistas del hemisferio, al concluir la actividad, destacaron la necesidad de promover el desarrollo de Comités Nacionales encargados de analizar estos temas y definir las respectivas posiciones del país, en un ámbito que cobra creciente importancia comercial.

Luego del seminario, los funcionarios participaron de la XXVI Reunión del Comité, la cual se llevó a cabo del 1 al 3 de abril en la sede de la OMC. En ese espacio se analizaron temas relevantes para los sectores público y privado, tales como la implementación práctica de la equivalencia como mecanismo de facilitación del comercio, el reconocimiento ágil de las zonas libres o de baja prevalencia de plagas o enfermedades, y la utilización de la transparencia como mecanismo para implementar el trato especial y diferenciado. Además, se discutieron 32 casos comerciales.

La próxima reunión del Comité está programada tentativamente para los días 24 y 25 de junio y se acordó discutir en cita informal los temas de equivalencia, transparencia, trato especial y diferenciado y regionalización.

INFORMACIÓN DE LOS MIEMBROS

1. Bolivia: Informó sobre los avances realizados en el Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad de Alimentos (SENASAG), el cual tiene cobertura en las áreas de sanidad vegetal, salud animal e inocuidad de alimentos. Asimismo, dieron a conocer las gestiones iniciadas en febrero del 2003 ante la OIE para que Chiquitania sea reconocida como zona libre de fiebre aftosa con vacunación.

2. Argentina: Destacó la reapertura de una gran cantidad de mercados, como el de la Unión Europea para la carne bovina fresca deshuesada y madurada y el reconocimiento de la zona situada al sur del paralelo 42 como libre sin vacunación, gracias a las acciones realizadas en el tema de la fiebre aftosa.

3. Canadá: Presentó un análisis de riesgo sobre la Encefalopatía Espongiforme Bovina (EEB). El documento estará disponible próximamente en Internet en inglés, español y francés.

4. Comunidades Europeas: Informaron de las acciones realizadas en los Países Bajos después de la identificación de influenza aviar, en febrero del 2003. Indicaron que Bélgica no ha tenido ningún brote e instan a los socios comerciales a tomar decisiones basadas en el Acuerdo de MSF, considerando especialmente el concepto de regionalización.

5. Estados Unidos: El 4 de abril finalizó el período para comentarios a las secciones 305 y 307 (Registro de establecimientos y Notificación Previa) de la Ley sobre Seguridad en la Salud Pública y la Preparación/Respuesta al Bioterrorismo. El 7 de mayo se abre el período de observaciones a las secciones 306 y 303 (Establecimiento y Mantenimiento de Registros y Detención Administrativa). Este período de 60 días finalizará en el mes de julio; los comentarios pueden hacerse en la dirección electrónica http://www.fda.gov/dockets/ecoments. Los países instaron a Estados Unidos a aplicar los principios del Acuerdo de MSF en dicha Ley.

6. Chile: A partir de mayo del 2002, tomaron medidas por la presencia de la influenza aviar, con buenos resultados en un corto plazo. A la vez, expresaron su disconformidad porque algunos países no les han reconocido su estatus libre de la enfermedad, a pesar de haber seguido las recomendaciones que establece la OIE.

7. Perú: La Comunidad Andina de Naciones reconoció a Perú como país libre de tres enfermedades cuarentenarias de los cítricos, luego de un programa de control y erradicación iniciado en 1996.

TEMAS TÉCNICOS

Regionalización: Las delegaciones de México y Chile presentaron documentos tendientes a promover la discusión sobre mecanismos que faciliten el reconocimiento de zonas libres de plagas o enfermedades. Se instó a los países a analizar el tema con detalle y establecer una posición para la siguiente reunión.

Transparencia: La delegación de China presentó un análisis de las notificaciones de todos los miembros durante el año 2002, y mostró cómo los procedimientos establecidos no se cumplen efectivamente, debido a problemas de traducción o a una débil infraestructura institucional. La delegación propuso cambiar la redacción del procedimiento de notificación, de tal manera que los 60 días de consulta rijan desde el momento en que la Secretaría de la OMC distribuye la notificación. El tema será discutido en la próxima reunión.

Trato Especial y Diferenciado (TED): El Comité aprobó la propuesta presentada por la delegación de Canadá, a raíz de una iniciativa de Egipto para fomentar el TED mediante el mecanismo de notificación. En este sentido, los países que otorguen TED, deberán informarlo a través de un addendum de su notificación original. Se recomienda analizar el mecanismo completo para una total comprensión.

Equivalencia: La discusión del párrafo 7 de las Directrices sobre equivalencia giró en torno a la posible incorporación del trabajo que viene realizando el Comité Codex sobre Inspección y Certificación de Importaciones y Exportaciones de Alimentos. La discusión de ese tema seguirá durante la reunión de junio.

Preocupaciones comerciales sobre el tapete

Durante la XXVI Reunión del Comité de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias de la OMC se discutieron 32 casos comerciales

Preocupaciones comerciales de origen sanitario

Comisión Europea (CE)/México, fiebre aftosa: México presentó a Austria cuestionarios que no aplican a un país libre de fiebre aftosa. La CE indicó que Austria está libre de esa enfermedad desde 1981 y está rodeada por naciones también libres; señaló también el manejo burocrático del caso.	México aseguró que el problema no es de tipo sanitario y que el asunto se agilizaría con la entrega del cuestionario. México manifestó que en reuniones bilaterales anteriores se acordó un programa de trabajo para incluir la inspección de establecimientos y agilizar el asunto.
Sudáfrica/CE, fiebre aftosa: Sudáfrica circuló un documento sobre la fiebre aftosa, que no fue presentado debido a la ausencia de los representantes de la capital.	La CE indicó que mientras Sudáfrica se reconoce como libre de la fiebre aftosa, las exportaciones de carne deben satisfacer ciertos requisitos debido a la presencia del virus SAT en partes del país. Debe demostrar, además, que permanece libre de fiebre aftosa, dada la incidencia en países vecinos.
Argentina/Trinidad y Tobago, fiebre aftosa: Argentina informó que no se ha avanzado para resolver las restricciones de Trinidad y Tobago a las importaciones de productos de carne de cerdo.	Trinidad y Tobago recordó al Comité que todos los países del CARICOM siguen una política común con respecto a la fiebre aftosa.
Argentina/Indonesia, fiebre aftosa: Argentina señaló que Indonesia había permitido las importaciones, salvo la leche líquida que requeriría una inspección; sin embargo, a la fecha solo han recibido un cuestionario y el comercio de lácteos no se ha dado.	Indonesia afirmó que anteriormente Argentina había ofrecido proporcionar información adicional a un cuestionario corto y todavía estaba esperando una respuesta para poder incluir el estado actual con respecto a la brucelosis y la tuberculosis.
Argentina/Colombia, fiebre aftosa: Veintiún plantas procesadoras han llenado el formulario suministrado por Colombia y a la fecha no se ha aprobado ninguna. A pesar de haber realizado reuniones técnicas no se ha reestablecido el comercio en productos bovinos.	Colombia informó sobre sus avances en su estatus sanitario con respecto a la fiebre aftosa. Asimismo, indicó que prohibiciones del SENASA argentino a las flores de Colombia debían resolverse satisfactoriamente.
Hungría/Turquía, fiebre aftosa: Hungría señaló que la prohibición de Turquía al ganado bovino vivo y carne vacuna había existido desde hacía varios años y que las restricciones seguían sin pruebas científicas suficientes. Hungría seguía libre de la fiebre aftosa y la EEB, y solicitó una explicación detallada o que se levantara la prohibición.	Turquía explicó que otras naciones prohibieron importaciones a causa de la fiebre aftosa y la EEB. Las medidas se habían basado, en parte, en la preocupación por la salud de los ciudadanos, pero transmitiría la información a las autoridades competentes.
Canadá/India, EEB: Canadá informó que los requisitos impuestos por la India para importaciones de semen bovino son un problema reincidente y señaló que, según la OIE, no se conocen casos de EEB ("vaca loca") en semen bovino.	La India tomó nota de la preocupación expresada e indicó que serían remitidas a las autoridades nacionales pertinentes.
Canadá/Argentina, Uruguay, EEB: Canadá informó que después conversaciones con Argentina y Uruguay, funcionarios canadienses entregaron una evaluación del riesgo con respecto a la EEB.	Argentina se refirió a las conversaciones positivas y al recibo de la información. Uruguay señaló que los productos bovinos representan el 50% de sus ingresos por exportaciones y que el asunto merece un cuidadoso análisis. Cumple con las normas fijadas por la OIE y está trabajando en forma bilateral con Canadá.
Canadá/Brasil, EEB: Canadá instó a Brasil a realizar su propio estudio de riesgo sobre esta enfermedad y no usar la clasificación de riesgo de la CE. Canadá proporcionó una copia de la evaluación del riesgo canadiense.	Brasil señaló que no se había completado una evaluación del riesgo y acusó recibo de la evaluación del riesgo canadiense. Brasil indicó que prestaría especial atención al tema en la reunión de la OIE, en mayo.
EE.UU./CE, EEB: EE.UU. afirmó que las medidas tomadas por la CE hace cuatro años sobre EEB, carecían de justificación científica. El comercio había sido afectado aunque EE.UU. siempre ha estado libre de la EEB.	La CE indica que las medidas provisionales se aplicaban a todas las encefalopatías transmisibles, incluida la EEB. La CE acusó recibo de la información de EE.UU. y respondería en cuanto se finalizara el análisis científico.
Tailandia/Australia, productos de pollo, bursitis infecciosa aviar: Tailandia señaló que las restricciones de Australia fueron impuestas en 1998 y solicitó su levantamiento, ya que actuaban como una barrera al comercio. Una evaluación de Tailandia comprobó que un tratamiento de calor podría mitigar el riesgo.	Australia indicó que las restricciones se basan en una evaluación del riesgo científica y que está realizando una evaluación adicional.

Nota

Esta síntesis no constituye un documento oficial, el cual deberá ser preparado por la Secretaría del CMSF de la OMC.

Preocupaciones comerciales de origen sanitario

Costa Rica/Honduras, pollo: Costa Rica informó que las autoridades sanitarias han estado colaborando pero el asunto continúa abierto.	Honduras informó que un acuerdo reciente resultó en el restablecimiento del comercio entre los dos países.
CE/Australia, carne de cerdo de Dinamarca: La CE informó que Australia no ha concluido un análisis de riesgo iniciado en 1988. Las medidas en vigencia para las importaciones son poco flexibles y se han rechazado las opciones alternativas. La CE solicitó que consideraran medidas de mitigación alternativas.	Australia sigue adelante con un análisis del riesgo y encomendó más investigación con base en los resultados anteriores con respecto a la transmisión del virus PRRS. Australia está anuente a que otros países proporcionen información científica para mejorar la evaluación.
Eslovenia/Croacia, carne de cerdo: Eslovenia indicó que por un excedente de carne en Croacia se está restringiendo el comercio mediante acciones no compatibles con el Acuerdo de MSF, tales como el retraso de los certificados.	Croacia informó que las autoridades nacionales habían empezado a emitir los certificados de exportación en forma computarizada y con un plazo modificado, indicó que la emisión de tales certificados no sería limitada.
Tailandia/Australia, mariscos, virus de la mancha blanca: Tailandia señaló que la restricción tiene más de dos años, considera que el riesgo es bajo y solicitó que se levantaran las restricciones.	Australia indicó que está libre del virus de la mancha blanca y las medidas seguirán hasta finalizado el análisis del riesgo. Las medidas tienen justificación científica y se aplican solamente a productos crudos, los cuales constituyen un pequeño porcentaje de las importaciones totales. Australia seguiría proporcionando asistencia técnica.
CE/China, productos acuáticos: La CE externalizó su preocupación sobre la entrada y salida de productos acuáticos de China, e indicó que la norma entrará en vigor en junio y no ha sido notificada. Desconocen cómo se aplicará la norma y piden suspensión de la misma hasta tener mayor información, principalmente en el tema de los puertos autorizados y el etiquetado.	China señaló que su finalidad es estandarizar el proceso y los procedimientos internos y mejorar la transparencia. No hay ningún nuevo requisito técnico y, por ende, no es necesario notificar a la OMC. China está en la mejor disposición de contestar observaciones escritas pidiendo una aclaración.
EE.UU./CE, subproductos de origen animal: EE.UU. indicó que las nuevas normas, propuestas por la CE, restringirían las importaciones de muchos productos; el proceso de transparencia de la norma no ha sido adecuado y no se ha realizado una evaluación del riesgo. Los países solicitaron una ampliación del plazo para la entrada en vigor de la norma y una evaluación de riesgo.	La CE informó que estableció las normas por las crisis alimentarias y sus objetivos son evitar el reciclaje de productos de animales muertos, tomar en cuenta los requisitos ambientales, fortalecer la trazabilidad de productos y armonizar los reglamentos existentes. Las medidas se basan en pruebas científicas, aunque no se hicieron evaluaciones de riesgo formales. La CE estudiaría la posibilidad de establecer un período transitorio para la puesta en vigor a terceros países.
Canadá/Filipinas, HACCP: Canadá se refirió positivamente a la suspensión de la norma que pedía certificación de terceros para las instalaciones que aplican el HACCP en Filipinas. Varios países ofrecieron cooperación técnica.	Filipinas afirmó que la medida se pospuso indefinidamente con base en las observaciones recibidas de otros interesados. Filipinas está en la mejor disposición de trabajar con otros países sobre estas medidas.
Bolivia/CE, aflatoxinas en castañas amazónicas: Bolivia presentó una propuesta a la CE dirigida a fortalecer los laboratorios y acreditarlos para realizar la certificación en origen.	La CE indicó que necesitaría más tiempo para evaluar la propuesta recibida y aceptó con beneplácito el enfoque boliviano de certificar en el punto de origen.
CE/China, productos holandeses: La CE comunicó que ha brindado información, sin obtener respuesta, en cuanto a la prohibición de China a los productos holandeses; indicó que las normas no se basan en una evaluación del riesgo y son desproporcionadas.	China levantó la prohibición a muchos productos de origen holandés. Para los demás, las prácticas actuales no satisfacen sus requisitos. China estaría enviando un equipo a los Países Bajos y espera tener información positiva para el Comité de MSF en un futuro próximo.
México/EE.UU., melones: México señaló su preocupación por las restricciones sobre el melón, indicó que la prohibición a las exportaciones no está justificada y solicitó su levantamiento, debido a que venía el nuevo ciclo de producción.	EE.UU. recalcó que la medida se tomó por la presencia de enfermedades en los melones desde hace más de tres años. Indicó que el FDA ha trabajado caso por caso para permitir las exportaciones. Un número reducido de productores había respondido.
Brasil/CE, jugo de frutas: Brasil informó de avances en el tema de las restricciones a las frutas y jugos de frutas en una reunión bilateral.	La CE señaló que está en la mejor disposición de trabajar en forma bilateral para encontrar una solución equitativa.
EE.UU./CE, biotecnología: EE.UU. señaló que la CE ha bloqueado por más de cuatro años la importación de productos biotecnológicos. Expresó que las decisiones no tienen base científica y que las medidas aplicadas a productos de países no miembros de la CE son incongruentes.	La CE señaló que se había implementado un procedimiento para la autorización de los productos de la biotecnología, el cual incluía un análisis científico independiente. No son las medidas finales, sino la versión más reciente en un proceso en curso.

Preocupaciones comerciales de origen sanitario

Argentina/CE, etiquetado y trazabilidad en biotecnología: Argentina informó que presentó 21 preguntas a la CE en este tema y espera respuesta	La CE indicó que las preguntas presentadas por Argentina serían respondidas próximamente.

Preocupaciones comerciales de origen fitosanitario

Israel/CE, productos vegetales: Israel afirmó que las normas propuestas sobre importación de vegetales y subproductos, tendrían un efecto negativo en las exportaciones agrícolas y se requeriría una alta inversión en infraestructura.	La CE señaló que las medidas se basan en intercepciones continuas de plagas riesgosas. Indicó que había aplazado la implementación de la norma para ayudar a algunos países y está dispuesta a tratar el tema en forma bilateral.
Nueva Zelanda/Japón, controles oficiales: Nueva Zelanda afirmó que Japón aplica medidas fitosanitarias incompatibles con las normas internacionales. Indicó que el régimen de fumigación incluye plagas que no son cuarentenarias.	Japón señaló que invitaría a interesados a revisar las normas nacionales para determinar si son compatibles con las internacionales. Asimismo, debatiría cuál debería ser su nivel apropiado de protección.
Argentina/Venezuela, papa, ajo, cebolla: Argentina anunció que Venezuela realizó una visita técnica al país y estaba pendiente un informe sobre la restricción a la importación de estos productos.	Venezuela anunció que estaría finalizando el informe y proporcionando una copia a Argentina.
CE/Australia, tomates de Holanda: La CE considera que las normas australianas son discriminatorias y sin fundamento técnico en lo que a importaciones de tomates en racimos de los Países Bajos se refiere. El análisis de riesgo inició en 1997 y no ha finalizado.	Australia espera finalizar en mayo la revisión de las políticas de importación, por lo que se podría acortar el plazo de la evaluación de riesgo.
EE.UU./México, frijol: EE.UU. indicó que las importaciones de frijol seco fueron suspendidas en enero por factores no científicos y la normativa vigente no ha sido notificada. Canadá indicó que podría utilizar otro mecanismo de la OMC para buscar una solución al problema. Nicaragua indicó que desde 1998 no puede exportar frijol a México.	México aseveró que hay reuniones de alto nivel en las cuales se comunicaría próximamente el riesgo fitosanitario con respecto a EE.UU. y Canadá. Con la situación de Nicaragua, se reservó el derecho de respuesta.
EE.UU./Japón, fumigación: EE.UU. manifestó su preocupación por las normas de fumigación del Japón, aduciendo que no se hace a todos los productos y que se realizan a algunos que ya han sido tratados en EE.UU. Señaló que la norma no ha sido notificada y pidió que se pospusiera hasta haber brindado mayor información.	El delegado de Japón indicó que no tenía información de la norma y que transmitiría la inquietud a las autoridades nacionales.
Tailandia/Australia, durión: Tailandia señala que el análisis de riesgo australiano de 1999 es muy restrictivo y no considera las medidas de menor impacto económico sobre las importaciones de durión. Solicita levantar el muestreo hasta implementar medidas más factibles.	Australia indica que en una reciente reunión técnica bilateral se tomaron en cuenta medidas de mitigación, incluían el establecimiento de áreas libres de plagas y tecnología de escaneo rápido. Las opciones a más largo plazo podrían incluir la irradiación.

Próximas reuniones del Codex Alimentarius

Comité	Fecha y lugar
Grupo de Acción Intergubernamental Especial sobre Zumos (jugos) de Frutas	6-10 mayo / Brasil
Comité Ejecutivo de la Comisión del Codex Alimentarius	26-27 junio / Italia
Comisión del Codex Alimentarius	30 junio -5 julio / Italia
Comité del Codex sobre Frutas y Hortalizas Frescas	8-12 noviembre / México
Comité del Codex sobre Nutrición y Alimentos para Regímenes Especiales	3-7 noviembre / Alemania
Comité del Codex sobre Sistemas de Inspección y Certificación de Importaciones y Exportaciones de Alimentos	1-5 diciembre / Australia

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)

Sanidad Agropecuaria e Inocuidad de los Alimentos
Tel.: (506) 216-0184 / Fax: (506) 216-0164
Apdo. postal: 55-2200 Coronado,Costa Rica
Dirección electrónica: sanagro@iica.ac.cr
www.infoagro.net/salud
www.iica.int

Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) No. 67 p.104-105, 2003

Guharay, F; Monterrey, J; Monterroso, D; Staver, C. 2000.

Manejo integrado de plagas en el cultivo de café.

CATIE. Serie Técnica. Manual Técnico No. 44. 272 p.

Durante los últimos diez años el CATIE, a través de varios proyectos, promovió y facilitó la articulación e integración de las experiencias de las familias cafetaleras, los extensionistas y los especialistas involucrados en la producción de café en Nicaragua.

A partir de estas experiencias, el Programa Regional CATIE-MIP/AF (NORAD) se dio a la tarea de escribir un manual de manejo integrado de las plagas del cultivo del café, encaminado a orientar a más de 30 000 familias cafetaleras de Nicaragua, acerca de la forma de mantener las pérdidas por plagas en niveles aceptables, con costos razonables y con un impacto negativo mínimo sobre el medio ambiente y la salud humana.

En una forma muy sencilla y didáctica, se describen las principales zonas cafetaleras de Nicaragua y los problemas fitosanitarios más importantes, y se dan indicaciones sobre el desarrollo y manejo de las plagas y enfermedades, estableciendo una relación entre el medio ambiente y la evolución y variabilidad de los patógenos en el cultivo.

Acompañada de numerosas fotografías y diagramas, la publicación explica los síntomas, sus daños y la forma de combatirlos. Evidentemente, el uso de parásitos (insectos, hongos y bacterias) utilizados en el manejo biológico de la plaga, es de especial interés para los editores.

En el caso específico de la broca del fruto (*Hypothenemus hampei*), se brindan explicaciones detalladas de cómo reducir el daño causado por este insecto, lo cual se logra realizando una buena cosecha de frutos olvidados en la planta y el suelo, el uso de trampas con atrayentes, la liberación de parasitoides como la avispa *Cephalonomia stephanoderis*, y la aplicación de hongos como *Beauveria bassiana*. Asimismo, se describe la relación entre la fenología de la planta y el desarrollo de la plaga.

En cuanto a las enfermedades, se describen las prácticas que debe seguir el productor para prevenir su afección, tales como el cuidado en la preparación del substrato, la importancia del contraste entre la luz y la sombra y el uso de hongos benéficos para el combate de las enfermedades. El manual indica también la forma de evaluar cuánta enfermedad hay en un vivero o una plantación, la ingestación para reducir el ataque por nematodos y el uso de correctivos en el suelo.

El manual trae un capítulo sobre manejo de las malas hierbas en el cafetal, los ciclos que cumplen las malezas y los grupos de malas hierbas presentes en los cafetales: ciperáceas, bejucos y de hoja ancha, los daños y los beneficios de las malas hierbas, los costos de las diferentes prácticas de control, y cómo mejorar el combate y el manejo de las malezas. El manejo se orienta hacia el cambio de la composición botánica, las prácticas para aumentar las hierbas de cobertura y para reducir la población de las malas hierbas. Finaliza este capítulo definiendo, con base en un recuento de las malezas en el cultivo, cuáles deberían ser los pasos para mejorar el manejo de las malas hierbas y conservar el suelo.

El último capítulo se dedica a un análisis del manejo de las plagas según la etapa fenológica del cultivo, en la etapa de semillero, de vivero, de trasplante, de plantaciones nuevas y de plantaciones en producción.

Jorge Hernán Echeverri

Díaz Blandón, J; Guharay, F.; Miranda Ortiz, F; Molina Arroliga, J; Zamora Solórzano, M; Zeledón Zeledón, R. 1999.

Manejo integrado de plagas en el cultivo de repollo.

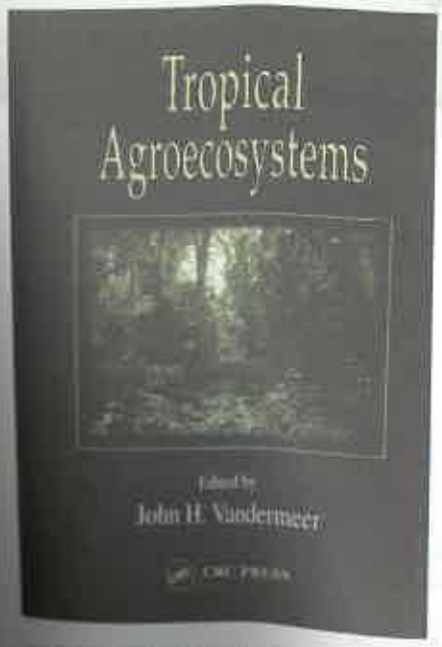
CATIE. Serie Técnica. Manual Técnico No. 38. 103 p.

Este manual reúne información muy valiosa y actual sobre el cultivo del repollo en Nicaragua. Está dirigido a investigadores, extensionistas, educadores, promotores y productores, por lo que será de utilidad para un amplio espectro de interesados en el tema.

La primera sección discute y hace recomendaciones acerca del manejo del cultivo, tratando aspectos como las distintas variedades, la preparación del semillero, el trasplante y la fertilización del cultivo. Posteriormente, se describen las plagas insectiles, con énfasis en las estrategias más recomendadas para su manejo. De igual forma, se tratan las enfermedades del repollo y los problemas presentados por las malas hierbas, enfatizando también en los métodos de manejo.

La publicación propone manejar las plagas, enfermedades y malas hierbas de acuerdo con las diferentes etapas fenológicas del cultivo, desde el momento de la siembra del semillero hasta la cosecha.

Manuel Carballo
Fitoprotección, CATIE



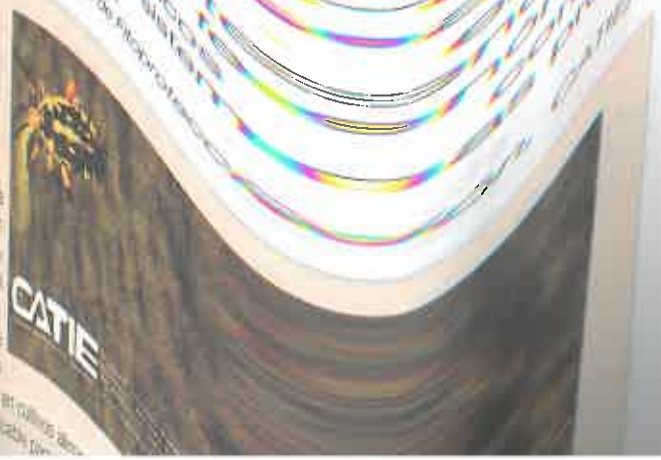
Tropical Agroecosystems.

Con el Dr. John Vandermeer, editor de esta obra y profesor de la Universidad de Michigan, en Ann Arbor, tenemos una lar-
ra amistad, derivada de su presencia en
los trópicos desde hace varios decenios.
El Dr. Vandermeer es un científico muy
reconocido, cuyo nombre aparece en to-
do texto clásico de ecología, por sus
investigaciones pioneras y selectas, de-
rivadas de su conocimiento de las interacciones
complejas en las comunidades
naturales, especialmente bajo condiciones
de campo. Además, cuenta con
una amplia experiencia docente
y conferencista, especialmente a
partir de su estancia de 1983 pu-
blicando en Costa Rica y multi-
plicando su labor en los trópicos
por la
ran
ro de los sistemas productivos en
los trópicos hemos llegado a un valioso
aldo, sustentado al campo de la ecología
básica.

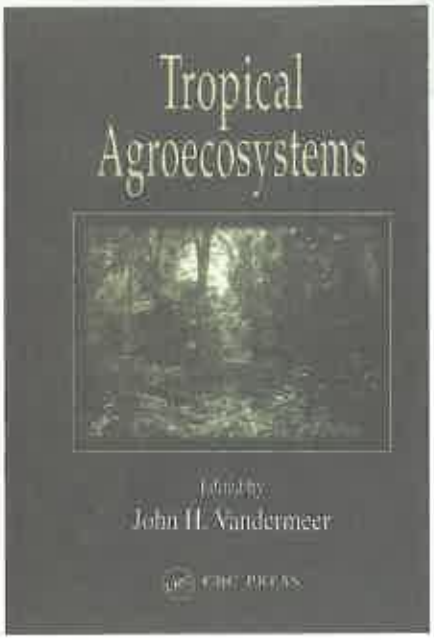
A su amplio bagaje académico, con-
cretado en nueve libros y más de 150 ar-
tículos científicos, se suma una variada
ra región de singulares estudiantes for-
mados bajo su tutela, en América contema-
ción de los enfoques que compatibilizan
lo científico con lo social. Por tanto, de-
cidí esta excelente y valioso aporte edi-
tar un libro de la reconocida serie Advan-
ces in Agroecology, a cargo del Dr. Clive
A. Edwards (The Ohio State University,
Columbus), de cual nos ocupamos en
esta reseña.

El libro Tropical agroecosystems inclu-
ye nueve capítulos que versan sobre te-
mas un tanto heterogéneos, aunque lo-
dos con ideas novedosas, cuya ubica-
ción secuencial, de lo particular a lo gene-
ral, permite contextualizar adecuadamen-
te las diversas escalas de complejidad en
las cuales se manifiestan estos fenóme-
nos, mecanismos y procesos. Así los da-
tos, modelos abordan temas sobre ins-
pectos ambientales con la produc-
ción agrícola, con las interacciones
planta-planta, el
plagas y el uso
cultura tropical
dos estudios
cambio tecnológico
sanas tradicionales
y café en Mesoamérica
sanas para la
los tres capítulos
dos abarcan una
del paisaje, incluyen
los públicos, un tema
mamente
agricultura.

En síntesis, se
que reúne el pensamiento
autores, con amplia
agricultura tropical,
pertenecen
tico tropical,
para acortar el
logrado de plagas
ro, sobre todo, por
tero, que nos permite
ner mejor los
procesos
observaciones
tuna en los
Dr. Luis Ne



Plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios de América Central



VANDERMEER, J.H. (ed.). 2003.

Tropical Agroecosystems.

CRC Press, Boca Raton, Florida. 268 p.

Con el Dr. John Vandermeer, editor de esta obra y profesor de la Universidad de Michigan, en Ann Arbor, tenemos una larga amistad, derivada de su presencia en los trópicos desde hace varios decenios.

El Dr. Vandermeer es un científico muy reconocido, cuyo nombre aparece en todo texto clásico de ecología, por sus contribuciones pioneras -y precoces, diría yo- al entendimiento de las interacciones competitivas en las comunidades naturales. Asimismo, John cuenta con un sólido bagaje en ecología matemática y, preocupado por hacerla asequible a los estudiantes de biología, en 1981 publicó el innovador libro *Elementary mathematical ecology*. Esa vocación por la docencia lo llevó a participar siempre, como conferencista o como coordinador, en los célebres cursos de la Organización de Estudios Tropicales (OET), ofrecidos en Costa Rica.

Pero su ferviente compromiso ético y político con los habitantes de los países tropicales ha trascendido el plano estrictamente académico y científico, para proyectarse en planteamientos e iniciativas de carácter social y político. De ahí, en parte, proviene su inclinación hacia campos aplicados, como la agricultura. Es decir, quienes trabajamos en el mejoramiento de los sistemas productivos en los trópicos hemos ganado a un valioso aliado, sustraído al campo de la ecología básica.

A su amplio bagaje académico, concretado en nueve libros y más de 150 artículos científicos, se suma una verdadera legión de singulares estudiantes formados bajo su tutela, en la rica combinación de los enfoques que compatibilizan lo científico con lo social. Por tanto, dadas esta experiencia y visión, aceptó editar un libro de la reconocida serie *Advances in Agroecology*, a cargo del Dr. Clive A. Edwards (The Ohio State University, Columbus), del cual nos ocupamos en esta reseña.

El libro ***Tropical agroecosystems*** incluye nueve capítulos, que versan sobre temas un tanto heterogéneos, aunque todos con ideas novedosas, cuya ubicación secuncial, de lo particular a lo general, permite contextualizar adecuadamente las diversas escalas de complejidad en las cuales se manifiestan estos fenómenos, mecanismos y procesos. Así, los capítulos iniciales abarcan temas algo más puntuales relacionados con la producción agrícola, como las interacciones planta-planta, el manejo integrado de plagas y el uso de micorrizas en la agricultura tropical. Estos son sucedidos por dos estudios de caso sobre el polémico cambio tecnológico en dos cultivos perennes tradicionales (caucho en Sumatra y café en Mesoamérica) y sus repercusiones para la biodiversidad. Finalmente, los tres capítulos con que culmina la obra abarcan una dimensión de ecología del paisaje, incluyendo aspectos de salud pública, un tema pertinente pero comúnmente omitido en la literatura sobre agricultura.

En síntesis, se trata de una obra rica, que reúne el pensamiento y visión de 18 autores con amplia experiencia en la agricultura tropical, articulados por la experimentada mano de John. Como científico tropical, le agradezco la invitación para escribir el capítulo sobre manejo integrado de plagas en Mesoamérica pero, sobre todo, por legarnos este valioso texto, que nos permitirá entender y manejar mejor los peculiares fenómenos y procesos -tanto ecológicos como socioeconómicos- de los sistemas productivos en los trópicos.

Dr. Luko Hilje (Unidad de Fitoprotección, CATIE)

Saunders, J; King, A. 1998.

Plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios de América Central

(Versión en CD-ROM)

Esta es la versión digitalizada de la excelente obra de Andrew King y Joseph Saunders, en su segunda edición, revisada y aumentada con la colaboración del entomólogo Daniel Coto.

La primera versión de esta síntesis de información (en formato de libro), enfocada hacia el mejoramiento del manejo de plagas en cultivos alimenticios en América Central, se convirtió en una herramienta invaluable para investigadores, técnicos estudiantes e incluso para agricultores.

Ahora, su nueva versión en CD-ROM presenta la información estructurada bajo menús de fácil manejo para el usuario, con más de 500 imágenes de las especies y los daños que ocasionan, que permiten una ágil identificación de la plaga y el tipo de daño en el cultivo. Al igual que en la nueva edición con formato de libro (reseñada en el número 50 de la revista *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*), la versión digital brinda información sobre las plagas, su distribución, tipo de daño y métodos de control. En el CD se pueden encontrar más de 400 fotografías en formato GIF disponibles para su uso.

Eduardo Hidalgo
Fitoprotección, CATIE

Sección Informativa

Futuros Eventos

9-14 noviembre 2003
XVI Congreso Latinoamericano de la Ciencia de la Maleza y XXIV Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza

Sede Hotel Karmina Palace.
Manzanillo, Colima, México.

Información:
Dr. Javier Farias Larios
Correo electrónico: jfarias@volcan.ucol.mx

Dr. José Alfredo Domínguez Valenzuela
Correo electrónico: josev@taurus1.chapingo.mx

Dr. José Gerardo López Aguirre
Correo electrónico: jglopez@tecoman.ucol.mx

http://www.ucol.mx.

17-19 noviembre 2003
V Congreso Nacional de Fitopatología
IV Congreso Iberoamericano de Agroplasticultura
IV Congreso Nacional de Suelos

Información:
Alianza Tecnológica para la Agricultura con Calidad
Correo electrónico: congreso@cia.ucr.ac.cr

10-12 noviembre 2003
XVI Congreso Latinoamericano de Malezas
XXIV Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza

Información:
Dr. José Alfredo Domínguez Valenzuela
Correo electrónico: josev@chapingo.mx

Dr. Javier Farias Larios
Correo electrónico: jfarias@ucol.mx

Dr. Guillermo Mondragón Pedrero
Tel. (595) 95 2-15 00 Ext. 6371
Fax (595) 95 4 06 92

M. C. Carlos Villar Morales
Correo electrónico: cvillar@uaslp.mx

16-19 noviembre 2003
Nuevo León, México
VII Simposio Internacional y II Congreso Nacional de Agricultura Sostenible

Organizado por la Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible

Información:
http://www.colpos.mx/eventos/simposio/simposio.html

CATIE Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

Suscríbase

Manejo Integrado de Plagas y Agroecología

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

NATURALEZA

Manejo Integrado de Plagas y Agroecología es una revista que reúne y difunde aportes científicos y técnicos (planteamientos teóricos, resultados de investigación, experiencias prácticas y de transferencia de tecnologías) en los campos de la protección vegetal y la agroecología, con énfasis en la región neotropical.

La versatilidad de su contenido permite incluir, artículos científicos formales; foros; biografías sobre científicos notables; revisiones bibliográficas; recuentos sistematizados de experiencias prácticas y de transferencia de tecnología; diagnósticos fitosanitarios o agroecológicos; ponencias presentadas en eventos científicos; notas o comunicaciones breves; hojas técnicas; resúmenes de tesis; aportes metodológicos; y materiales de apoyo a la enseñanza. Asimismo, contiene boletines, secciones especializadas, reseñas bibliográficas y anuncios de eventos, en los cuales se puede participar.

ARBITRAJE

Cada artículo será revisado en su formato y presentación por la Editora, inicialmente, y luego remitido al menos a dos expertos en el tema tratado. Sus evaluaciones serán consideradas por la Editora y por Comité Editorial, para decidir sobre su aceptación. La Editora mantendrá informado al autor principal del artículo sobre la evaluación, para que aporte las aclaraciones o ajustes del caso, si las hubiere.

Instrucciones generales para la presentación de los escritos.

- Los artículos se publicarán en forma gratuita.
- Se aceptarán artículos escritos en español o portugués, solamente. En casos muy calificados (en los cuales sí habrá un costo por publicación, a convenir con el autor) se aceptarán artículos en inglés, pero deberá adjuntarse también una versión en español o portugués, consultándolo previamente con la Editora.
- El límite máximo de extensión es de 25 páginas impresas, a doble espacio, en letra tamaño 12, tipo Times New Roman, incluyendo las ilustraciones. Las páginas deben estar numeradas. Cualquier artículo que no satisfaga este requisito será rechazado *ad portas*, excepto en casos muy calificados, a juicio del Comité Editorial. El estilo debe ser directo y conciso, con párrafos cortos, y con criterio de exactitud y brevedad.
- Los artículos pueden enviarse a la Editora, a la dirección anotada abajo. Puede hacerse en cualquier procesador de textos, acompañado de la versión impresa, en dos copias. Deben incluirse también los archivos de las figuras. Si hay fotos, pueden enviarse en papel o en diapositiva, o bien escaneadas a 225 dpi, como mínimo.
- Cuando el trabajo lo amerite, se incluirán fotos a color. Sin embargo, se debe enviar la "separación de colores" lista para su impresión. Si esto no es posible, se requiere el envío de US$ 30 por cada fotografía, para cubrir el costo de la separación de colores.
- Las abreviaturas se explican la primera vez que son utilizadas (por ejemplo: *Estados Unidos de América, EUA)*, y a partir de allí se utiliza solamente la abreviatura. Los géneros de los binomios se escriben completos solo la primera vez que se mencionan; después, se anotarán de la siguiente manera: *B. tabaci*, *P. solanacearum*, etc.
- Se recomienda a los autores revisar la ortografía del manuscrito antes de enviarlo a revisión.

ESTRUCTURA DE LOS ARTÍCULOS

Dada la versatilidad en el contenido de la Revista, el formato para los textos que no corresponden a artículos científicos formales es bastante flexible. Al respecto, se sugiere basarse en artículos publicados en números recientes de la Revista o consultar con la Editora. Sin embargo, para los artículos científicos deben respetarse las siguientes normas.

TÍTULO

- Debe ser claro y conciso, reflejando en un máximo de 15 palabras, el contenido del artículo.
- No deben usarse nombres comunes, sino nombres científicos, y éstos no deben acompañarse de la ubicación taxonómica de la especie indicada, ni del nombre de la autoridad taxonómica.

AUTORES

- Debe haber congruencia en el uso de sus nombres y apellidos. Se recomienda utilizar solamente el primer nombre, la inicial del segundo y el primer apellido, lo cual facilitará las búsquedas en las bases de datos; además, es aconsejable evitar nombres compuestos (p.ej., Rodríguez-Maldonado), pues cuando hay varios coautores las citas bibliográficas se recargan demasiado.
- En una nota al pie se describen la filiación institucional y la dirección completa, incluyendo el código de correo electrónico de cada uno de los autores.

RESUMEN

- El cuerpo de todo artículo científico debe ser precedido por un ***Resumen*** no mayor de 250 palabras, acompañado de una versión en inglés (***Abstract***). Al pie de cada uno de ellos debe haber cinco ***Palabras clave***, también traducidas

al inglés (***Keywords***) descriptivas del contenido del artículo. Ambos requisitos facilitan la difusión del artículo en los servicios bibliográficos internacionales. El resumen debe ser una versión sintética de los aspectos más relevantes de las secciones de *Métodos y materiales* y *Resultados*.

El cuerpo del artículo

- Se subdivide en las siguientes secciones: *Introducción*, *Métodos y materiales*, *Resultados* y *Discusión*, *Agradecimientos* y *Literatura citada*. No debe haber una sección de *Conclusiones*, pues éstas deben incorporarse en la *Discusión*.

- La ***Introducción*** presenta, en forma breve, los antecedentes e importancia del tema estudiado, e indica el objetivo de la investigación.

- ***Métodos y materiales*** contiene una descripción concisa de la metodología y materiales empleados, con un nivel de detalle suficiente como para que cualquier otro investigador pueda repetir los experimentos y verificar su validez. Para su organización, se recomienda subdividirlo en secciones tales como: *localización*, *tratamientos y diseño experimental*, *variables de respuesta* y *análisis estadístico*.

- ***Resultados*** presenta una descripción, en prosa, de las tendencias más sobresalientes detectadas en los experimentos, respaldadas por los resultados de los análisis estadísticos y compendiados en cuadros y gráficos. Es recomendable incluir también hechos negativos, lo cual podrían evitar a otros investigadores incurrir en errores metodológicos innecesariamente.

- ***Discusión*** analiza de manera crítica, a partir de la hipótesis que originó la investigación, los resultados obtenidos, comparándolos con los de otros autores. Además, resalta los principales hallazgos y conclusiones, así como su valor científico o técnico. Puede incluir recomendaciones de tipo metodológico o aplicado.

- Los ***agradecimientos*** recogen los nombres, sin títulos académicos, de las personas o instituciones que contribuyeron en aspectos claves de la investigación.

- ***Literatura citada*** enumera únicamente las fuentes bibliográficas consultadas mencionadas en el texto, incluyendo citas de internet.
- Puesto que el formato de una cita bibliográfica varía según el tipo de fuente, y también según las revistas, se recomienda revisar un número reciente para observar las modalidades empleadas en la Revista.
- Aunque la lista de citas debe hacerse en orden alfabético, nótese que en el texto del artículo los autores deben mencionarse primero en orden cronológico y luego alfabético (p.ej., Trejos 1998, Alvarez *et al.* 1999, Salazar y Ruiz 1999, Cárdenas 2002).
- Cuando haya más de dos autores, se citarán completos en ***Literatura citada***, pero se utilizará solo el nombre del primero en el texto, seguido de *et al.* (en cursiva).
- Los trabajos que aún no han sido aceptados para publicación aparecen en el texto, pero no en la sección de ***Literatura citada***.

Ilustraciones

- Las figuras (gráficos, dibujos o fotografías) se ubican en el texto con numeración consecutiva, precedida de la palabra *Figura*; al citarla en el texto, se debe utilizar la abreviatura *Fig.*
- Tanto las figuras como los cuadros deben aparecer lo más cerca posible de su mención en el texto; es decir, no deben aparecer figuras ni cuadros aislados.
- La leyenda debe estar al pie de cada figura y estar redactada de manera tal que el usuario no tenga que recurrir al texto para su interpretación. Se recomienda no sobrecargar las figuras, para facilitar su entendimiento. En tal sentido, se deben omitir las figuras en tres dimensiones, excepto que sea imprescindible hacerlo, así como la inclusión de líneas horizontales en el cuerpo de la figura o de símbolos decorativos excesivos.
- Los cuadros no deben repetir el contenido de los gráficos. Se debe evitar que sean recargados, con demasiadas columnas y exceso de información. Deben evitarse las líneas verticales y horizontales en el cuerpo del cuadro.
- Las fórmulas que aparecen separadas del texto deberán citarse con números o letras entre paréntesis, de manera que no queden aisladas.

El cumplimiento de todas las indicaciones anteriores facilitará la revisión y la edición de los artículos, lo cual evitará atrasos y agilizará el proceso de selección y publicación.

Dirección
Gabriela Gitli
Editora
Revista *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*
CATIE, 7170 Turrialba, Costa Rica
Tel.: (506) 558 2408 ó 558 2633
Fax. (506) 556 6282 ó 556 1533
cicmip@catie.ac.cr
ggitli@catie.ac.cr

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 sosteniblilidad, 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)