

# Manejo Integrado de Plagas

ISSN 1016-0469

Setiembre 1999

No. 53



**CATIE**

## **Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE**

El CATIE es una asociación civil sin fines de lucro, autónoma, de carácter internacional, cuya misión es mejorar el bienestar de la humanidad, aplicando la investigación y la enseñanza de posgrado al desarrollo, conservación y uso sostenible de los recursos naturales en el Trópico Americano. El Centro está integrado por miembros regulares y miembros adherentes. Entre los miembros regulares se encuentran: Belice, Costa Rica, Colombia, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, República Dominicana, Venezuela y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

### **Director General**

Rubén Guevara Moncada

### **Programa de Enseñanza**

Gilberto Páez Bogarín

### **Programa de Investigación**

Markku Kanninen

### **Programa de Proyección Externa**

José Arze Borda

### **Planificación Estratégica y**

### **Relaciones Externas**

Pedro Ferreira Rossi

### **Administración y Finanzas**

Luis Enrique Ortíz

**Portada:** La transferencia de tecnologías de Manejo Integrado de Plagas (MIP) a personas vinculados con la producción es una prioridad para lograr una agricultura sostenible. Dos plataformas implementadas con gran éxito en algunos países de Asia y América Latina para fomentar decisiones integrales en el campo agrícola son las **Escuelas de Campo** y los **Comités de Investigación Agrícola Local** (p. 1-23). También en este número de la Revista se presenta un estudio sobre la toma de decisiones en MIP por parte de pequeños y medianos caficultores de Nicaragua (p. 43-51).

**Foto:** Cortesía CATIE-GTZ.

## **Comité Editorial Operativo**

Elkin Bustamante, Presidente

Manuel Carballo

Daniel Coto

Eduardo Hidalgo

Luko Hilje

Arnoldo Merayo

Wilberth Phillips M.

Galileo Rivas Platero

Joseph L. Saunders

Laura Rodríguez, Editora

La producción y administración de esta revista se encuentra bajo el Área de Comunicación e Informática.

Luis A. Ugalde Arias

Jefe del Área

### **Dirección Técnica**

Elkin Bustamante

### **Coordinación y edición**

Laura Rodríguez

### **Diseño y diagramación**

Unidad de Comunicación CATIE

### **Tiraje y Distribución:**

1150 ejemplares

Se envía en Canje por publicaciones que son de interés para las actividades que realiza el CATIE.

### **Correspondencia**

Revista Manejo Integrado de Plagas  
CATIE. Unidad de Fitoprotección.

7170 Turrialba, **Costa Rica**

Tel. (506)556 1632/556 6784

Fax: (506)556 0606/556 6282

EMail: lrodrigu@catie.ac.cr ó

cicmip@catie.ac.cr

*Estrategia esencial para la conservación de los recursos naturales la salud y producción agrícola sostenible*

## CONTENIDO

### FORO

- La escuela de campo para MIP y el comité de investigación agrícola local: plataformas complementarias para fomentar decisiones integrales en agricultura sostenible** ..... 1-23  
Ann R. Braun, Graham Thiele, María Fernández

### AVANCES EN GEMINIVIRUS

- Surgimiento y distribución de geminivirus transmitidos por mosca blanca en tomate en el hemisferio Occidental** ..... 24-42  
Jane E. Polston, Pamela K. Anderson

### RESULTADOS DE INVESTIGACION

- Racionalidad en la toma de decisiones de MIP por pequeños y medianos caficultores de Nicaragua** ..... 43-51  
Diego Gómez, Cornelis Prins, Charles Staver

- Resistencia de *Plutella xylostella* a deltametrina, metamidofós y cartap en Costa Rica** ..... 52-57  
Elizabeth Carazo R., Víctor M. Cartín L., Luis A. Monge V., Jorge A. Lobo S., Lisbeth Araya R.

- Fluctuación poblacional de los áfidos del trigo y sus enemigos naturales en El Bajío, México** ..... 58-64  
Manuel D. Salas-Araiza, Eduardo Salazar-Solís, Martín Martínez-Salinas

- Evaluación de la repelencia y mortalidad causada por insecticidas comerciales y extractos vegetales sobre *Bemisia tabaci*** ..... 65-71  
Douglas Cubillo, Guido Sanabria, Luko Hilje

- Efecto de los niveles de fertilización en la intensidad de ataque de *Tuta absoluta* en *Lycopersicon hirsutum* y *L. esculentum*** ..... 72-76  
Germano Leão Demolin Leite, Marcelo Picanço, José Cola Zanuncio, Gulab Newandram Jham, Marcelo Fialho Moura

### NOTAS TECNICAS

- Algunas relaciones tróficas entre insectos y malezas en cultivos de América Central** ..... 77-83  
Daniel Coto

- Evaluación de productos comerciales para el control de *Thrips palmi* en berenjena** ..... 84-86  
Mayte Piñón, Lázaro Hernández, Aydee Hernández, Olimpia Gómez, Antonio Casanova, Tomás Depestre, Jesús Estrada

### HOJA TECNICA

- Metodología para la manipulación y cultivo *in vitro* de *Mycosphaerella fijiensis*** ..... i-iv  
Manrique González

### SECCION INFORMATIVA

- Reseña de Publicaciones** ..... 87-88

- Tesis de Postgrado** ..... 88-89

- Futuros Eventos** ..... 90

- Mosca Blanca al Día** ..... 90-91

- Acciones MIP en Hortalizas** ..... 92-94

Evaluación de cultivares de tomate para consumo fresco, en el Valle de Zapotitán, El Salvador  
Fredy E. Fuentes

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

FORO

# La escuela de campo para MIP y el comité de investigación agrícola local: plataformas complementarias para fomentar decisiones integrales en agricultura sostenible

Ann R. Braun\*  
Graham Thiele\*\*  
María Fernández\*\*\*

**RESUMEN.** La Escuela de Campo (EC) para el manejo integrado de plagas (MIP) y los Comités de Investigación Agrícola Local (CIAL) son plataformas participativas para fomentar la toma de decisiones integrales y la innovación en la agricultura sostenible. La escuela ofrece educación no formal sobre principios agroecológicos, mediante un proceso de aprendizaje participativo durante todo el ciclo de cultivo. En cada escuela participan 25 agricultores de la comunidad. El comité es un servicio de investigación permanente compuesto por un equipo voluntario de cuatro o más agricultores. Cada comité pertenece a una comunidad y crea un vínculo entre la investigación local y la formal. Las escuelas y los comités fueron creados con diferentes propósitos y por tanto, sus objetivos son distintos, pero comparten varios principios y procesos. Ambos ofrecen soluciones concretas a problemas locales, pero en su desarrollo aplican diferentes estilos de investigación y análisis. También incrementan la capacidad de los individuos y grupos comunitarios para el análisis crítico y la toma de decisiones, estimulan la innovación local y hacen énfasis en los principios y procesos, en lugar de recetas o paquetes tecnológicos. La fortaleza de los CIAL está en la evaluación sistemática de alternativas tecnológicas, y en su papel, que lo convierte en un canal, por el cual las comunidades de escasos recursos económicos influye en las agendas de los sistemas formales de investigación y extensión. Además algunos contribuyen al fomento de microempresas rurales. Las escuelas llenan las carencias locales de conocimiento y aumentan la conciencia sobre los fenómenos que no son obvios o fácilmente observables. Su fortaleza está en preparar a los agricultores en el manejo de procesos agroecológicos. Dependiendo de cada problema o situación una de estas dos plataformas podría ser la más apropiada. Un reto para el futuro es integrar sus elementos complementarios de las EC y los CIAL y emplearlos como una estrategia para expandir la capacidad creativa de los agricultores para resolver problemas y aprovechar oportunidades.

**Palabras clave:** Escuela de campo, Comité de Investigación Agrícola Local, Toma de decisiones, Manejo Integrado de Plagas.

**ABSTRACT.** **Farmer field schools for integrated pest management and committees for local agricultural research: complementary approaches for promoting improved decision-making for sustainable agriculture.** The Farmer Field School (FFS) for Integrated Pest Management and the Local Agricultural Research Committee (LARC) are participatory platforms that foment improved decision-making capacity and stimulate local innovation for sustainable agriculture. FFS offers non-formal education related to agroecological principles through a participatory learning process that lasts an entire crop cycle. Twenty-five farmers from a single community participate in each FFS. The LARC is a permanent agricultural research service staffed by a voluntary team of 4 or more farmers. Each LARC belongs to a community and creates a link between local and formal research. FFS and LARCs were initiated for different reasons and have different objectives, but they share various principles and processes. Both result in concrete solutions for local problems, but they apply

Recibido: 20/05/99. Aprobado: 24/09/99.

\* Proyecto de Investigación Participativa, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Apartado Aereo 6713, Cali, Colombia. EMail: a.braun@cgiar.org

\*\* Asesor PROINPA y Centro Internacional de la Papa. Cochabamba, Bolivia.

\*\*\* Coordinadora, Grupo de Trabajo sobre Manejo de Recursos Naturales, Programa Global del CGIAR sobre Investigación Participativa y Análisis de Género, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Colombia.

different styles of experimentation and analysis for developing these. Both increase the capacity of individuals and local groups for critical analysis and decision-making. Both stimulate local innovation and emphasize principles and processes rather than recipes or technology packages. The strength of the LARCs is in the systematic evaluation of technological alternatives, and their ability to influence the research agendas of formal research and extension systems on behalf of economically disadvantaged communities. In addition some LARCs stimulate the development of small rural enterprises. FFS fill gaps in local knowledge and increase awareness and understanding of phenomena that are not obvious or easily observable. Their strength lies in increasing farmers' skills as managers of agroecological processes. Depending on the problem or opportunity to be address one or the other may be a more appropriate entry point. A challenge for the future will be to integrate the complementary elements of the FFS and LARCs and/or to employ them in parallel in order to expand the creative capacity of farmers to resolve problems and seize opportunities.

**Key words:** Farmer Field School, Local Agricultural Committee, Decision making, Integrated pest management.

## Introducción

La Escuela de Campo (EC) para el Manejo Integrado de Plagas (MIP) y el Comité de Investigación Agrícola Local (CIAL) son plataformas cuyo propósito es fomentar las decisiones integrales y la innovación en la agricultura sostenible. La EC se ha enfocado a la educación agroecológica y el aprendizaje participativo y el CIAL a la vinculación de la investigación realizada por los agricultores con la investigación formal. Ambos han logrado impactos importantes que incluyen: 1) el incremento de la capacidad de los agricultores para investigar, innovar y tomar decisiones (van de Fliert 1993, Schmidt *et al.* 1997, Settle *et al.* 1998, Aizen 1998, Ashby *et al.* 1999), 2) involucrar a los agricultores como los facilitadores de sus procesos internos (Schmidt *et al.* 1997, Settle *et al.* 1998, Braun 1997, Ashby *et al.* 1999).

Las EC y los CIAL han demostrado que son aplicables dentro y fuera del país donde fueron desarrollados originalmente (Ashby *et al.* 1999, Settle *et al.* 1998). En los CIAL y en las actividades de seguimiento de las EC, los agricultores fijan sus propias agendas para la investigación (Ooi 1998, Braun 1997, Settle 1997, Ashby *et al.* 1999). Además se ha logrado que las organizaciones que forman parte de los sistemas nacionales de investigación, extensión y desarrollo, respondan mejor a las demandas y necesidades de sus clientes, los agricultores (Ashby 1999, van de Fliert 1993, Settle *et al.* 1998).

Mediante las EC se han capacitado, en la aplicación de MIP, aproximadamente 2 millones de pequeños agricultores de las zonas productoras de arroz más importantes de 12 países asiáticos (Settle *et al.* 1998). Untung (1996) señaló que en las provincias de Indonesia donde el programa nacional de MIP ha desarro-

llado las EC se logró una reducción del 50-60% en el uso de insecticidas en arroz. A través de los CIAL se ha logrado que más de 250 comunidades de escasos recursos, en ocho países de América Latina, establezcan sus propios servicios de investigación agrícola. Ambas plataformas están empezando a demostrar que su implementación en otros países es factible. En varios países africanos se han establecido EC y en Latinoamérica funcionan en Perú y Bolivia. Los primeros CIAL se establecerán en Africa a partir del año 2000.

A medida que las EC y los CIAL se expandan a nuevas regiones, ambas plataformas empezarán a funcionar dentro de las mismas áreas geográficas. Entonces los agricultores y las instituciones de investigación y extensión se preguntarán cuál es la ventaja comparativa de cada una y cuál es la relación entre ambas. Para apoyar este proceso, en este artículo se presentan y comparan los objetivos, principios y procesos de ambas plataformas. El objetivo del trabajo es dar a conocer las características esenciales, similitudes y diferencias de las EC y los CIAL, ofreciendo las bases para el análisis sobre el mejor uso de ambas plataformas en América Latina.

## Perfil de la Escuela de Campo para MIP

Contexto histórico, problemas y objetivos. Las EC, conocidas en inglés como "Farmer Field School" (FFS), fueron desarrolladas como respuesta a las cuantiosas pérdidas en el cultivo de arroz, ocasionadas por *Nilaparvata lugens* Stål (saltahojas café del arroz) (Conway y McCauley 1983) que ponían en peligro la seguridad alimentaria y la estabilidad política en varios países asiáticos. Numerosas investigaciones realizadas en Filipinas (Kenmore 1980, Gallagher 1988,

Litsinger 1989) y confirmadas por estudios realizados en Indonesia (Untung 1996) demostraron que el uso indiscriminado de plaguicidas en arroz, inducía el desarrollo de la resistencia a *N. lugens* y eliminaba los enemigos naturales de la plaga, ocasionando fuertes brotes de la plaga. En Indonesia, estos procesos se aceleraron por las frecuentes y extensivas aplicaciones aéreas de plaguicidas para el control de este insecto, realizadas en los años 70 (Schmidt *et al.* 1997); entre 1975 y 1977 se presentaron los primeros brotes serios de esa plaga. Se estima que durante los años 70, las pérdidas causadas por *N. lugens* fueron de US\$1000 millones. Debido a que el uso indiscriminado de insecticidas continuó y a la corta durabilidad de la resistencia de nuevas variedades de arroz (Untung 1996, Gardner 1996, Schmidt *et al.* 1997) *N. lugens* surgió nuevamente a mediados del decenio de los 80. En 1983, Indonesia produjo arroz para satisfacer su demanda interna; sin embargo, en 1985 - 1986 el ataque severo de este insecto causó la destrucción de 275 000 ha de arroz (Röling y van de Fliert 1998). Este caso constituye un ejemplo de las consecuencias de no considerar adecuadamente el impacto de las políticas relacionadas con el manejo de los recursos naturales y los costos asociados a esta situación (Barbier 1989).

Para el equipo de la FAO (Intercountry IPM Programme<sup>1</sup>) que innovó las EC, la situación que se produjo después de *N. lugens* era un síntoma de un problema de fondo en la agricultura moderna, como es la dependencia de los plaguicidas (Matteson *et al.* 1992). Otro problema era que las recomendaciones técnicas producidas por el sistema formal de investigación, tenían una aplicabilidad limitada en el contexto real de los agricultores. Algunos conceptos de la investigación, como los umbrales económicos resultaban ser inútiles e inferiores a los criterios de acción de los agricultores. Otros productos como las variedades resistentes tenían alto potencial, pero no eran bien aprovechadas por la tendencia a depender de los plaguicidas, como estrategia casi exclusiva del manejo de plagas en arroz (Matteson *et al.* 1992).

La EC fue diseñada para enfrentar estos problemas y su objetivo principal fue mejorar la capacidad de análisis y de toma de decisiones de los agricultores, con el propósito de que se convirtieran en expertos en las prácticas de MIP, y dejaran de depender de los plaguicidas, como medida exclusiva del control de pla-

gas. Eliminar esta dependencia requirió que los agricultores comprendieran bien los principios y procesos ecológicos que controlan la dinámica poblacional de las plagas.

La EC de MIP constituye una oportunidad de aprendizaje participativo, basado en los principios de la educación informal. Mediante su sistema de facilitación, a cargo de extensionistas o ex-alumnos capacitados, los agricultores son motivados y estimulados a descubrir conceptos y principios de la ecología agrícola y a desarrollar destrezas para el MIP. El autodescubrimiento de los conceptos y principios y el desarrollo de destrezas se logra mediante actividades didácticas en el campo.

**Actores.** En Asia hay 200 millones de productores de arroz. A pesar de la existencia de un papel definido y complementario de las organizaciones no-gubernamentales (ONG) dentro de las estrategias nacionales de extensión, el equipo innovador de las EC consideraba que el alcance limitado de los proyectos administrados por las ONG impedía que éstas fueran el canal principal para llevar MIP a una clientela tan grande (Matteson *et al.* 1992). Ellos estimaron que la única manera de llegar a una cantidad significativa de agricultores y asegurar la continuidad y calidad de la capacitación y extensión en MIP, era integrar estos procesos dentro de las agendas de las instituciones nacionales, en cada país. La estrategia de las EC no es capacitar a cada agricultor sino establecer en cada comunidad una capacidad en MIP y después apoyar su proyección horizontal (Settle *et al.* 1998).

Estas escuelas son conducidas por facilitadores profesionales o agricultores capacitados. Los facilitadores profesionales generalmente son extensionistas o funcionarios de las ONG.

Las EC son diseñadas para 20-25 participantes de una comunidad; éstos representan una masa crítica que apoya el desarrollo de la acción colectiva y de actividades de seguimiento en la comunidad después de la clausura de la EC. Para la selección de los participantes se invitan a todos los posibles interesados a una reunión comunitaria donde se explican los objetivos y el proceso de la EC. En esta reunión se aclara que la participación será semanal. Los integrantes no deben ser seleccionados por el facilitador o por las autoridades locales, porque probablemente algunos podrían no ser agricultores activos o estar interesados y

<sup>1</sup> El nombre completo del equipo es: The Intercountry Programme for the Development y Application of Integrated Pest Control in Rice in South y Southeast Asia of the United Nations Food y Agriculture Organization.

motivados para aprender sobre MIP. Por el contrario, los participantes son identificados mediante un proceso participativo, en una reunión de planeación convocado por un facilitador.

**Procesos Claves. 1. Planeación:** Una EC es un proceso que involucra a una comunidad y una organización de apoyo, normalmente, ésta última es el servicio nacional de extensión. Las EC en arroz realizaban una reunión semanal, durante 12 semanas, cubriendo el ciclo completo desde el trasplante hasta la cosecha. La primera sesión se realiza tres semanas después del trasplante para que las observaciones en el campo incluyeran todas las fases críticas del desarrollo del cultivo. Como las EC se centran en el ciclo de un cultivo, éstas se llevan a cabo en campañas durante las épocas de siembra. Varias semanas antes de la siembra, la organización de apoyo comienza a preparar la campaña. El proceso preparativo tiene los siguientes objetivos: a) consultar y coordinar con otros programas activos en las regiones, b) identificar comunidades que satisfacen los criterios establecidos para promocionar una EC, c) identificar los participantes y desarrollar con ellos planes para conducir la EC.

En una aldea o pueblo, la reunión de preparación debe involucrar al líder de la comunidad, los agricultores interesados y el facilitador. En ésta reunión se realizan las siguientes actividades: a) Mapeo participativo para caracterizar la aldea, identificar los principales problemas de los agricultores e identificar el lugar de la investigación y de la reunión, b) Análisis de género para caracterizar la participación de las mujeres y hombres en las actividades de producción y establecer las bases para identificar los individuos que pueden beneficiarse de la participación en una EC, c) Motivación de la comunidad mediante una explicación de los objetivos y del proceso de la EC, selección de participantes y formalización del compromiso con la firma de un "contrato de aprendizaje".

Los detalles del proceso de planeación dependen de procesos locales. Un ejemplo es el Proceso, utilizado frecuentemente en la planeación de las EC en Indonesia (Cuadro 1). Este fue desarrollado para incrementar la sensibilidad de las EC a condiciones y problemas locales.

**2. El ciclo de aprendizaje "observar, analizar y actuar":** Las EC mejoran la capacidad de decisión mediante un proceso iterativo de análisis de la situación desde múltiples puntos de vista, síntesis del análisis, toma de decisiones basada en ese análisis, acciones de manejo, nuevas observaciones y evaluación del impac-

to de las decisiones y acciones. Todo esto se hace mediante un *Análisis del Agroecosistema* (AAE), originalmente innovado por Conway (1985, 1987) con investigadores de las universidades de Chaing Mai y Khon Kaen en Tailandia. Las EC además incorporan comparaciones entre dos sistemas de manejo. Para lograr el descubrimiento de principios agroecológicos claves, cada EC dispone de una plantación de arroz de aproximadamente 1000 m<sup>2</sup>, donde los participantes realizan observaciones y se recolecta información sobre la situación de la plantación. Se compara el manejo del cultivo practicado por los agricultores con un manejo basado en las observaciones y conclusiones hechas por los integrantes de la EC. La plantación se divide en dos parcelas, denominadas parcelas MIP y parcelas no-MIP. La parcela MIP es manejada con base en el AAE que realizan los participantes, en la parcela no-MIP se realiza una aplicación de carbofurán. El objetivo de la parcela MIP es ofrecer una oportunidad para que los agricultores aprendan a tomar decisiones basados en sus propias observaciones y puedan comparar los resultados obtenidos en cada parcela. La aplicación del insecticida en la parcela no-MIP elimina los enemigos naturales de las plagas, y permite a los agricultores observar el desarrollo de la plaga. Los participantes comparan las observaciones de las dos parcelas, durante todo el ciclo de cultivo, aprendiendo así sobre el agroecosistema y la dinámica poblacional de los insectos; además después de la cosecha, comparan los rendimientos y la rentabilidad. A medida que los EC han evolucionando, se han desarrollado variaciones al esquema que reflejan las situaciones y problemas locales.

Los agricultores en grupos, hacen las observaciones de los AAE, comparando las parcelas MIP y las no-MIP. En una EC para arroz, los integrantes hacen observaciones en 10 sitios en cada parcela, registrando el número de macollas por mata y de insectos. Posteriormente, en el sitio de reuniones hacen dibujos sobre los aspectos observados en papeles grandes. Estos dibujos muestran el tamaño y estado de desarrollo de las plantas de arroz, las plagas y los enemigos naturales, así como los otros detalles que ellos consideran relevantes. Se espera que todos los miembros participen en todo el proceso. Mientras dibujan, los agricultores discuten la información recopilada y formulan una conclusión sobre la práctica MIP que realizarán la siguiente semana, y en el dibujo incluyen un resumen de las acciones propuestas. Un miembro de cada grupo presenta a la plenaria la información recopilada y las

**Cuadro 1.** Proceso Preparativo para la Escuela de Campo.

| No. de semanas antes de EC | Nivel geopolítico     | Actividades  |
|----------------------------|-----------------------|--|
| 3                          | Municipio             | <ul style="list-style-type: none"><li>• Consulta<ul style="list-style-type: none"><li>- Recopilar información</li><li>- Coordinar con otros proyectos/programas del municipio</li></ul></li></ul>  |
| 2                          | Aldea                 | <ul style="list-style-type: none"><li>• Reunir con autoridades locales para recopilar información, coordinar la EC e identificar agricultores participantes según los siguientes criterios:<ul style="list-style-type: none"><li>- Cultivan arroz anegado</li><li>- Enfrentan serios problemas de plagas</li><li>- Existe una organización local activa de agricultores</li><li>- Sin conflictos logísticos</li></ul></li></ul>  |
| 1                          | Grupo de agricultores | <ul style="list-style-type: none"><li>• Reunión con todos los agricultores interesados para definir:<ul style="list-style-type: none"><li>- Ubicación de un lugar para las reuniones de la EC</li><li>- Ubicación de la plantación de arroz para los estudios de la EC que esté cerca al sitio de la reunión y arreglos con su dueño.</li><li>- Escoger día y hora para la EC</li><li>- Identificar participantes según criterios:<ul style="list-style-type: none"><li>Saber leer y escribir</li><li>Motivados/comprometidos para asistir semanalmente</li><li>Cultivar arroz en su tierra propia</li><li>Vivir cerca del campo de estudio y lugar de reuniones</li></ul></li></ul></li></ul> |

Fuente: Braun (1997).

decisiones tomadas. Después de cada presentación hay un tiempo para preguntas y discusión. Los dibujos realizados en cada sesión están disponibles como material de referencia para enriquecer las discusiones. Las decisiones sobre el manejo de la parcela MIP se basan en el consenso logrado a través de la discusión de todos los participantes. Este proceso se repite semanalmente.

**3. Desarrollo profundo de conocimientos:** En su análisis de las fortalezas y limitaciones de la investigación participativa, Bentley (1994) enfatiza la importancia de identificar y llenar las carencias de conocimientos de los agricultores. Las EC emplean los "Tópicos Especiales" para profundizar en principios y fenómenos desconocidos, relacionados con el agroecosistema del cultivo y en los principios de MIP; apoyando así el análisis realizado a través de los AAE. Estos tópicos también refuerzan la capacitación en investigación básica lograda mediante la comparación de las parcelas MIP y no-MIP. Al igual que los demás elementos del programa de las EC, los tópicos especiales son programados según el estado fenológico del cultivo. Van de Fliert (1993) preparó un ejemplo de currículo para una EC en arroz. Una vez que el facilitador introduce el tópico y explica el proceso a seguir, los integrantes asumen el manejo activo del experimento y las actividades a realizar. Se enfatiza la recolección de datos

y el análisis de la información. Existen muchos materiales didácticos para estimular el descubrimiento agroecológico, que incluyen actividades exitosas diseñadas en las EC (Thalbitzer 1996, van de Fliert y Braun 1997, van de Fliert y Braun 1999, Vos 1998) (Cuadro 2).

Los tópicos especiales presentan principios ecológicos. Estos sistemas están estructurados por un número limitado de variables claves. La investigación desarrollada durante los últimos 30 años, sobre el comportamiento de sistemas complejos, incluidos los ecosistemas, demuestra que éstos están organizados alrededor de un número de ciclos anidados y que se caracterizan por la auto-organización (Prigogine y Stengers 1984, Maturana y Varela 1972, Capra 1996). Según Capra (1996) las tres características comunes a los sistemas complejos, auto-organizados y biológicos incluyen: 1) son sistemas cognitivos (Maturana y Varela 1972); nuevas estructuras y modalidades de comportamiento surgen de ellos durante el proceso de desarrollo, aprendizaje y evolución, 2) son sistemas abiertos, para que ocurra la auto-organización que requiere un flujo constante de energía y materia a través del sistema, 3) sus componentes están conectados en formas no lineales, o sea en redes, y como resultado de este patrón, se generan ciclos de retrolimentación, que permiten la auto-regulación.



**Cuadro 2.** Recursos para Escuelas de Campo: ejemplos de ayudas para la facilitación de las EC y el desarrollo de ejercicios para estimular el autodescubrimiento.

| Componente  | Contenido   |
|---|---|
| Ejercicios generales  | ¿Qué es un ejercicio de autodescubrimiento?<br>El uso de mapas mentales para estimular la creatividad<br>Como establecer normas para la EC con la participación de los integrantes<br>Las cualidades de un buen facilitador<br>Maneras de guiar el aprendizaje<br>Facilitación para que los agricultores formulen sus propias preguntas<br>Planeando y preparando una EC<br>Como desarrollar ejercicios de autodescubrimiento<br>Llevando los registros de la finca: qué hacer y cómo hacerlo.                            |
| El Agroecosistema y herramientas para la toma de decisiones | ¿Cómo introducir el análisis del agroecosistema?<br>Seguimiento de las observaciones a través del tiempo<br>¿Cómo desarrollar un guía para la toma de decisiones?<br>¿Cómo entender los ciclos de vida y las cadenas alimenticias?<br>Los peligros de plaguicidas químicos y botánicos  |
| Agronomía y Suelos  | Prueba de germinación de semillas<br>Manejo integrado de nutrimentos<br>Fertilizantes y análisis de suelo<br>Nutrimentos y la salud del cultivo<br>Conservación de suelo<br>Relaciones entre las características de las malezas y su manejo<br>Cuándo es el momento más apropiado para la cosecha?  |
| Plagas y sus enemigos naturales                             | Reconocimiento e identificación de insectos<br>Un mapa mental para diseñar un zoológico de insectos<br>Descubrimiento de las enfermedades, depredadores y parásitos de los insectos<br>Como estimular la presencia de enemigos naturales en el campo<br>Entendiendo plaguicidas biológicos<br>¿Cómo desarrollan los insectos resistencia a los plaguicidas?<br>¿Cómo entender las enfermedades de los cultivos?<br>Herramientas para identificar enfermedades, entender su diseminación y cómo son afectadas por el clima |

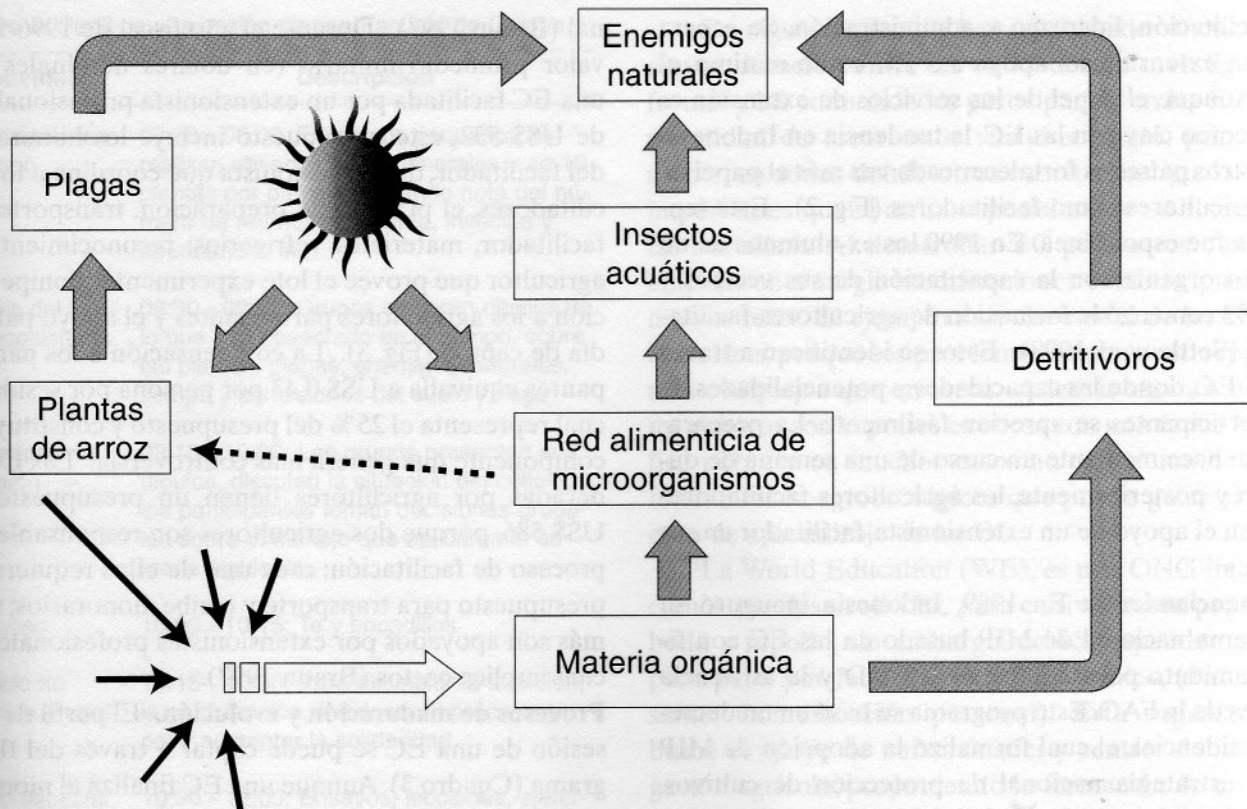
Fuente: Thalbitzer (1996).

Para entender y manejar un agroecosistema es clave conocer no sólo sus componentes, sino los patrones que definen las relaciones entre estos componentes; mientras que para estudiar los componentes se aplican técnicas de medición y análisis cuantitativo; pero para estudiar los patrones se utilizan técnicas cualitativas que permiten mapear las interrelaciones. En el caso de arroz anegado, en el trópico, los patrones claves de interrelaciones según Settle (1997) son: 1) energía almacenada como materia orgánica, entra al sistema a través de la acción de microorganismos e insectos detritívoros, 2) las poblaciones de zooplancton

y fitoplancton acuáticos son la base alimenticia para los insectos acuáticos tamizadores de alimento como los chironomidos y culicidos, 3) las larvas y los adultos de los artrópodos que consumen el plancton y el detritus proporcionan una base consistente y abundante de alimentación alternativa para los predadores generalistas. Estas relaciones se presentan en la figura 1.

Por tanto, los temas especiales se diseñan para permitir el descubrimiento de estas interrelaciones. Un ejemplo clásico es el "zoológico de insectos," o sea, una planta de arroz dentro de una jaula forrada con tela de tul, donde puedan observar el comportamiento de un insecto y distinguir si es neutro (detritívoro o consumidor de plancton), un herbívoro o un benéfico. Según Settle *et al.* (1998) otras actividades incluyen: 1) toma de muestras de plancton acuático en bolsas plásticas para su observación y discusión, 2) diagramación de cadenas alimenticias y flujos de energía para apoyar la discusión de la estructura y estabilidad del agroecosistema de arroz, 3) estudios del efecto de los insecticidas en los enemigos naturales, para demostrar que estos productos tienen un efecto "tóxico" y no "medicinal", como frecuentemente los agricultores lo consideran, 4) estudios de la capacidad de compensación de las plantas de arroz a través de defoliación o eliminación de macollas para demostrar la capacidad de la planta de tolerar daño causado por insectos barrenadores y defoliadores, durante el primer tercio del ciclo del cultivo, 5) estudios sobre la densidad de siembra del manejo de semilla, riego y fertilizantes, selección de variedades y de semilla, composición de suelo y prácticas de protección.

Settle *et al.* (1998) considera que los conceptos más importantes, aprendidos por los agricultores en estas actividades de campo fueron: 1) que la mayoría de los insectos encontrados en la parcela MIP son



**Figura 1.** Flujo de energía hacia los enemigos naturales en el agroecosistema de arroz anegado en el trópico, según Settle (1997).

neutros o benéficos, 2) que la planta de arroz es capaz de tolerar niveles bastante altos de daño al follaje sin que se afectara su rendimiento, 3) que los insecticidas son tóxicos para los enemigos naturales y otros animales, así como para los humanos.

Otra idea clave en la EC es el *indicador*. El proceso grupal de análisis y toma de decisiones por consenso permitió a las EC reconocer la necesidad de establecer indicadores de la "salud" del agroecosistema y de su capacidad de formularlos. Entre menos específico y concreto sea el aspecto a evaluar, más importantes son los indicadores. Un ejemplo de un indicador de los aspectos fitosanitarios del agroecosistema es la presencia y abundancia de libélulas, insectos altamente sensibles a los plaguicidas. Ooi (1998) informa que un ex-alumno de las EC y un agricultor-facilitador fueron quienes señalaron la importancia de las libélulas y su carácter de indicador.

**4. Desarrollo de bases para la colaboración y acción colectiva:** En cada reunión de las EC se hace un ejercicio de dinámica grupal. Esta actividad pretende desarrollar el trabajo en equipo, fortalecer las destrezas para la solución de problemas, fomentar la creatividad y desarrollar una conciencia sobre la importancia y el

papel de la acción colectiva. Generalmente, los ejercicios comienzan con una introducción a cargo del facilitador, en la cual presenta un problema o reto para que el grupo lo solucione. Muchas veces las dinámicas son actividades físicas, pero también hay otras mentales. Los ejercicios deben divertir a la gente y simultáneamente ofrecer oportunidades de trabajar en equipo para solucionar problemas específicos.

**5. Facilitación:** El papel y la actitud del facilitador son claves para el éxito de una EC. Su papel tiene múltiples facetas, tales como la de catalizar, estimular el análisis, fijar normas, planear interrogantes e inquietudes, prestar atención al proceso grupal, servir de mediador y estimular las preguntas y el descubrimiento por parte de los agricultores. Un facilitador que enseñe respuestas en vez de plantear nuevas preguntas fracasará en una EC. Por ejemplo, a la pregunta, ¿"Qué es este bicho? ¿Es plaga?" Un buen facilitador debe contestar preguntando, ¿"Qué haríamos para averiguarlo?"

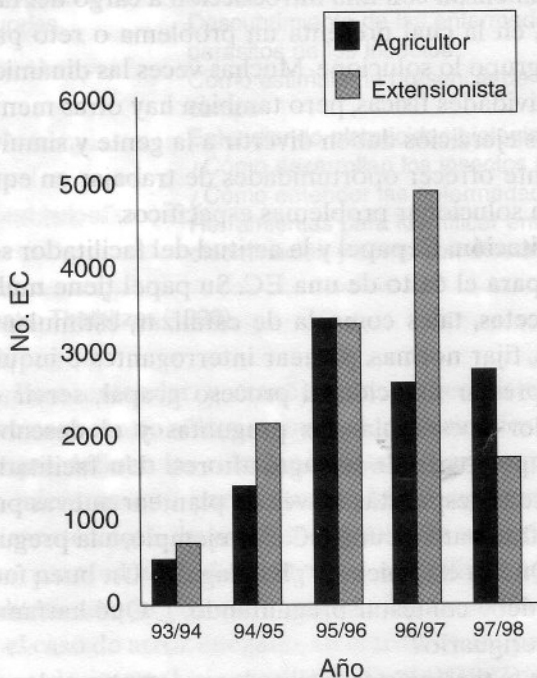
Los extensionistas-facilitadores son egresados de un programa de capacitación que dura todo el ciclo de cultivo y que les proporciona experiencia directa en el cultivo, además de ayuda en el desarrollo de destrezas

de facilitación, liderazgo y administración. Se espera que un extensionista apoye a 3 EC como mínimo, al año. Aunque el papel de los servicios de extensión es visto como clave en las EC, la tendencia en Indonesia y en otros países es fortalecer cada vez más el papel de los agricultores como facilitadores (Fig. 2). Esta tendencia fue espontánea. En 1990 los ex-alumnos de un distrito organizaron la capacitación de sus vecinos y en 1993 comenzó la formación de agricultores-facilitadores (Settle *et al.* 1998). Estos se identifican a través de las EC, donde las capacidades y potencialidades de los participantes se aprecian fácilmente. La preparación se hace mediante un curso de una semana de duración y posteriormente, los agricultores-facilitadores reciben el apoyo de un extensionista-facilitador en sus labores.

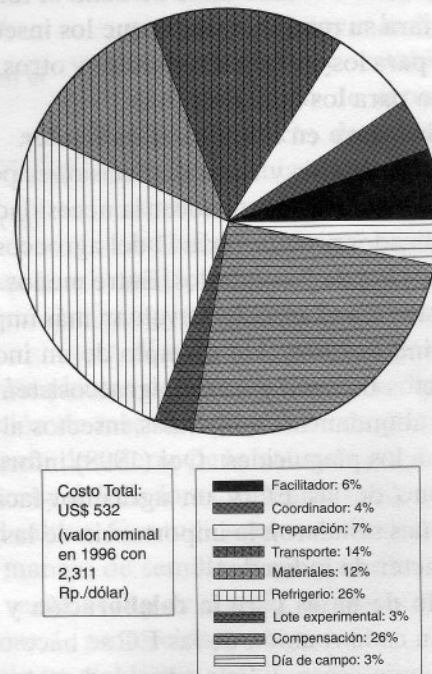
**6. Financiamiento:** En 1989, Indonesia inauguró su programa nacional de MIP basado en las EC con financiamiento para 3 años de USAID y la asistencia técnica de la FAO. Este programa se basó en un decreto presidencial, el cual formalizó la adopción de MIP como estrategia nacional de protección de cultivos, prohibiendo el uso de 57 plaguicidas de amplio espectro en arroz y eliminando los subsidios a los plaguicidas. De 1994 a 1998 el programa funcionó con un préstamo del Banco Mundial con contrapartida nacio-

nal (Braun 1997). Durante el año fiscal de 1996-97 el valor promedio unitario (en dólares nominales) de una EC facilitada por un extensionista profesional era de US\$ 532, este presupuesto incluye los honorarios del facilitador, del extensionista que coordina a los facilitadores, el proceso de preparación, transporte del facilitador, materiales, refrigerios; reconocimiento al agricultor que provee el lote experimental; compensación a los agricultores participantes y el apoyo para el día de campo (Fig. 3). La compensación a los participantes equivalía a US\$ 0,43 por persona por sesión, lo cual representa el 25% del presupuesto y constituye el componente que genera más controversia. Las EC lideradas por agricultores tienen un presupuesto de US\$ 586, porque dos agricultores son responsable del proceso de facilitación; cada uno de ellos requiere un presupuesto para transporte y recibe honorarios; además son apoyados por extensionistas profesionales, lo cual implica costos (Braun 1997).

**Procesos de maduración y evolución.** El perfil de una sesión de una EC se puede captar a través del flujo-grama (Cuadro 3). Aunque una EC finaliza al momento de la cosecha, se espera que los participantes continúen el proceso de aprendizaje y de acción colectiva que comenzaron en la escuela. Desde 1991 se han realizado varias actividades de seguimiento para apoyar



**Figura 2.** Escuelas Rurales para MIP en el cultivo del arroz facilitadas por extensionistas y agricultores durante 1993-1998 en Indonesia, de acuerdo a Braun (1997).



**Figura 3.** Distribución del presupuesto de la Escuela de Campo en Indonesia en 1996-1997, facilitadas por extensionistas profesionales, de acuerdo a nueve diferentes fuentes de costo. Braun (1997).

**Cuadro 3.** Perfil de una sesión de una Escuela de Campo.

| Actividad                    | Descripción   |
|------------------------------|---|
| Observación en el campo      | 07:30 - 08:30, En grupos pequeños se realizan observaciones generales y en 10 plantas por parcela, tomando nota del número de retoños por planta, insectos y abundancia, etc.       |
| Análisis del Agroecosistema  | 08:30 - 09:15; Grupos elaboran dibujos de lo que han observado en el campo, sobre las plantas, plagas, enemigos naturales, tiempo y condiciones del suelo y riego                   |
| Presentación y discusión     | 09:15 - 10:00; Los grupos presentan sus dibujos, discuten la situación del cultivo, y los participantes toman decisiones grupales sobre el manejo que aplicarán la semana siguiente |
| Descanso                     | 10:00 - 10:15; Te y bocadillos  |
| Ejercicio de dinámica grupal | 10:15 - 10:30; Para estimular la atención, la participación, fortalecer el proceso grupal y aumentar la solidaridad   |
| Tópico especial              | 10:30 - 12:00; Ensayos, lecciones, ejercicios, y discusiones sobre tópicos especiales relacionados con problemas específicos que los agricultores enfrentan                         |

la continuidad del proceso. Los estudios de seguimiento por parte de los agricultores surgieron como respuesta a las demandas de productores egresados de las EC, quienes buscaban soluciones a problemas específicos. Algunos grupos querían aplicar las EC para otros cultivos. En áreas con problemas más complejos o de soluciones que requerían más tiempo, el equipo de la FAO desarrolló las Facilidades para Investigación-Acción (FIA) "Action Research Facilities" (Ooi 1996, 1998). Las FIA trabajan en estudios diseñados para explorar problemas serios y desarrollar planes de acción comunal. Estos estudios son concebidos y ejecutados por ex-alumnos de las EC, con el apoyo de un científico-facilitador. Los agricultores que participan en las FIA inician el proceso con elaboración de una lista de ideas propias o aportadas por otros para el manejo del problema más importante; después realizan investigaciones en todas las ideas. Una FIA no es una entidad permanente, cuando el facilitador finaliza, se espera que los agricultores continúen solos con otros estudios que les permita mejorar su comprensión de las bases ecológicas de la agricultura, y que mantengan un programa de MIP en la comunidad (Settle 1997).

En algunos casos se han establecido vínculos de mayor duración entre las entidades de investigación formal y las comunidades participantes en las EC. La necesidad de crear estos vínculos surgió, principalmente, en zonas donde otros cultivos son igual o más importantes que el arroz, especialmente en el caso de las hortalizas. Al desarrollar EC para otros cultivos, empezaron a surgir modificaciones como respuesta a nuevos retos. El ejemplo más claro es el de las EC en hortalizas, porque los problemas de plagas son mucho más complejos que en arroz. Además algunos de estos cultivos son especies exóticas con una fauna benéfica pobre y en muchos casos no existe una base de fundamentos agroecológicos que puede guiar el proceso de aprendizaje de las EC.

La World Education (WE), es una ONG internacional que desarrolló EC para cultivos como papa, cebolla y repollo; sin embargo, debió suspender la EC para papa por falta de contenido técnico, (Paul Musante, Comunicación personal). Esta organización buscó el apoyo de universidades y centros de investigación agrícola, proponiendo la formación de un "colegio integrado" entre investigadores y agricultores que daban capacitación en las EC o que hacían investigación propia. En el colegio integrado, los investigadores formales e investigadores locales trabajaban juntos para caracterizar y entender los problemas productivos, identificar los estudios y tomar decisiones sobre como hacerlo. Algunas instituciones como Clemson University (Shepard *et al.* 1998) y el Centro Internacional de la Papa (CIP), así como universidades y centros de investigación nacionales participaron en este proceso.

Además de apoyar la investigación de científicos y agricultores sobre gran cantidad de plagas de la papa, el CIP se dedicó a desarrollar una EC para camote, un cultivo importante para la rotación con arroz en zonas donde no existe riego durante todo el año. La EC para camote fue incorporada como actividad de seguimiento a agricultores que habían participado en la EC para arroz, por parte del Programa Nacional de MIP en Indonesia. Esta EC incorporó varias innovaciones y fue desarrollada como parte de un proceso participativo que involucró comunidades donde este cultivo es clave para la economía familiar. El enfoque de esta EC fue el de manejo integrado del cultivo, desde la producción hasta la comercialización (Braun *et al.* 1995). Como las FIA, la EC para camote pretende fortalecer la capacidad de los agricultores para diseñar, realizar y evaluar investigaciones (Braun *et al.* 1997, van de Fliert

y Braun 1997, van de Fliert *et al.* 1996) orientadas a la adaptación o generación participativa de soluciones a problemas identificados por la EC.

Además de las investigaciones realizadas por ex-alumnos, por las FIA y por las EC, en otros cultivos, con frecuencia surgen otras actividades de seguimiento. En muchos casos, los integrantes de la EC invitan a toda la aldea e inclusive a sus vecinos a un día de campo que incluye la cosecha de sus parcelas MIP y no-MIP y el análisis de los resultados. Esto aumenta las solicitudes para la participación en las EC. El programa nacional de MIP de Indonesia y muchos gobiernos locales han apoyado la asistencia de agricultores a reuniones técnicas y de planeación entre agricultores participantes de EC y a reuniones entre facilitadores. Las redes de agricultores-capacitadores desarrollan estrategias para la capacitación de otros agricultores e influyen en las políticas agrícolas a nivel local. También, las redes organizan talleres técnicos para planear y discutir los resultados de investigaciones realizadas por los agricultores. El equipo de la FAO que innovó las EC reconoce **cuatro etapas, que han evolucionado en forma espontánea, generando un movimiento de MIP comunitario.** Según Settle *et al.* (1998) las etapas son: 1) Escuelas de campo, 2) estudios de seguimiento y facilidades de Investigación-Acción organizadas por agricultores-investigadores, 3) capacitación de otros agricultores por agricultores-facilitadores, 4) redes de agricultores facilitadores e investigadores y MIP comunitario.

La prueba más importante del desarrollo de la institucionalización local del MIP comunitario, es el apoyo económico y logístico obtenido a nivel local para las EC y sus actividades de seguimiento. Braun (1997) en su análisis de factores claves que influyen en la calidad de las EC señala algunos ejemplos de apoyo local para el MIP comunitario: 1) solicitudes de líderes locales para iniciar EC en sus comunidades, 2) asistencia de líderes locales a los eventos de apertura y clausura de las EC, 3) surgimiento espontáneo de EC organizadas por agricultores-facilitadores o por asociaciones de ex-alumnos, 4) provisión de apoyo financiero a las EC por parte de gobiernos locales, 5) promoción de las EC y de MIP en reuniones comunitarias por agricultores-alumnos y facilitadores, 6) investigaciones espontáneas realizadas por agricultores egresados de las EC, 7) establecimiento voluntario, por parte de comunidades locales de áreas sin aplicación de insecticidas, 8) elección de agricultores-facilitadores

locales en puestos locales y promoción del MIP por parte de los agricultores dentro de sus aldeas, 9) restablecimiento de los sistemas tradicionales de cultivo de peces dentro de los campos de arroz, después de la eliminación de plaguicidas, 10) establecimiento de asociaciones para el mercado de arroz y verduras orgánicas, 11) adopción de MIP a nivel provincial, como la política oficial de agricultura sostenible.

### **Perfil de los Comités de Investigación Agrícola Local**

**Contexto histórico, problemas y objetivos.** El CIAL, conocido en inglés como "Local Agricultural Research Committee", o "Farmer Research Committee" es un equipo de investigación compuesto por agricultores voluntarios, escogidos por la comunidad según su interés y aptitud para la investigación. El CIAL es un servicio de investigación local que pertenece y es manejado por una comunidad rural. Los agricultores-investigadores se relacionan con los sistemas formales de investigación y así aumenta la capacidad de las comunidades locales, no sólo para ejercer una demanda sobre el sistema, sino también acceder a nuevas destrezas, información y productos de investigación que puedan ser útiles a nivel local.

Los CIAL fueron innovados por el equipo Investigación Participativa con Agricultores (IPRA). Estos fueron concebidos como una respuesta al limitado impacto de los sistemas formales de investigación en ambientes caracterizados como "complejos, diversos y de alto riesgo" (Chambers *et al.* 1989), o sea, aquellos ambientes no alcanzados por la revolución verde. IPRA observó que los agricultores no adoptaban las tecnologías agrícolas recomendadas por los centros de investigación e inició un análisis del proceso de desarrollo de estas (Ashby *et al.* 1999). IPRA, es un proyecto del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y funciona dentro del contexto de los centros del CGIAR<sup>2</sup>, responsables de las variedades y paquetes tecnológicos asociados con la Revolución Verde. La baja adopción de variedades mejoradas y el rechazo a las recomendaciones sobre el uso de fertilizantes en las laderas de la zona Andina, donde los problemas de deterioro del suelo eran muy notables, constituían sus principales preocupaciones (Ashby *et al.* 1999).

IPRA comenzó su trabajo en el Departamento del Cauca, Colombia y su objetivo principal fue evaluar si el incremento en la participación de los agricultores en el diagnóstico de los problemas y en el dise-

<sup>2</sup> CGIAR = Consultative Group for International Agricultural Research

ño de la investigación, variaba las conclusiones y recomendaciones de las misma. Los resultados fueron muy claros, la investigación que no involucraba a los agricultores como socios autónomos y activos en la fase inicial, corría el riesgo de desarrollar tecnología de poca relevancia y con poca probabilidad de adopción (Ashby *et al.* 1999). Los agricultores que experimentaban en forma individual lograban rendimientos más bajos y llegaban a diferentes conclusiones que aquellos agricultores que trabajaban en equipo con investigadores. Los resultados también demostraron que la participación de los agricultores desde la etapa inicial de la investigación conducía a la selección de opciones de utilidad potencial que habían sido rechazadas por investigadores que trabajaba individualmente (Ashby 1987).

El análisis sobre el proceso demostró que aunque los agricultores habían participado, la investigación, había sido iniciada y controlada por investigadores para el beneficio de la investigación formal. Entonces, surgió la inquietud de la factibilidad de establecer la investigación participativa en forma sostenible en la comunidad y de diseñar un proceso de investigación participativa a nivel local que perteneciera a la comunidad y que fuera controlada por sus miembros (Ashby *et al.* 1999).

Simultáneamente, las comunidades que habían participado en el estudio comparativo entre la investigación con y sin la participación de agricultores, tenían interrogantes sobre ¿Qué pasaría cuando IPRA saliera de la comunidad? Los agricultores manifestaron que querían continuar desarrollando su propia investigación en grupos pequeños, compartiendo sus resultados con la comunidad, pero deseaban el apoyo de un técnico como catalizador del proceso. También necesitaban fondos para apoyar su investigación. Entonces surgió el concepto del CIAL.

Los objetivos centrales de esta plataforma son fortalecer la capacidad de las comunidades rurales como decisores e innovadores de soluciones agrícolas y aumentar su poder para ejercer una demanda sobre el sistema formal de investigación y desarrollo. Estos también proveen mecanismos de acceso a nuevas destrezas, información y productos de investigación que pueden ser útiles a nivel local.

**Actores.** El número de personas que conforman el CIAL es una decisión de la comunidad, pero para asegurar que los cargos esenciales estén cubiertos, deben haber un mínimo de cuatro miembros. Estos cargos son: 1) líder, generalmente un miembro dinámico den-

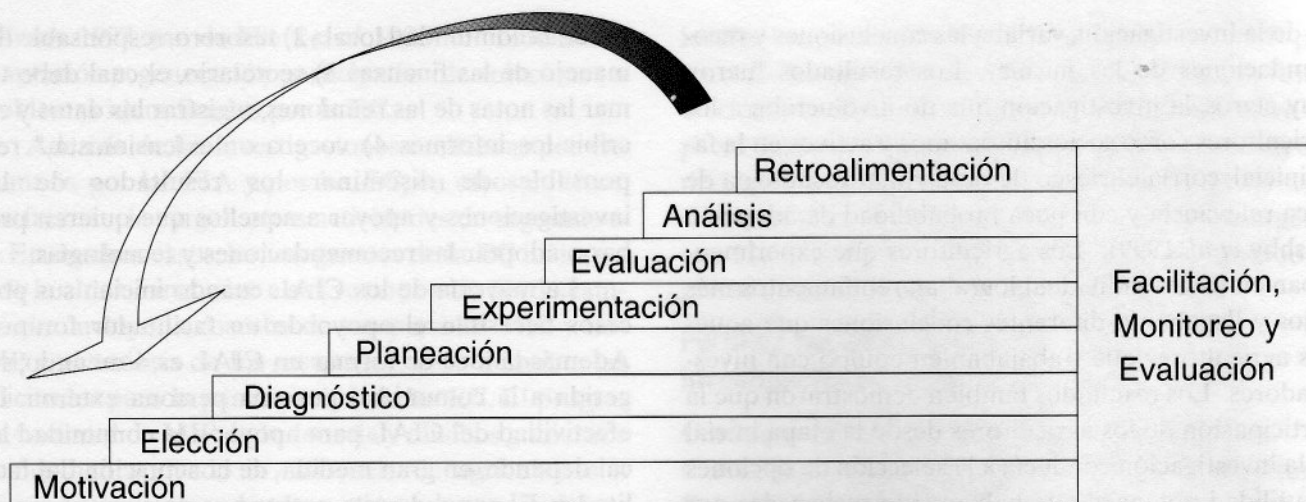
tro de la comunidad local. 2) tesorero, responsable del manejo de las finanzas 3) secretario, el cual debe tomar las notas de las reuniones, registrar los datos y escribir los informes 4) vocero o "extensionista," responsable de diseminar los resultados de las investigaciones y apoyar a aquellos que quieren probar o adoptar las recomendaciones y tecnologías.

La mayoría de los CIAL cuando inician sus procesos necesitan el apoyo de un facilitador foráneo. Además la idea de formar un CIAL es, a menudo, sugerida a la comunidad por una persona externa. La efectividad del CIAL para apoyar a la comunidad local depende, en gran medida, de la actuación del facilitador. El papel de esta persona es de guiar el proceso, no de controlar y ofrecer ideas sin imponerlas. El facilitador puede ser un ingeniero agrónomo proveniente de una entidad de investigación formal interesado en el tema, de un servicio de extensión o de una ONG; también puede ser un agricultor capacitado, seleccionado de una comunidad agrícola. En cualquier caso, esta persona debe estar bien entrenada en los procesos de un CIAL y tener amplia experiencia en las metodologías de investigación participativa. El facilitador también es responsable de retroalimentar a las entidades de investigación y extensión sobre la investigación desarrollada por la comunidad, asegurando que las prioridades de los agricultores sean conocidas por los científicos.

**Procesos Claves.** El perfil de un CIAL puede verse como una metáfora de la "escalera de investigación" (Fig. 4). Este es un proceso interactivo y en la figura esto se indica mediante la flecha. El monitoreo, evaluación y facilitación son parte integral de todos los demás procesos y son el pilar o eje central de la escalera.

**1. Facilitación:** Los agricultores que ofrecen su servicio para la investigación local cuentan con un enlace institucional formal con una institución de investigación. Esta relación es apoyada por un facilitador capacitado. Esta persona puede ser un agricultor que ha sido miembro de un CIAL, un técnico de una ONG, de una entidad de investigación o de extensión. Para iniciar el proceso del CIAL, el facilitador convoca a la comunidad a una reunión de motivación. El facilitador debe respetar el conocimiento autóctono y reconocer el riesgo inherente a la investigación como una característica normal de la experimentación local. Además el facilitador participa en la búsqueda de información sobre el diseño experimental, en el diseño mismo y en el análisis de los resultados.

Durante sus visitas de facilitador provee capacita-



**Figura 4.** La escalera de investigación de los Comités de Investigación Agrícola Local, de acuerdo a Ashby *et al.* (1999).

ción en los procesos de CIAL. La capacitación está diseñada para preparar al equipo de investigación local en el desarrollo de investigación **'adaptativa'**; para comparar alternativas con un testigo y hacer repeticiones en el tiempo y en el espacio. La capacitación también familiariza a los agricultores-investigadores con la terminología que les permitirá entregar resultados entendibles por la comunidad, pero también aceptados por el sistema formal de investigación. Además, este proceso fortalece destrezas en las áreas de planeación, gestión, desarrollo de reuniones, monitoreo y evaluación, así como sobre registro y contabilidad elemental. Para reforzar el desarrollo de estas destrezas, el facilitador fomenta la lectura de las cartillas CIAL durante las reuniones del equipo (en éstas pueden participar también personas interesadas), discusiones sobre el contenido de las mismas.

Los facilitadores deben respetar las prioridades de investigación establecidas por la comunidad, así como las decisiones tomadas por el equipo de investigación local, en lo referente a la definición de los tratamientos experimentales y a los criterios de evaluación, las recomendaciones generadas y la administración de los fondos para la investigación.

Para lograr el desarrollo de todos los procesos de la escalera, se deben realizar cambios profundos en la relación entre agricultores, comunidades rurales y los profesionales en agronomía. Muchas veces se requiere un cambio de actitud de los profesionales antes de formar y actuar como facilitador de un CIAL. Entonces, la capacitación de facilitadores comienza con una sensibilización y con el aprendizaje de nuevas destrezas en comunicación. Lo más importante es evitar

preguntas que conducen a respuestas específicas que a menudo caracterizan sus interacciones con los agricultores; estas deben ser reemplazadas por preguntas abiertas. Además se capacita en otras técnicas para abrir espacio a una verdadera comunicación de doble vía. Otro cambio requerido, pero aún más difícil de lograr, es dejar de promover la agenda de la entidad donde trabaja el facilitador.

El proceso de formación de un facilitador comienza con un curso de dos semanas, y continua a través de la formación de su primer CIAL. Durante el primer año de trabajo con los CIAL, un nuevo facilitador cuenta con el apoyo de un capacitador profesional con varios años de experiencia. El capacitador visita al CIAL en varias situaciones claves (diagnóstico, planeación y evaluación) monitorea procesos y retroalimenta al comité y al facilitador sobre el desarrollo de los procesos, destacando los logros y haciendo énfasis en los aspectos que deben atenderse. Después del primer año, un seguimiento anual contribuye a que el facilitador y el CIAL tengan acceso a un mentor con experiencia en las fases evolutivas y el proceso de maduración de los comités locales.

**2. Motivación:** El facilitador invita a toda la comunidad a una reunión, en la cual presenta información necesaria sobre la naturaleza y propósito del CIAL; para que ésta pueda decidir si desean establecer uno. El facilitador solicita a los agricultores que consideren lo que significa experimentar con una nueva tecnología agrícola. También discuten la experiencia local con respecto a la experimentación y sus resultados. Analiza la posibilidad de tener acceso a nuevas tecnologías foráneas. Si la comunidad decide formar un CIAL, eli-

ge un comité con al menos cuatro miembros, para llevar a cabo la investigación.

**3. Elección:** Los agricultores-investigadores son escogidos por la comunidad en una reunión abierta. Es clave para la selección de un agricultor que tenga experiencia en investigación y que sea capaz y esté dispuesto a prestar un servicio social a la comunidad. Este servicio es la investigación sobre los temas priorizados por la comunidad, retroalimentación sobre los resultados y formulación de recomendaciones basados en la experiencia. Los miembros del CIAL se comprometen a servir por un período de más de 1 año, pero pueden reclutar e involucrar más agricultores en los experimentos. También deben estar dispuestos a participar en una capacitación periódica y en un proceso de fortalecimiento de sus capacidades, que tiene una duración de un año como mínimo.

**4. Diagnóstico:** El tema de investigación se determina mediante un proceso de diagnóstico grupal, durante una reunión abierta de la comunidad, convocada con este propósito. El objetivo del diagnóstico es identificar algunos temas prioritarios para la comunidad, los cuales son factibles de investigar; estos pueden ser problemas a resolver u otros tipos de inquietudes, por ejemplo, averiguar si un cultivo puede ser producido exitosamente en la zona. La priorización de los temas se realiza mediante la formulación de preguntas sobre la probabilidad de éxito, quiénes y cuántos se beneficiarían y el costo estimado del experimento.

**5. El ciclo de investigación:** El proceso de investigación de los CIAL está integrado por una serie iterativa de pasos:

**5.1. Planeación:** El objetivo de los experimentos desarrollados es generar información sobre tecnologías alternativas de interés para la comunidad. Por tanto, su propósito no es demostrar tecnologías ni enseñar principios. En la planeación del experimento se debe buscar información y desarrollar las destrezas necesarias; lo cual implica una buena comunicación entre ambas partes, donde el facilitador ayuda al equipo de agricultores-investigadores en el proceso de obtener e intercambiar información. Ellos pueden consultar a otros agricultores o a técnicos en sistemas formales de investigación y extensión antes de diseñar el experimento. Si la información recolectada demuestra la necesidad de modificar el tema de investigación, esto se presenta a la comunidad durante una reunión abierta, convocada para ese propósito, y la comunidad puede elegir un nuevo tema de investigación.

El equipo de agricultores-investigadores es el que

determina los objetivos, las variables experimentales, los criterios para evaluar los resultados, las comparaciones que se realizarán, los datos a recolectar y las unidades de medición. El facilitador enseña al CIAL a formular un objetivo claro para cada experimento. Este objetivo debe guiar al CIAL en todas sus decisiones sobre el experimento, desde el diseño hasta las evaluaciones, y con base en éste deciden qué, cómo y cuándo evaluar el experimento.

**5.2. Experimentación:** El equipo de agricultores-investigadores implementa el experimento planeado. El costo de los insumos es cubierto por el fondo CIAL.

**5.3. Evaluación:** El equipo de agricultores-investigadores se reúne con el facilitador para evaluar los resultados. Además formulan conclusiones y preparan la presentación de estos datos a la comunidad.

**5.4. Análisis:** El análisis que hace el equipo de agricultores-investigadores debe incluir la pregunta: ¿Qué hemos aprendido? Esto es muy importante cuando un experimento no tiene éxito o cuando hay resultados inesperados. De esta manera se asegura el aprendizaje mediante el análisis, tanto de los resultados como de los procesos.

**5.5. Iteración de procesos:** El CIAL, guiado por un facilitador durante todo el proceso de investigación, realiza un primer "experimento de prueba" en parcelas pequeñas, las cuales pueden evaluar diferentes tratamientos; (p. ej. variedades, nuevos cultivos, tipos y dosis de fertilizantes, densidades y fechas de siembra, especies de barreras vivas, dietas para especies menores). Un propósito importante de esta fase es eliminar las opciones con poca probabilidad de éxito, bajo las condiciones locales. Por ejemplo, si el "experimento de prueba" compara diferentes variedades, la evaluación puede incluir 8-10 materiales y uno o más testigos. La escala espacial puede ser de 5 surcos de 5 m cada uno y tres repeticiones como mínimo. En el segundo ciclo, o "experimento de validación", se evalúan, en parcelas más amplias, los tratamientos que resultaron más promisorios en el primer experimento. En el caso de una evaluación de variedades, el "experimento de validación" puede constar de 10 surcos de 10 m cada uno 3 o más repeticiones. En este se seleccionarán dos o tres tratamientos que serán probados en el tercer ciclo en parcelas de producción más amplias. En el tercer experimento se evalúan las variedades que mostraron los mejores rendimientos en el segundo experimento. Esta fase se conoce como "experimento de comprobación" y se usan de 20-30 surcos de 20-30 m con 3 repeticiones como mínimo.



Después, el CIAL puede continuar con la producción a nivel comercial si lo desea o escoger un nuevo tema para investigar a través de un diagnóstico comunitario.

El iniciar la investigación en pequeñas áreas es fundamental para la metodología de los CIAL. Estas parcelas pequeñas permiten a los agricultores con pocos recursos evaluar las nuevas tecnologías sin asumir riesgos muy grandes.

**6. Retroalimentación:** Periódicamente se realizan reuniones abiertas con toda la comunidad, en las cuales el equipo de agricultores-investigadores presenta sus actividades, los avances y el estado de cuentas.

Las recomendaciones hechas por el equipo de agricultores-investigadores se basan en los resultados de los experimentos, los cuales también se presentan en una reunión. Los facilitadores deben asegurar la retroalimentación al sistema formal de investigación sobre las prioridades de investigación y los resultados del CIAL.

**7. Monitoreo y evaluación:** Los dos propósitos principales de esta etapa son: 1) asegurar la responsabilidad mutua entre los socios durante el proceso CIAL. La comunidad evalúa el desempeño del equipo de agricultores-investigadores y pueden reemplazar a un miembro del equipo si lo consideran necesario. Para esto se realiza una reunión abierta convocada para ese propósito. El equipo de agricultores-investigadores es responsable ante la comunidad y esa responsabilidad se crea haciendo conciencia en el equipo sobre la importancia de informar periódicamente a la comunidad los resultados de los experimentos y del uso de los recursos.

El equipo de agricultores-investigadores debe llevar registros de los experimentos porque éstos pertenecen a la comunidad y deben estar accesibles para quienes deseen consultarlos.

El equipo debe responsabilizarse por el buen uso del fondo del CIAL e informar a la comunidad sobre sus decisiones en cuanto a los niveles aceptables de riesgo, el nivel de insumos empleados, la escala de experimentación y en que situaciones utilizará sus propios recursos. Se debe evitar los subsidios o donaciones por parte de personas ajenas a la comunidad desvirtúen estos procesos. Los representantes de los equipos de agricultores-investigadores evalúan formalmente el apoyo que han recibido de los facilitadores. Estos resultados se comparten públicamente.

2) medir la evolución del proceso de aprendizaje mutuo sobre los procesos CIAL para retroalimentar oportunamente y asegurar el buen desempeño. El ca-

pacitador visita a los CIAL formados por facilitadores nuevos y evalúa aspectos que incluyen la comprensión del CIAL sobre el proceso de investigación y su grado de autogestión, en todos los aspectos del proceso.

**8. Financiación:** Cada CIAL debe tener un fondo para financiar sus actividades. Este fondo constituye su capital semilla y a menudo se inicia con una donación a la comunidad. La cantidad requerida para iniciar actividades es de US\$ 50 - 150. El propósito del fondo es amortiguar los riesgos de la investigación asumidos por la comunidad. Este fondo pertenece a la comunidad y se establece a nombre de la misma, y ésta es responsable de asegurar que el fondo no se descapitalice. Se espera que la comunidad aporte con esfuerzos colectivos tendientes a generar ingresos. El equipo CIAL emplea dinero del fondo para conseguir los insumos requeridos para los experimentos (que no se pueden conseguir fácilmente en especie a nivel local) y para compensar a los participantes por pérdidas incurridas en los experimentos. Si la investigación es exitosa, el CIAL debe estar en capacidad de devolver al fondo los costos de la investigación, cuando se comercializan los productos de las parcelas comunitarias. Esto incrementa el fondo y permite al CIAL continuar su investigación, distribuir entre sus integrantes algunas ganancias e invertir en nuevos equipos o servicios. Gradualmente, el CIAL puede convertirse en una pequeña empresa autosuficiente, asegurando su sostenibilidad (Ashby *et al.* 1999).

Los productos de la investigación, tales como semilla de diferentes variedades, pueden ser multiplicados y vendidos por miembros de los equipos de agricultores-investigadores, de manera individual o colectiva, pero debe asignar una pequeña parte de las ganancias al fondo CIAL y al fondo comunitario para préstamos o crédito.

También hay costos asociados con el aporte de la entidad que está apoyando al CIAL. Los costos dependen de las características de la entidad y el entorno en que opera, y varían de una institución a otra. La capacitación de un facilitador mediante un curso de 2 semanas tiene un costo aproximado de US\$600. Cada facilitador de CORPOICA (Programa de Investigación Agropecuaria Nacional de Colombia), atiende entre 2-3 CIAL. CORPOICA estima que los gastos (honorarios, transporte y los materiales) de cada facilitador ascienden a US\$ 2500 nominales de 1999 durante el primer año de trabajo con los CIAL, debido a que realizan dos visitas mensuales a cada una (Cuadro 4). Cada facilitador de la Fundación PROINPA de

**Cuadro 4.** Costos institucionales (valor nominal en US\$ de 1999) asociados con la facilitación durante el primer año de formación de los CIAL, por CORPOICA, Colombia y Fundación PROINPA, Bolivia.

| Actividad   | CORPOICA | PROINPA    |
|---|----------|------------|
| Promedio de visitas anuales realizadas por un Facilitador a cada CIAL | ±20      | ±20        |
| Número promedio de CIAL atendidos por facilitador                     | 2-3      | 2          |
| Costos:   |          |            |
| - Tiempo facilitador  | \$1,000  | \$450      |
| - Transporte y materiales   | \$1,500  | \$400      |
| Capacitación del facilitador  | \$600    | \$500      |
| Fondo CIAL  | \$50-150 | \$50 - 150 |

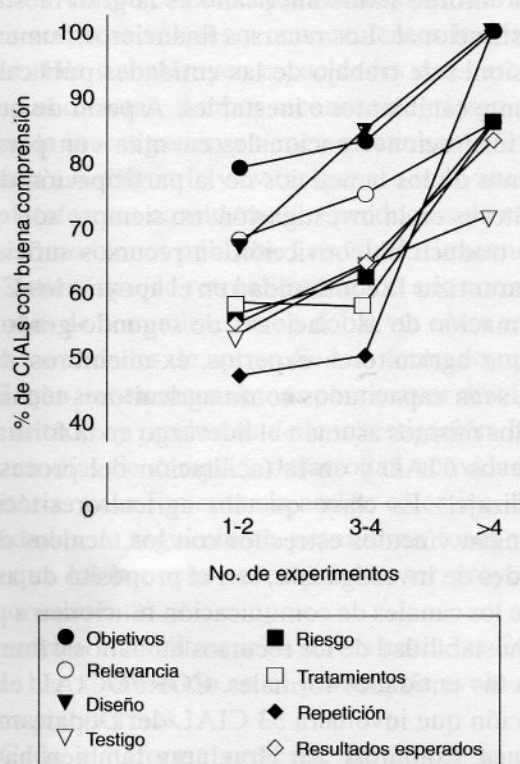
Bolivia atiende a dos CIAL, también realizando dos visitas por mes y los gastos durante el primer año son de US\$ 850.

Después de su capacitación, un nuevo facilitador participa en un proceso de seguimiento, acompañado por un capacitador profesional con amplia experiencia. Los gastos de seguimiento dependen del número de entidades CIAL, de facilitadores establecidos en el país y de las tarifas para el transporte.

Los costos institucionales disminuyen con el tiempo. Cuando un CIAL ha recibido capacitación en todos los procesos, el facilitador mantiene el vínculo solamente durante la planeación de los experimentos y análisis de los resultados. Esto permite el flujo de información e ideas en doble vía entre el CIAL y el sistema formal. El mantenimiento del vínculo con un CIAL maduro implica una inversión institucional de dos visitas del facilitador por cada experimento realizado. Un facilitador atendiendo a comités bien establecidos cuenta con más tiempo para formar nuevos CIAL.

**Procesos de maduración y evolución.** El análisis de los resultados del proceso de seguimiento a los CIAL y a los facilitadores, ha revelado que los CIAL pasan por un proceso de maduración. El proceso de aprendizaje sigue un patrón característico (Fig. 5). De los 53 CIAL del Cauca, Colombia, más del 60% son recién formados y han realizado 1-2 experimentos. La mayoría de los CIAL nuevos tienen conceptos claros sobre el objetivo del experimento, el diseño y su relevancia para la situación local. Menos del 60% de los CIAL nuevos dominan los conceptos de tratamientos, repe-

ticiones y testigos. Únicamente el 50% de ellos pueden explicar los resultados esperados y no siempre consideran el uso de parcelas pequeñas, al inicio de la investigación, como un mecanismo para disminuir el riesgo (Fig. 5). Los CIAL con una madurez intermedia (han realizado 2-4 experimentos) tienen un nivel de comprensión del proceso de investigación muy similar a los CIAL nuevos. Es posible que la comprensión del proceso de investigación se logre después de la implementación de más de cuatro experimentos.



**Figura 5.** La curva de aprendizaje de los Comités de Investigación Agrícola Local que demuestran el incremento de la comprensión de los CIAL sobre los aspectos relacionados con la realización de un experimento. Los datos provienen de 53 CIAL del Departamento de Cauca, Colombia (Ashby *et al.* 1999).

Ashby *et al.* (1999) señala que además del aumento significativo en la comprensión del proceso de investigación y en la capacidad de autogestión existen otros indicadores de la madurez de un CIAL. Estos factores son: 1) evolución desde la investigación sobre problemas cerrados y relativamente sencillos (p. ej. identificación de variedades con buena adaptación a condiciones locales) a temas más abiertos y complejos (ej. manejo de plagas, manejo y conservación de suelos), 2) formación de microempresas basadas en resul-

tados obtenidos en la investigación, 3) prestación de otros tipos de servicios a la comunidad, como representación en entidades foráneas, diligencia de solicitudes para obtener servicios o para captar recursos, 4) participación de los miembros del CIAL en otros comités u organizaciones comunitarias o servicio a la comunidad en cargos públicos, 5) formación de organizaciones regionales de segundo grado involucrando varios CIAL.

La formación de asociaciones de CIAL es particularmente importante, porque una de las características del entorno latinoamericano es la gran inestabilidad institucional. Los recursos financieros, humanos y las misiones de trabajo de las entidades públicas son altamente cambiantes e inestables. A pesar de que algunas instituciones nacionales cuentan con personal conciente de los beneficios de la participación de los agricultores en la investigación, no siempre son capaces de traducir su convicción en recursos suficientes para garantizar la continuidad en el apoyo a los CIAL. La formación de asociaciones de segundo grado permite que agricultores expertos, ex-miembros de un CIAL, sean capacitados como agricultores-técnicos y que ellos mismos asuman el liderazgo en la formación de nuevos CIAL y en la facilitación del proceso de aprendizaje. Es clave que los agricultores-técnicos mantengan vínculos estrechos con los técnicos de las entidades de investigación, con el propósito de asegurar que los canales de comunicación funcionen a pesar de la inestabilidad de los recursos humanos y financieros, en las entidades formales. CORFOCIAL es una asociación que involucra 53 CIAL del Departamento de Cauca, Colombia. En Honduras, también hay varias asociaciones similares en proceso de formación.

Entre las funciones más importantes de CORFOCIAL están la formación y apoyo a los CIAL, la organización de foros y giras para estimular el intercambio de información y de los productos de investigación entre sus miembros, la formulación y gestión de proyectos para obtener recursos externos para proyectos comunitarios, y la provisión de microcrédito para facilitar la formación de pequeñas empresas.

En Cauca, los CIAL y CORFOCIAL son miembros del Consorcio Interinstitucional para Agricultura Sostenible en Laderas (CIPASLA). La estrategia de CIPASLA es la de crear incentivos sociales para el manejo ecológico de los recursos naturales, establecer convenios para conciliar objetivos sociales con necesidades individuales y concertar negocios justos a través de los cuales diferentes grupos acuerdan realizar

aquello que sea socialmente deseable a cambio de recibir determinados beneficios a corto plazo.

En Yoro, Honduras y en San Dionisio, Nicaragua, también se están formando consorcios similares. Estos consorcios con la participación de los CIAL y otros socios, trabajan en la planeación participativa, elaboración de proyectos, investigación participativa, manejo integrado de recursos naturales, comercialización y transformación de productos locales, organización comunitaria y capacitación y difusión de información.

La evolución de los CIAL ha surgido como resultado de demandas locales. El enfoque original de estos comités fue en cultivos. Sin embargo, algunos CIAL (5%) han determinado prioridades de investigación sobre especies menores. La investigación pecuaria requiere algunos ajustes, por ejemplo en los diseños experimentales. La ampliación del enfoque de los CIAL se está dando a través de proyectos con entidades como CORPOICA.

El 14% de los CIAL realizan investigación en manejo de plagas, el 11% en manejo y conservación del suelo y el 7% en prácticas de manejo de cultivos. El proceso de seguimiento y algunos estudios de caso sugieren que los CIAL que realizan investigación sobre aspectos fitosanitarios enfrentan retos que no surgen en otros que investigan sobre temas menos complejos, como la evaluación de variedades. Algunos de los problemas son el desarrollo de opciones de manejo sin contar con los conocimientos básicos sobre los componentes y patrones de las interrelaciones en los agroecosistemas, el logro de la integración de diferentes alternativas tecnológicas dentro del manejo global de la finca y el análisis de la escala espacial que deben considerar para desarrollar soluciones y organizar el nivel de acción colectiva, según la escala espacial.

A través de un proceso participativo de investigación-acción, IPRA y la Fundación Promoción e Investigación de Productos Andinos (PROINPA) de Bolivia que apoya un número significativo de CIAL, que realizan investigaciones en aspectos fitosanitarios del agroecosistema, han comenzado a buscar soluciones a estas limitaciones.

El 57% de los CIAL que desarrollan investigaciones sobre variedades o especies de cultivos, lo hacen en frijol, maíz y papa que son la base de la alimentación en las regiones pobres de América Latina (Ashby *et al.* 1999). La mayoría de los CIAL que trabajan en estos cultivos están buscando soluciones a problemas locales de seguridad alimentaria. Algunos CIAL, como *El Diviso* en Colombia y *11 de Noviembre* en

Ecuador han logrado, no solo, disminuir los problemas de alimentación, sino también mejorar el nivel de bienestar de la comunidad mediante el desarrollo de microempresas para la producción y comercialización de semilla de maíz y papa (Ashby *et al.* 1999). La investigación es una necesidad en el desarrollo de una microempresa, pero en América Latina, prácticamente no existen servicios de apoyo para su desarrollo. Los CIAL están empezando a tomar parte en la evolución de servicios locales de apoyo y tienen un alto potencial como plataforma básica para desarrollar los servicios de investigación al interior de las microempresas agropecuarias (Gottret y Ostertag 1999). Es muy común que los aspectos económicos de las diferentes opciones tecnológicas estén contemplados en las evaluaciones que hacen los CIAL. El énfasis en llevar registros de los experimentos y en la contabilidad asociada al manejo del fondo facilita la orientación hacia la microempresa, especialmente su administración y desarrollo.

### **Diferencias, similitudes y complementariedad entre EC y CIAL**

**Similitudes.** Aunque los CIAL y las EC están organizados en diferente forma, comparten algunos procesos (Cuadro 5). Los estilos de facilitación y el papel de la motivación son similares en ambas plataformas. Pero hay diferencias en los objetivos de algunos procesos compartidos. Por ejemplo, la comunidad participa en los diagnósticos de ambos, pero éstos tienen diferentes propósitos. En la EC, el diagnóstico tiene el propósito de determinar si la comunidad cumple con los criterios para establecer la escuela y para ayudar al facilitador a escoger las actividades a desarrollar. En el CIAL, el fin del diagnóstico es definir los temas de investigación más importantes para la comunidad.

Los innovadores de las EC siempre han destacado que éstas no transfieren tecnología sino principios y desde el inicio ellos han enfatizado cuatro aspectos que aparecen en todos los materiales publicados sobre las EC: 1) cuide la salud de sus cultivos, 2) conserve los enemigos naturales, 3) observe los campos con regularidad y 4) los agricultores son expertos.

Ashby *et al.* (1999) identificaron cinco principios que han relacionado con los casos en que los CIAL han fracasado. En todas estas situaciones esos principios no han sido respetados. Los principios son: 1) los conocimientos se generan al construir sobre las experiencias y aprender haciendo sobre el camino. 2) los fundamentos de la relación entre el CIAL, la comuni-

dad y los actores externos es el respeto mutuo, un sentido profundo de responsabilidad y la toma de decisiones compartida. 3) en el proceso de investigación los socios comparten los riesgos. 4) los productos de la investigación son bienes públicos y 5) el sistema agrícola se mejora mediante un proceso participativo de generación y modificación de tecnologías. Esto se logra mediante un proceso sistemático de comparación de alternativas.

El principio de las EC, que enfatiza que los agricultores son expertos y los primeros cuatro principios de los CIAL son comunes para ambas plataformas, las cuales respetan valores y conocimientos locales, parten de ellos y construyen capacidades con base en las vivencias directas. Ambos reconocen el riesgo asociado con la investigación y tienen mecanismos financieros para amortiguarlo y evitar que sea individual. Las dos plataformas consideran los productos de sus procesos como bienes públicos. Los CIAL tienen un proceso sistemático de retroalimentación a la comunidad y canales de comunicación en doble vía entre comunidades y entidades de apoyo. Se han formado redes de CIAL que tienen mecanismos para mayor divulgación de resultados y productos de la investigación. Las EC realizan días de campo y desarrollan actividades comunitarias para fomentar la acción colectiva. En sus actividades de seguimiento promuevan foros y redes para que los conocimientos puedan ser proyectados horizontalmente.

**Diferencias.** Las diferencias claves entre las EC y los CIAL han disminuido en el proceso de evolución de ambas plataformas.

Cada plataforma pretende fortalecer la experimentación local y la innovación en diferentes maneras. Antes de considerar estas diferencias, es importante resumir los conocimientos importantes sobre la experimentación realizada por agricultores. Muchos estudios han informado que los agricultores experimentan (Rhoades y Bebbington 1991); sin embargo, esta experimentación difiere de la investigación agrícola formal en varios aspectos.

En lo referente a los tipos de experimentos, los agricultores a menudo evalúan el desempeño de diferentes opciones tecnológicas, en ambientes similares. También los agricultores realizan con frecuencia experimentos controlados que comparan tratamientos; por ejemplo diferentes variedades sembradas en áreas pequeñas y en forma contigua. Rhoades y Bebbington (1991) han llamado a estos experimentos "experimentos de adaptación" y los consideran similares a la in-

**Cuadro 5.** Objetivos, actores, y procesos de las Escuelas de Campo para MIP en arroz y los Comités de Investigación Agrícola Local

|                               | <b>Escuela de Campo</b>  | <b>Comité de Investigación Agrícola Local</b>   |
|-------------------------------|--|---|
| <b>Objetivos</b>              | <p>Desarrollar en los agricultores y en la comunidad una comprensión profunda de los principios y procesos agroecológicos que gobiernan la dinámica poblacional de las plagas</p> <p>Fortalecer las capacidades de los agricultores y de la comunidad como decisores expertos en el manejo integrado de plagas mediante una nueva orientación ecológica</p> <p>Romper la dependencia de los plaguicidas</p>  | <p>Fortalecer la capacidad de comunidades rurales como decisores e innovadores de soluciones agrícolas</p> <p>Aumentar el poder de comunidades rurales para ejercer una demanda sobre el sistema formal de investigación</p> <p>Vincular la investigación local con los sistemas formales ofreciendo acceso a nuevas destrezas, información y productos de investigación que puedan ser útiles al nivel local</p> |
| <b>Actores</b>                | <p>Comunidades de zonas claves para la producción de arroz</p> <p>20-25 agricultores de la misma comunidad</p> <p>1-2 facilitadores (agricultores o extensionistas de OG y ONG)</p> <p>Servicios nacionales de extensión</p> <p>ONG</p>  | <p>Comunidades de escasos recursos económicos</p> <p>Equipo de 4 o más agricultores voluntarios/por comunidad</p> <p>1 facilitador (agricultor, ingeniero agrónomo o extensionista)</p> <p>Servicios nacionales de investigación y extensión</p> <p>ONG</p> <p>Universidades</p>  |
| <b>Duración</b>               | <p>Todo el ciclo de cultivo y posterior desarrollo permanente mediante actividades de seguimiento y surgimiento de un proceso comunitario de MIP</p>   | <p>Permanente a través del establecimiento de un servicio de investigación que pertenece a la comunidad</p>   |
| <b>Financiamiento</b>         | <p>Inició con proyectos a nivel nacional con cofinanciación externa y evoluciona hacia la financiación local</p>   | <p>Inició con proyectos pilotos en varios países, con financiación externa, como capital semilla, continuó con experiencias repetidas por entidades nacionales; evoluciona hacia mecanismos de financiamiento local, involucrando la formación de asociaciones regionales de CIAL</p>   |
| <b>Procesos claves</b>        | <p>Facilitación</p> <p>Planeación (motivación, diagnóstico);</p> <p>Ciclo de aprendizaje (observar, analizar, actuar);</p> <p>Desarrollo profundo de conocimientos;</p> <p>Desarrollo de bases para acción colectiva</p>   | <p>Facilitación</p> <p>Motivación</p> <p>Diagnóstico</p> <p>Investigación (planeación, experimentación, evaluación, análisis)</p> <p>Retroalimentación</p> <p>Monitoreo y evaluación</p>  |
| <b>Procesos de Maduración</b> | <p>Fortalecimiento del destrezas de investigación dentro de las Escuelas Rurales y a través de las Facilidades para Investigación-Acción</p> <p>Desarrollo de Escuelas Rurales para otros cultivos y con otros enfoques además de MIP</p> <p>Fortalecimiento de vínculos entre la investigación local y entidades de investigación formal</p> <p>Formación de redes de agricultores, facilitadores y investigadores</p> <p>Institucionalización de MIP como un proceso comunitario</p> | <p>Formación de asociaciones regionales de CIAL</p> <p>Institucionalización de Investigación Participativa en sistemas formales de investigación y extensión</p> <p>Desarrollo de ajustes para responder a demandas locales de investigación en aspectos pecuarios, desarrollo de agroempresas, y solución a problemas fitosanitarios y del agroecosistema</p>  |

vestigación local adaptativa, que constituye una parte importante de la investigación agrícola tradicional (Ashby 1988). Los agricultores también experimentan, en parcelas más grandes, sobre las interacciones entre uno o más cultivos, las plagas y el ambiente. Estos se les llama "experimentos para solucionar problemas" (Rhoades y Bebbington 1991) y permiten enten-

der cómo funciona el sistema. En Nigeria, algunos agricultores encontraron las recomendaciones para el control del saltamontes variegado, una plaga importante de la yuca, a través de investigaciones que consistieron en marcar y destruir los sitios de oviposición (Richards 1985, 1991). Otro ejemplo son las rotaciones de cultivos en la misma parcela y la observación de

los efectos en el tiempo (IDS Workshop 1989).

Normalmente, los métodos de recolección de datos empleados por los agricultores no son cuantitativos, en el sentido de que ellos no miden sistemáticamente los insumos y la producción (Richards 1985). Por ejemplo, los agricultores no necesitan pesar la cosecha para comprobar que la pudrición de la mazorca de maíz, disminuye el rendimiento; ellos perciben este efecto durante la cosecha (Bentley 1994). Los agricultores generalmente no controlan variables no experimentales ni usan repeticiones para disminuir los efectos de variabilidad en el tiempo o en el espacio. Ellos evalúan en forma contextual, en vez que usar bloques para controlar las diferencias en el tipo de suelo, ellos evalúan como la variación dentro de la parcela afecta el desarrollo y rendimiento (Stolzenbach 1994). También determinan el desempeño de una tecnología nueva en diferentes sitios o en el tiempo (Prain 1992, Ashby *et al.* 1995). A menudo los experimentos de los agricultores son "accidentes", o sea que ellos aprenden de una situación fortuita que ocurrió en sus parcelas (Richards 1994), aunque lo mismo pasa en la investigación formal. En general, los agricultores no registran los datos, pero los recuerdan y evalúan resultados experimentales informalmente y no mediante metodologías estructuradas como las pruebas estadísticas. Tampoco resumen ni escriben sus resultados en un formato apto para el uso de otras personas.

La experimentación de los agricultores está limitada por carencia de conocimientos (Bentley *et al.* 1994, Fernández 1998). Por ejemplo, ellos no conocen o tienen una percepción errónea de algunos aspectos claves de la biología y ecología de las plagas y esto limita su capacidad para experimentar.

Finalmente, en términos de escala, la investigación de los agricultores es local, su preocupación es el desarrollo de soluciones aptas para sus condiciones particulares y no la búsqueda de soluciones con posibilidades de adaptación.

La plataforma del CIAL pretende ofrecer a los agricultores la capacidad para realizar a nivel local, lo que hace la investigación formal y la justificación es la necesidad de incrementar la capacidad local de investigación (Bunch 1989). Otra justificación es que la capacitación de agricultores en las metodologías de investigación formal, fortalece su capacidad de ejercer demanda sobre los sistemas de investigación y extensión formales (Ashby *et al.* 1995). La última justificación es que los CIAL es que estimulan la experimentación local a través de lo que Bentley (1994b) ha

llamado el "prestigio de aclamación popular." Aunque otros tipos de experimentos forman parte de la experimentación popular (Ashby *et al.* 1995), en la práctica la gran mayoría de los experimentos de los CIAL son comparaciones controladas entre un rango de opciones técnicas. Las metodologías de evaluación han sido adaptadas a los niveles locales de alfabetismo y cálculo, empleando símbolos (p. ej. caritas significando bueno [☺], regular [☹] y malo [⊗]) y métodos sencillos de tabulación y clasificación para el análisis de la información (Cuadro 6). Se deben tomar precauciones para que los agricultores puedan sistematizar sus propios criterios de evaluación (Fernández 1991) evitando en lo posible la influencia de los criterios de los investigadores. Posiblemente, y debido a la preocupación de respetar los criterios de los agricultores, los CIAL no llenan completamente las carencias de conocimiento. Los agricultores priorizan, diseñan e implementan los experimentos basados en sus conocimientos. Los facilitadores pueden apoyarlos mediante capacitación, cuando sus propuestas de investigación no son prácticas debido a las brechas en el conocimiento, pero esto es opcional y depende del facilitador.

De acuerdo con el énfasis en la evaluación sistemática de opciones tecnológicas, los CIAL están conformados por un grupo pequeño y especializado de agricultores-investigadores, seleccionados porque realizan investigación y son capacitados para fortalecer sus destrezas en esta actividad (Cuadro 6).

La plataforma de la EC enfatiza la experimentación para lograr descubrir y entender como funciona el sistema y esto se traduce en las bases para el diseño de soluciones a los problemas. Los experimentos están orientados al entendimiento de las interrelaciones ecológicas y a la manipulación de las interacciones que favorezcan la producción agrícola. La evaluación del contexto es fundamental (Cuadro 6). Ooi (1998) destacó que fue un agricultor-facilitador quien determinó que las libélulas son depredadoras de *N. lugens* porque observó que los marcadores de bambú que habían colocado en las parcelas de arroz funcionaban como percheros para las libélulas; por tanto, colocó más marcadores de bambú para observar que sucedía y determinó que habían menos saltahojas en las áreas con más marcadores.

Al estudiar e intervenir en los procesos ecológicos, las interacciones entre los diferentes elementos del sistema son importantes y los agricultores utilizan dibujos y otras herramientas visuales para representar y entender los ciclos de vida, así como y los ciclos de

**Cuadro 6.** Diferencias entre la experimentación realizada en las Escuelas de Campo (EC) para arroz y los Comités de Investigación Agrícola Local (CIAL).

| Aspecto  | CIAL  | EC   |
|--|---|--|
| Contenido                                      | Opciones tecnológicas<br>Investigación adaptativa   | Interacciones ecológicas<br>Experimentos para demostrar principios y solucionar problemas  |
| Tipo de experimentación                        | Comparación controlada  | Análisis de contextos y patrones   |
| Colección y análisis de datos                  | Símbolos (p. ej. caritas) y escrito   | Dibujos para demostrar interacciones sistémicas y texto  |
| Carencia de conocimiento                       | No tratadas explícitamente  | Tratadas explícitamente  |
| Participantes                                  | Grupo pequeño ( $\geq 4$ ) de agricultores-investigadores de una comunidad                                      | Grupo heterogéneos de 25 agricultores de una comunidad   |
| Continuidad                                    | Servicio permanente de investigación agrícola que pertenece a la comunidad                                      | Dura un ciclo del cultivo. Pretende formar una masa crítica con mejorar la capacidad para la toma de decisiones e influir a otros para que continúe el proceso en la comunidad |
| Vínculo con el sistema formal de investigación | Fundamental: aumenta la demanda para opciones tecnológicas (prototipos) que son sometidas a investigación local | No es fundamental: Aumenta la demanda para información sobre la estructura de los sistemas agroecológicos  |
| Escala   | Local, pero su influencia aumenta mediante redes y organizaciones de segundo grado                              | Local, pero su influencia aumenta mediante redes y organizaciones de segundo grado   |

retroalimentación, que son aspectos claves en la autoorganización de los sistemas ecológicos. Para las EC, la falta de conocimiento y la presencia de información equivocada, producida por programas de extensión mal enfocados o ofrecida por los vendedores de plaguicidas, limitan la innovación de los agricultores (Gallagher 1999). El desarrollo de ejercicios y actividades que permiten a los agricultores descubrir estos aspectos constituye el enfoque central de las EC. Según Settle (1998) Para fomentar el desarrollo de estos ejercicios es fundamental la investigación formal dirigida al desarrollo de teorías generales, sobre la estructura y dinámica de agroecosistemas específicos (Cuadro 6).

El énfasis de las EC no es la identificación de una solución dentro de un ámbito de opciones tecnológicas, sino el desarrollo de la capacidad para manejar mejor las interrelaciones ecológicas dentro de la finca y en las zonas aledañas al cultivo. De acuerdo con este énfasis, las EC no están dirigidas a un grupo especializado de agricultores-investigadores sino a un grupo relativamente grande y heterogéneo que debe formar una masa crítica en la comunidad, para fomentar la continuación del proceso de aprendizaje (Cuadro 6).

### Convergencia de las EC y los CIAL

Las EC han sido exitosas para enfrentar los problemas de plagas en el cultivo del arroz anegado en Asia. En la medida en que los agricultores entendieron mejor las interrelaciones ecológicas, comprendieron que la disminución en el uso de insecticidas incrementa las poblaciones de organismos benéficos. Pero otros problemas de plagas, el conocimiento de los componentes y las interrelaciones del sistema no permiten aún la identificación de soluciones sistémicas (Settle 1997). Esta situación es frecuente en sistemas agroecológicos que incluyen cultivos y plagas que no son nativas. En estos casos, las relaciones entre las especies no han tenido el tiempo suficiente de coevolución para permitir la autoorganización de los ciclos de información de retorno que estabilizan y regulan su comportamiento. En estos casos, la capacidad local para evaluar diferentes opciones de manejo (tecnologías) y discriminar sus ventajas y desventajas es muy importante (Loevinsohn y Meijerink 1997, Whitten 1996). Esta discriminación se logra a través de la experimentación controlada y de la recolección de datos relativamente rigurosa (Torrez *et al.* En prensa). La demanda de opciones tecnológicas implica la necesidad de establecer vínculos fuertes con investigación formal, que consti-

tuye la ventaja comparativa de los CIAL.

La segunda generación de las EC sobre sistemas agrícolas (hortalizas y cultivos de rotación con arroz) y las FIA han incorporado la experimentación controlada (Whitten 1996, Shepard 1998, van de Fliert *et al.* 1996, Ooi 1998, Settle *et al.* 1998). Estas EC incluyen la evaluación de nuevas opciones tecnológicas y establecen vínculos con el sistema formal de investigación.

Los CIAL, aún no han enfrentado, explícitamente, las carencias en conocimiento que limitan la experimentación por parte de los agricultores. En la práctica, los facilitadores de los CIAL deben resolver las necesidades de capacitación y satisfacer la demanda de los agricultores sobre información foránea. Por ejemplo, una comunidad en Bolivia estableció como prioridad el estudio de la larva del gorgojo de los Andes, una plaga importante de papa, pero los miembros del comité no sabían que el adulto y la larva eran etapas diferentes del ciclo de vida de la misma especie. Sin este conocimiento ellos no podían planear y evaluar diferentes opciones de control y el facilitador debió apoyarlos en el aprendizaje del ciclo de vida del insecto.

### **Potencialidad de las EC y los CIAL**

La convergencia entre las EC y los CIAL genera interrogantes importantes sobre la relación entre las dos plataformas. A medida que estas se implementen en nuevas regiones y converjan dentro de las mismas áreas geográficas, los cuestionamientos tendrán un significado e importancia que va más allá del interés académico. Los agricultores y las entidades de investigación y extensión analizarán la relación entre las dos opciones, preguntándose: ¿Las dos plataformas son tan diferentes que ameriten conservarse juntas en una misma área? ¿Son redundantes? ¿Son apropiadas bajo diferentes condiciones y cuáles son las condiciones? ¿Se debe buscar un híbrido entre las dos?.

Como ya se discutió, los agricultores realizan experimentos controlados y experimentos que requieran un análisis contextual de las relaciones entre los componentes de los sistemas agroecológicos. Los CIAL hacen énfasis en los experimentos controlados y las EC en el análisis contextual del agroecosistema. El estilo de los CIAL es apropiado cuando los problemas son concretos, involucran pocas variables o cuando se desea validar un resultado generado en un área pequeña en una extensión mayor. El estilo de las EC es apropiado cuando los problemas a resolver son menos concretos en su definición, tienen muchos factores in-

teractuando, y cuando lo que ocurre sobre una pequeña escala no es extrapolable a una escala mayor. Además, la orientación sistémica de las EC tiende a estimular el desarrollo de ideas a más largo plazo.

La EC desarrolla las bases para la toma de decisiones sobre el manejo de la finca y de una región agroecológica mayor, reconociendo que algunas acciones son individuales y otras colectivas. Durante el ciclo de cultivo, cada agricultor toma decisiones continuamente y realiza una serie de acciones. Como consecuencia de la EC, se espera que la comunidad también participe en la toma de decisiones y en la concertación de acciones. La EC simula esta situación, involucrando a un grupo en el manejo colectivo de una extensión de tierra, estableciendo y usando indicadores para monitorear la dirección de los cambios y la evolución de los procesos.

Los agricultores enfrentan una diversidad de problemas en el manejo de la finca. Algunas decisiones están relacionadas con el manejo de recursos naturales como el agua, tierra, suelo y la biodiversidad. Otras decisiones están relacionados con la administración de la finca como una empresa, con los recursos humanos y financieros, y el uso de insumos. Estas decisiones giran alrededor de la eficiencia y rentabilidad. En la actualidad las EC están más enfocadas en preparar a la gente para la toma de decisiones concernientes al manejo de los recursos naturales y los CIAL se orientan más hacia discriminaciones, por ejemplo la identificación de la variedad con mayor rendimiento, el uso más eficiente de los insumos y de mano de obra. Sin embargo, en la práctica está ocurriendo una convergencia entre las dos plataformas que indica que sus diferencias pueden ser transitorias.

Para convertirse en decisores expertos, los agricultores tienen que ser exitosos en la toma de ambos tipos de decisiones. Ellos necesitan desarrollar destrezas de solución de problemas que les permita asociar el tipo de problema con el estilo de análisis y la técnica de investigación más adecuada.

El reto para el futuro es integrar los elementos complementarios de las dos plataformas, en la formulación de estrategias locales enfocadas a expandir la capacidad creativa de los agricultores, para resolver sus problemas en forma integrada. Los procesos empleados en la aplicación paralela de las dos plataformas deben tener como resultado individuos que confían en las ideas, conceptos e intuiciones que surgen a raíz de sus observaciones y experiencias directas y someten estas a una verificación cuidadosa y rigurosa.



## Agradecimientos

A Peter Ooi, Bill Settle, Russ Dilts del equipo técnico de la FAO que apoya el programa nacional de MIP en Indonesia por la información sobre las EC. Kevin Gallagher, Jeff Bentley, Silvia Caicedo, Trudy Brekelbaum, Pamela Anderson y Jorge Rubiano quienes revisaron el manuscrito y contribuyeron con ideas importantes para mejorarlo. Agradecemos a Jacqui Ashby y Carlos Arturo Quirós del equipo IPRA y a

Juan Almanza y Jorge Quiroga de la Fundación PROINPA por las conversaciones y compañerismo que condujeron a la cristalización de muchas de las ideas expuestas. Gracias a Ligia García y Francisco Motta de CIAT por el apoyo con el español. Al Banco Mundial por su permiso de citar material publicado en su informe que analiza la calidad del proyecto de capacitación en MIP en Indonesia.

## Literatura citada

- AIZEN, H. 1998. El Comité de Investigación Agrícola Local de San Bosco. Estudio de caso. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 32 p.
- ASHBY, J.A. 1987. The effects of different types of farmer participation in the management of on-farm trials. *Agric. Admin. & Extension* 25:235-252.
- ASHBY, J.A. 1988. Participación de los pequeños agricultores en el diseño de tecnología. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Documento de trabajo No. 1. IPRA. 36 p.
- ASHBY, J.A.; GRACIA, T.; DEL GUERRERO, M.; QUIROS, C.A.; ROA, J.I.; BELTRAN, J.A. 1995. Institutionalising farmer participation in adaptive technology testing with the 'CIAL'. Overseas Development Institute. Agricultural Research and Extension Network. ODI Network Paper. 57:1-43.
- ASHBY, J.A.; BRAUN, A.; BREKELBAUM, T.; GRACIA, T.; GUERRERO, M.P.; QUIROS, C.A.; ROA, J.I. 1999. Investing in Farmer Researchers: Experience in Latin America. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. s.p.
- BARBIER, E.B. 1989. Cash crops, food crops and sustainability: the case of Indonesia. *World Development* 17:879-895.
- BENTLEY, J.W. 1994. Facts, fantasies and failures of Farmer Participatory Research. *Agriculture and Human Values*. Spring-Summer. p. 140-150.
- BENTLEY, J.W. 1994b. Stimulating peasant farmer experiments in non-chemical pest control in Central America. In Scoones, I. Thompson, J. Eds. *Beyond Farmer First*. London, UK, Intermediate Technology Publications. International Institute for Environment and Development. p. 147-150.
- BENTLEY, J.W.; RODRIGUEZ, G.; GONZALEZ, A. 1994. Science and People: Honduran "Campesinos" and Natural Pest Control Inventions. *Agriculture and Human Values* 11(2-3):178-182.
- BRAUN, A.R. 1997. An analysis of quality in the Indonesian Integrated Pest Management training project. Report of a technical audit conducted for the World Bank of the Indonesian Integrated Pest Management Training Project (Loan 3586-IND). 72 p.
- BRAUN, A.R.; VAN DE FLIERT, E. 1997. The Farmer Field School Approach to IPM and ICM in Indonesia: User participation. In UPWARD. Review and Planning Conference: Institutionalising Innovations in Rootcrops R&D", UPWARD (5, 1996, Los Baños, Philippines). Proceedings. s.p.
- BRAUN, A., VAN DE FLIERT, E.; WHEATLEY, C.; PRAIN, G.; WIDODO, I. 1995. Improving Profits from Sweetpotato by Linking IPM with Diversification of Markets. CIP Circular (21)3:8-15.
- BUNCH, R. 1989. Encouraging farmers' experiments. In Chambers, R.; Pacey, A.; Thrupp, L.A. (eds.). 1989. *Farmer First: farmer innovation and agricultural research*", London, UK, Intermediate Technology Publications. s.p.
- CAPRA, F. 1996. The web of life: a new synthesis of mind and matter. London, UK, Harper & Collins. 320 p.
- CHAMBERS, R.; PACEY, A.; THRUPP, L.A. (Eds). 1989. *Farmer First: farmer innovation and agricultural research*", London, UK, Intermediate Technology Publications. s.p.
- CONWAY, G. 1983. The properties of agroecosystems. *Agricultural Systems* 24:95-117.
- CONWAY, G.R.; McCAULEY, D.S. 1983. Intensifying tropical agriculture: The Indonesian experience. *Nature*: 302:288-289.
- FERNANDEZ, M.E. 1998. Towards a Participatory System Approach: New Demands on Researchers and Research Methodology. *ILEIA Newsletter* (Leusden). 4(3): 15-17.
- FERNANDEZ, M.E. 1991. Participatory Research with Community-based Farmers. In: B. Haverkort, J. van der Kamp & A. Waters-Bayer (eds). *Joining Farmers' Experiments*. London, Intermediate Technology Publications. p. 77-92.
- GALLAGHER, K. 1988. Effects of host resistance on the microevolution of the rice brown planthopper *Nilaparvata lugens* (Stal.) Ph.D. Dissertation. Berkeley, USA, University of California. s.p.
- GALLAGHER, K. 1999. Las escuelas de campo para agricultores (ECA): un proceso de extension grupal basado en métodos de educación no formal para adultos. Roma, Global IPM Facility. s.p.
- GARDNER, G. 1996. IPM and the war on pests. *World Watch* March/April:21-27.
- GOTTRET, M.V.; OSTERTAG, C.F. 1999. Promoviendo el Desarrollo Empresarial Rural: Proyectos productivos integrados y sistemas de apoyo. Documento de discusión. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 23 p.
- IDS Workshop 1989. Farmers' knowledge, innovations and relation to science. In Chambers, R.; Pacey, A.; Thrupp, L.A. Eds. *Farmer First: farmer innovation and agricultural research*", London, U.K. Intermediate Technology Publications. s.p.
- KENMORE, P.E. 1980. Ecology and outbreaks of a tropical insect pest of the Green Revolution, the brown planthopper *Nilaparvata lugens* (Stal.) Ph.D. Dissertation Berkeley, USA, University of California. 226 p.

- LITSINGER, J.A. 1989. Second generation insect pest problems on high yielding rices. *Tropical Pest Management* 35:235-242.
- LOEVINSOHN, M.; MEIJERINK, G. 1998. Enhancing capacity to manage resources: assessing the Farmer Field School approach. *In* Second Meeting of the Integrated Pest Management Network for the Caribbean (2, 1998, Kingston, Jamaica). CARDI/CTA. s.p.
- MATTESON, P.C.; GALLAGHER, K.D.; KENMORE, P.E. 1992. Extension of integrated pest management for planthoppers in Asian irrigated rice: Empowering the user. *In* Denno, R.F.; Perfect, J.T. Eds. *Ecology and Management of Planthoppers*. London, UK, Chapman and Hall. s.p.
- MATURANA, H.; VARELA, F. 1972. *De máquinas y seres vivos*. Santiago, Chile, Editorial Universitaria.
- OOI, P.A.C. 1996. Experiences in educating rice farmers to understand biological control. *Entomophaga* 41:375-385.
- OOI, P.A.C. 1998. Farmer participation in IPM action research. *International Conference of IPM - Theory and Practice, Developing Sustainable Agriculture*. Guangzhou, China. s.p.
- PRAIN, G.; URIBE, F.; SCHEIDEGGER, U. 1992. "The friendly potato": farmer selection of potato varieties for multiple uses. *In* J.L. Moock, R.E. Rhoades. *Diversity, Farmer Knowledge and Sustainability*. Ithaca, New York. Cornell University Press. p. 52-68.
- PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. 1984. *Order out of chaos*. Bantam, New York. s.p.
- RHOADES, R.E. 1987. Farmers and experimentation. ODI Agricultural Administration Discussion Network Discussion Paper 21.
- RHOADES, R.; BEBBINGTON, A. 1991. Farmers as experimenters. *In* Haverkort, B. van der Kamp, J.; Waters-Bayer, A. *Joining Farmers Experiments*. ILEIA Readings in Sustainable Agriculture. London, UK, Intermediate Technology Publications. p. 251-253
- RICHARDS, P. 1994. Local knowledge formation and validation: the case of rice in central Sierra Leone Richards, P. *In* Chambers, R.; Pacey, A.; Thrupp, L.A. (Eds.). *Farmer First: farmer innovation and agricultural research*, London, UK, Intermediate Technology Publications. s.p.
- RICHARDS, P. 1985. *Indigenous Agricultural Revolution: ecology and food production in West Africa*, London, UK, Hutchinson. s.p.
- RÖLING, N.G.; VAN DE FLIERT, E. 1998. Introducing integrated pest management in rice in Indonesia: a pioneering attempt to facilitate large-scale change. *In* N.G. Röling; M.A.E. Wagemakers (Eds.). *Facilitating Sustainable Agriculture*. Cambridge, UK, Cambridge University Press. p. 153-171.
- SCHMIDT, P.; STIEFEL, J.; HÜRLIMANN, M. 1997. Extension of complex issues: Success factors in integrated pest management. St. Gallen, Switzerland. Swiss Center for Development cooperation in Technology and Management, 100 p.
- SETTLE, W.H. 1997. Science by farmers and science by researchers: challenges and opportunities. *In* International Symposium on Integrated Pest Management in Rice-based Ecosystems (1997, Guangzhou, China). s.p.
- SETTLE, W.H.; WHITTEN, M.; DILTS, R.; OOI, P.A. 1998. Developments in community IPM for irrigated rice in Asia. Australasian Applied Entomological Research Conference. (6, 1998, Brisbane, Australia). Proceedings. s.p.
- SHEPARD, M.; SAMSUDIN; BRAUN, A.R. 1998. Seasonal incidence of *Liriomyza huidobrensis* and its parasites on vegetables, weeds and ornamental crops in Indonesia. *International Journal Pest Management* 44:43-47.
- STOLZENBACH, A. 1994. Learning by improvisation: farmer experimentation in Mali. *In* Scoones, I.; Thompson, J. Eds. *Beyond Farmer First*. Intermediate Technology Publications. London, UK, International Institute for Environment and Development.
- THALBITZER, L. Ed. 1996. *An Inspirational Book for Facilitators: Vegetable IPM Training*. FAO Intercountry Program for IPM in Asia. Makati, Philippines. 143 p.
- TORREZ, R.; ORREGO, R.; ORTIZ, O.; TENORIO, J.; VALENCIA, C.; NELSON, R.; THIELE, G. Implementing IPM for late blight in the Andes, CIP Program Report 1996-98. Lima, Peru. Centro Internacional de la Papa, *In* press.
- UNTUNG, K. 1996. The role of pesticides in the implementation of Integrated Pest Management in Indonesia. *J. Pesticide Sci.* 21:129-131
- VAN DE FLIERT, E. 1993. Integrated pest management: Farmer Field Schools generate sustainable practices. Wageningen, Netherlands, Wageningen Agricultural University Papers. 93-3. 304 p.
- VAN DE FLIERT, E.; ASMUNATI, R.W.; WIDODO, Y.; BRAUN, A.R. 1996. From basic approach to tailored curriculum: participatory development of a farmer field school model for sweetpotato. *In* Into Action Research: Partnership in Asian Rootcrop Research and Development. Los Baños, Philippines, UPWARD. s.p.
- VAN DE FLIERT, E.; BRAUN, A. 1997. Sekolah lapangan pengelolaan tanaman terpadu untuk ubijalar. Petunjuk lapangan dan panduan teknis. Indonesia, International Potato Center dan Users Perspective with Agricultural Research and Development. Bogor.
- VAN DE FLIERT, E.; BRAUN, A.R. 1999. Farmer Field School for Integrated Crop Management of Sweetpotato: Field Guides and Technical Manual. Lima, Peru, International Potato Center.
- VOS, J.G.M. Ed. 1998. *Vegetable IPM Exercises: Protocols, Implementation and Background Information*. CABI-Asia Regional Centre. CABI Bioscience/FAO. 674 p.
- WHITTEN, M. 1996. The empowerment of vegetable farmers in the Philippines using IPM as an entry point: a four-way partnership between farmers, researchers, trainers and industry. FAO Intercountry Programme for Vegetable IPM.

# Surgimiento y distribución de geminivirus transmitidos por mosca blanca en tomate en el Hemisferio Occidental\*

Jane E. Polston\*\*  
Pamela K. Anderson\*\*\*

**RESUMEN.** Se discute el surgimiento de los geminivirus de tomate transmitidos por mosca blanca en América. Incluye el impacto económico de las enfermedades causadas por geminivirus, la etiología, la distribución y expansión, la ecología y epidemiología y el manejo de las enfermedades causadas por estos geminivirus. Presenta la evolución de los geminivirus en Estados Unidos, México, América Central y América del Sur y el Caribe.

**Palabras clave:** Geminivirus, Mosca blanca, Distribución, Surgimiento, América.

**ABSTRACT.** The emergence of whitefly-transmitted geminiviruses in tomato in the Western Hemisphere. The emergence of whitefly-transmitted geminiviruses in tomato production in the Americas is discussed. The subjects included are: the economic impact of geminivirus diseases; etiology; distribution and expansion; ecology and epidemiology; and disease management. Case histories are presented of geminiviruses in the USA, Mexico, Central America, South America and the Caribbean.

**Key words:** Geminivirus, Whitefly, Distribution, Emergence, America.

## Introducción

En muchos de los países del trópico y sub-trópico americano el clima durante todo el año es apto para la producción de tomate *Lycopersicon esculentum* (Mill.). Esta hortaliza ha sido cultivada en América durante siglos y se cree que su centro de origen fue el norte de América del Sur. En el trópico, el tomate es utilizado para consumo como fruto fresco y para la preparación de salsas. La producción de tomate de mesa es un negocio potencialmente más rentable. Durante los últimos decenios, la producción de este tipo de tomate se ha incrementado, tanto para la exportación a los países del hemisferio Norte, durante la época de invierno en esa región, como para satisfacer la creciente demanda de la industria turística local.

Hasta inicios de los años 90, los geminivirus transmitidos por la mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn.) fueron principalmente, un problema para la producción de leguminosas en el hemisferio Occidental. Solo existían informes dispersos sobre problemas causados

por geminivirus en tomate. Pero actualmente la situación es diferente. Desde finales de los años 80s, en la mayoría de las áreas productoras de tomate de Florida, el Caribe, México, América Central, Venezuela y Brasil la incidencia de geminivirus transmitidos por mosca blanca ha sido alta, con consecuencias económicas devastadoras para este sector.

Los geminivirus transmitidos por mosca blanca se han convertido en el principal grupo de patógenos de las hortalizas en el subtrópico y trópico del hemisferio Occidental. Además del tomate, estos virus afectan otros cultivos como cucurbitáceas y frijol. Los genomas de estos geminivirus están compuestos de ADN circular de cadenas simples, encapsulado por múltiples subunidades, con una cápsula única de proteína. La mayoría son bipartitas con dos componentes genómicos del mismo tamaño, designados como A y B y encapsulados en forma separada en partículas geminadas. Por lo menos, uno de ellos es monopartita, con un componente de ADN único y un poco más grande.

Recibido: 25/05/99. Aprobado: 24/09/99.

\* Publicado en inglés en Plant Disease 81(12) 1997. Traducido al español con la autorización de la APS.

\*\* Universidad de Florida, Gulf Coast Research and Education Center, 5007 6th St. E., Bradenton, FL 34203, U.S.A. EMail: jep@nersp.nerdc.ufl.edu

\*\*\* Centro Internacional de Agricultura Tropical. Apartado 6713. Cali, Colombia. EMail: p.anderson@cgiar.org

Con base en el vector y la planta hospedante la familia Geminiviridae se divide en tres géneros. En América, el tomate es infectado principalmente por geminivirus bipartita del género *Begomovirus* (conocido anteriormente como subgrupo III). Sin embargo, en 1994 un geminivirus monopartita, el virus del enrollamiento foliar amarillo del tomate (TYLCV) fue identificado en tomate en el Caribe (Nakhla *et al.* 1994a, Polston *et al.* 1994a). El TYLCV y los geminivirus bipartita son transmitidos por la mosca blanca *B. tabaci*, de la cual un biotipo, el B, es también conocido como *B. argentifolii* Bellows y Perring (Perring *et al.* 1993). Aunque existe controversia con respecto a la taxonomía del vector (Brown *et al.* 1995b) de este complejo diferentes biotipos o especies de la mosca blanca han mostrado muy poca o ninguna especificidad para la transmisión de diferentes geminivirus (Bedford *et al.* 1994). Se considera que la relación virus-vector es del tipo persistente circulativa.

A mediados de los años 80, se introdujo un nuevo biotipo o especie de mosca blanca en el hemisferio Occidental, la cual se alimenta y reproduce mejor en tomate que la mayoría de los biotipos locales (Schuster *et al.* 1990). Esta especie de mosca blanca se dispersó a lo largo del hemisferio y en 1997, continuaba invadiendo nuevas áreas, principalmente, en América del Sur. De 2 a 5 años después de la aparición de este biotipo, aparecieron uno o más geminivirus que no habían sido reportados anteriormente. El propósito de este artículo es documentar el incremento y el impacto de estos virus en la producción del tomate en el hemisferio Occidental, así como describir brevemente algunos de los geminivirus y discutir las posibles causas de la aparición de estos virus en América.

### Impacto económico

Aunque no se han realizado investigaciones formales para determinar las pérdidas en el cultivo del tomate causadas por geminivirus, los datos disponibles son impresionantes. La información más completa es de República Dominicana. En 1988, varios geminivirus comenzaron a afectar la producción de tomate en las zonas central sur (Azua) y noroeste de ese país. Entre 1988 y 1995 los daños causados oscilaron entre 5 y 95% (Cuadro 1). Las pérdidas económicas en 1988 se estimaron en US\$10 millones, y las pérdidas entre 1989 y 1995 alcanzaron los US\$50 millones (Alvarez y Abud-Antún 1995).

Los datos de Estados Unidos y otros países de América son menos completos, pero siguen el mismo

patrón de epidemias devastadoras y pérdidas del cultivo (Cuadro 2). Las enfermedades causadas por geminivirus son mencionadas reiteradamente como la limitante biótica para la producción de tomate en América tropical. En algunos países (p.e. Nicaragua), zonas completas dedicadas a la producción de tomate han sido destruidas por uno o más geminivirus. En Venezuela, el área de producción se redujo en un 50% debido a las pérdidas de rendimiento, causadas por el virus del mosaico amarillo del tomate (Salas y Mendoza 1995). En Florida, el virus del moteado del tomate (ToMoV) se encontró en todas las áreas productoras de tomate, con incidencias de hasta 95% (Polston *et al.* 1996, Polston *et al.* 1993b). En forma conservadora, se estima que en Florida en 1990 - 1991 el ToMoV produjo pérdidas del 20% de la producción de tomate, (US\$140 millones). En Puerto Rico, durante 1989-1995 las pérdidas atribuidas a la mosca blanca alcanzaron los US\$40 millones, y una parte significativa de este monto se atribuyó a las pérdidas en tomate causadas por geminivirus transmitidos por este insecto (Bird *et al.* 1995). En 1992 los productores de tomate del Valle de Comayagua, Honduras perdieron aproximadamente US\$4,6 millones, debido a enfermedades causadas por geminivirus (Caballero y Rueda 1993).

**Cuadro 1.** Daños en tomate causados por geminivirus en República Dominicana, 1988 a 1995<sup>a</sup>.

| Época de producción | Daño <sup>b</sup> en Azua (%) | Daño en la región Noroeste (%) |
|---------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| 1988-1989           | 20-25                         | 5                              |
| 1989-1990           | 40-45                         | 5-10                           |
| 1990-1991           | 35-40                         | 10-15                          |
| 1991-1992           | 25-30                         | 15                             |
| 1992-1993           | 75-80                         | 80                             |
| 1993-1994           | 90-95                         | 50                             |
| 1994-1995           | 20                            | 15                             |

<sup>a</sup> Datos de Alvarez y Abud-Antún, 1995 (Alvarez *et al.* 1995).

<sup>b</sup> El daño es definido como pérdida de la calidad y cantidad del cultivo.

### Etiología

Se ha informado de aproximadamente 17 virus de la familia Geminiviridae y más de 22 virus de otras familias como los causantes de las infecciones del tomate en América. Los síntomas de infecciones causadas por geminivirus en tomate son semejantes a los inducidos por otros virus, especialmente, los causados por los *Potyviridae* y *Tobamoviridae*. Los síntomas de la infección por geminivirus varían de acuerdo al virus y a

**Cuadro 2.** Estimación de la incidencia de plantas infectadas y daño causado por epidemias recientes de geminivirus en tomate en el hemisferio Occidental.

| País   | Año                    | Infestación (%) <sup>a</sup> | Daño (%) <sup>b</sup> | Referencia  |
|--|------------------------|------------------------------|-----------------------|---|
| EEUU (Florida)                               | 1990-1991              | 100                          | 20                    | (Polston <i>et al.</i> 1993b, Schuster 1995)                |
| Cuba   | 1990-1991<br>1990-1993 | 20-25                        | 30                    | (Calixto <i>et al.</i> 1995,<br>Calixto <i>et al.</i> 1995) |
| México (Sur)                                 | 1988-1989              |                              | 57                    | (Rivera 1995)   |
| Yucatán                                      | 1989                   |                              | 52                    | (Díaz y Bierly 1995)  |
| Coahuila-Durango                             | 1994-1995              |                              | 40-100                | (Sánchez <i>et al.</i> 1996)                                |
| Belice                                       | 1995                   | 100                          |                       | (Leiss <i>et al.</i> 1995)                                  |
| Guatemala (Jutiapa,<br>Verapaz, Zacapa Baja) | 1991-1992              | Hasta 100                    |                       | (Salguero 1994)   |
| Honduras (Comayagua)                         | 1992                   |                              | 100                   | (Caballero y Rueda 1993)                                    |
| Nicaragua (Sébaco)                           | 1990-1991<br>1991-1992 |                              | 20-50<br>30-100       | (Varela 1995,<br>Varela 1995)                               |
| Costa Rica                                   | No reportado           |                              | 20-80                 | (Hilje y Montes 1995)                                       |
| Venezuela                                    | No reportado           |                              | 30-50                 | (Salas y Mendoza 1995)                                      |
| Brasil                                       | 1997                   | 20                           |                       | (Farias <i>et al.</i> 1997)                                 |

<sup>a</sup> La prevalencia es definida como el porcentaje de campos infestados en un área.

<sup>b</sup> El daño es definido como pérdida en la calidad y cantidad del cultivo.

la cepa, el cultivar, la edad de la planta al momento de la infección y las condiciones ambientales. Los síntomas pueden ser combinaciones de: mosaico amarillo brillante, moteados cloróticos, márgenes foliares cloróticos, rizado de las hojas, deformación de las hojas, arrugas o pliegues en las hojas, reducción en el tamaño de las hojas, crecimiento menor de las plantas infectadas, y abscisión de la flor. Por tanto, para el diagnóstico exacto se requiere del uso de pruebas de diagnóstico.

Se han desarrollado diversas pruebas para identificación de los geminivirus en tomate. Una de las más simples y precisas es la prueba de identificación de cuerpos de inclusión (Christie *et al.* 1986). Los geminivirus producen grandes inclusiones nucleares, las cuales se tiñen con Azul A. Estas inclusiones, que son características de los geminivirus, pueden observarse mediante un microscopio de luz. El tejido de tomate es relativamente fácil para procesar, y se producen numerosas inclusiones en tejido foliar y flores infectadas. Se han producido los anticuerpos policlonales y monoclonales de la capa de proteínas de diversos geminivirus que son usados en pruebas de detección y determinación de geminivirus (Cancino *et al.* 1995, Givord *et al.* 1994). La selección de anticuerpos puede determinar la especificidad de la prueba y puede ser utilizado para detectar un amplio ámbito de geminivirus y cepas. A pesar de la importancia económica de estos

virus, existen pocas empresas comerciales que suministren anticuerpos para la detección de geminivirus. Otras pruebas utilizadas comúnmente, detectan el ácido nucleico de los geminivirus pero no su capa proteica. Las pruebas de hibridización mediante manchas de puntos en cucurbitáceas se basan en el uso de ADN viral clonado, etiquetado con marcador biológico o biológico (p.e. <sup>32</sup>P, biotin, digoxigenin) que es hibridizada para llegar al ADN viral fijado a una membrana (Gilbertson *et al.* 1991, Polston *et al.* 1993b). La especificidad de estas pruebas se logra mediante la selección de las sondas de ADN y las condiciones de hibridización y lavado. La última prueba desarrollada para la detección de geminivirus es la ampliación de ADN a través de la reacción en cadena de polimerasa (PRC). Esta prueba utiliza pequeñas cantidades de tejido seco, fresco o congelado y es extremadamente sensible para la detección de geminivirus. La especificidad de la prueba puede controlarse mediante la selección de cebadores y las condiciones de la ampliación (Rojas *et al.* 1993). Algunas empresas comerciales ofrecen servicios de detección usando estas pruebas.

Los geminivirus se identifican y determinan principalmente a través de una secuencia de genoma. La falta de consenso sobre un método para la determinación de las cepas de los aislamientos y de las especies ha creado cierta confusión sobre la taxonomía de los virus secuencias virales. Es claro que las secuencias

ciales de regiones genómicas específicas son suficientes para determinar las afinidades y diferencias. Existen varias regiones del genoma que son de interés especial para los taxónomos: la región común o región intergénica, la capa de proteína y la proteína asociada a la reproducción (Padidam *et al.* 1995, Rybicki 1994). Se ha propuesto que dos aislamientos homogéneos en un 90% o más, de la secuencia de aminoácidos en la capa proteica se consideren de la misma especie (Padidam *et al.* 1995). Para muchos de los geminivirus que afectan el tomate se han realizado muy pocas o ninguna caracterización. La escasez de datos biológicos se une a la dificultad para establecer determinaciones taxonómicas. Conforme se obtengan más secuencias y se establezcan más características biológicas, la taxonomía de muchos geminivirus será más precisa.

Debido a que la mayoría de los virus descritos en este informe han sido determinados en tomate durante los últimos 10 años, para muchos de ellos falta caracterización e información. En el Cuadro 3 se presentan la mayoría de los geminivirus que han sido señalados como causa de infecciones en tomate en el hemisferio Occidental y que han sido caracterizados en alguna medida.

### Distribución y expansión

**Antecedentes.** El primer informe de una enfermedad inducida por geminivirus en tomate fue a principios de 1960 en Brasil, cuando entre el 30 y 40% del cultivo fue afectado por la "clorosis infecciosa" (Flores *et al.* 1960). El virus causal fue posteriormente identificado como el virus del mosaico dorado del tomate (TGMV) (Matyis *et al.* 1975). Simultáneamente, en Venezuela, se reportó la presencia del virus del mosaico amarillo del tomate (TYMV) afectando la producción de tomate en los estados de Aragua, Carabobo, Guarico y Lara (Debrot y Dao 1963). En 1961, una epidemia obligó a muchos productores de ese país a eliminar sus plantaciones de tomate y resembrar. Durante una investigación posterior, sobre virus en tomate en los estados de Aragua y Lara, se determinó que el TYMV era el virus más común en este cultivo (Lastra y Uzacátegui 1975). En México, entre 1970 y 1971 un virus, conocido actualmente como el virus del chino del tomate (CdTV), fue determinado como el causante de las infecciones en tomate en la costa oeste de Sinaloa (Brown y Nelson 1988, Gallegos 1978). Hasta mediados o finales de los años 80 los únicos geminivirus determinados como causantes de infecciones en tomate en América fueron TGMV, TYMV y CdTV

(Fig. 1A), justamente cuando comenzaron a aparecer epidemias de geminivirus en tomate en todas las zonas tropicales del continente americano (Fig. 1B).



**Figura 1.** (A) Distribución de epidemias de geminivirus en tomate a principios de los años 70. (B) Distribución de epidemias de geminivirus en tomate en América a mediados de los años 90. Datos recopilados en Mayo de 1997.

**Cuadro 3.** Características de los geminivirus seleccionados, que infectan el tomate en el hemisferio Occidental.

| Virus  | Distribución conocida  | Síntomas en tomate  | Otros hospedantes además del tomate <sup>a</sup>   | Secuencia más similar <sup>b</sup>  | Referencias   |
|--|--|---|--|---|---|
| Virus del chino del tomate (CdTV)/Virus rugoso de la hoja del tomate (TLCrV) | México (Chiapas, Morelos, Sinaloa, Tamaulipas)                           | Rizado severo de la hoja, enrollamiento de la hoja, mosaico amarillo, engrosamiento de las venas, enanismo, reducción en la producción de frutos. | <b>Exp.:</b> El ámbito de hospedantes incluye 19 especies de 4 familias, <b>Campo:</b> no reportado  | Virus del mosaico del <i>Sida</i> , virus del mosaico del Abutilon          | Brown y Nelson 1988, Paplomatas <i>et al.</i> 1994, Torres-Pacheco <i>et al.</i> 1996   |
| Virus huatesco del pimentón (PHV)  | México (Guanajuato, Quintana Roo, Sinaloa, Tamaulipas), EEUU (Texas)     | Aclareo de venas, distorsión leve de las hojas, clorosis, enanismo  | <b>Exp.:</b> <i>Capsicum annuum</i><br><b>Campo:</b> <i>C. annuum</i>  | Unica   | How <i>et al.</i> 1996, Torres-Pacheco <i>et al.</i> 1996, Torres-Pacheco <i>et al.</i> 1993; R. Rivera-Bustamante, <i>Com. personal</i>  |
| Virus del mosaico amarillo de la papa (PYMV)                                 | Guadalupe, Martinica, Puerto Rico, Trinidad y Tobago, Venezuela          | Moteado clorótico, rizado de la hoja, distorsión de la hoja   | <b>Exp.:</b> Especies de <i>Datura</i> , <i>Petunia</i> , <i>Nicotiana</i> , <b>Campo:</b> <i>Solanum tuberosum</i>  | Virus del mosaico del <i>Sida</i> , Virus del mosaico del Abutilon          | Coutts <i>et al.</i> 1991, Guzmán <i>et al.</i> 1997, Hiebert <i>et al.</i> 1995, Polston <i>et al.</i> , en prensa, Roberts <i>et al.</i> 1986, Roberts <i>et al.</i> 1988; C. Fauquet, <i>Com. pers.</i> ; J.E. Polston, <i>sin publicar.</i> |
| Virus del mosaico dorado del pimentón Serrano (SGMV)                         | México (Sinaloa), EEUU (Arizona)   | Rizado de la hoja, distorsión de la hoja, enanismo  | <b>Exp.:</b> <i>C. annuum</i> , <i>C. frutescens</i> , <i>Datura stamonium</i> , <b>Campo:</b> <i>C. annuum</i> , <i>C. frutescens</i>   | Secuencia no reportada  | Brown y Poulus 1990   |
| Virus del enrollamiento foliar del tomate de Sinaloa (STLCV)                 | México (Sinaloa)   | Clorosis y amarotamiento foliar, rizado de la hoja, internodos reducidos  | <b>Exp.:</b> <i>C. annuum</i> , <i>Nicotiana tabacum</i> , <i>Solanum melongena</i> , <i>Malva parviflora</i> , <b>Campo:</b> no reportado   | Secuencia no reportada  | Brown <i>et al.</i> 1993  |
| Virus taino del moteado del tomate (TTMoV)                                   | Cuba   | Rugosidad, deformación y rizado de las hojas, enanismo  | <b>Exp.:</b> <i>C. annuum</i> , <b>Campo:</b> no reportado   | Virus del mosaico de <i>Sida</i> , Virus mosaico del Abutilon               | Ramos <i>et al.</i> 1997; R. Rivera-Bustamante, <i>Com. pers.</i>   |
| Virus tejano del pimentón (TPV)/Virus del chile jalapeño (PJV)               | México (Coahuila, Sinaloa, Tamaulipas), Guatemala, EEUU (Arizona, Texas) | Mosaico, rizado de la hoja, enanismo  | <b>Exp.:</b> <i>C. annuum</i> , <i>C. frutescens</i> , <i>D. stramonium</i> , 4 <i>Nicotiana</i> spp., <i>Physalis wrightii</i> , <b>Campo:</b> <i>C. annuum</i> , <i>C. frutescens</i> , <i>N. glauca</i> | Unica   | Sánchez <i>et al.</i> 1996, Torres-Pacheco <i>et al.</i> 1996, Torres-Pacheco <i>et al.</i> 1993  |
| Geminivirus del tomate BZ-Ub   | Brasil (Minas Gerais)  | Mosaico amarillo  | No reportados  | Virus BZ del mosaico dorado del frijol, virus del mosaico dorado del tomate | Rezende <i>et al.</i> 1996, Zerbini <i>et al.</i> 1996  |
| Geminivirus del tomate BZ-Ig   | Brasil (Minas Gerais)  | Mosaico amarillo  | No reportados  | Virus BZ del mosaico dorado del frijol, virus del mosaico dorado del tomate | Rezende <i>et al.</i> 1996, Zerbini <i>et al.</i> 1996  |

| Virus   | Distribución conocida   | Síntomas en tomate   | Otros hospedantes además del tomate <sup>a</sup>   | Secuencia más similar <sup>b</sup>                               | Referencias   |
|---|---|--|--|--|---|
| Virus del mosaico dorado del tomate (TGMV)                    | Brasil  | Mosaico amarillo   | <b>Exp.:</b> <i>D. stramonium</i> , 5 <i>Nicotiana</i> spp., <i>Physalis</i> sp., <b>Campo:</b> no reportado   | Virus BZ del mosaico dorado del frijol                           | Hamilton <i>et al.</i> 1981, Hiebert <i>et al.</i> 1995, Matyis <i>et al.</i> 1975  |
| Virus del moteado del tomate (ToMoV)                          | Puerto Rico, EEUU (Florida, ocasionalmente en: Carolina del Sur, Tennessee, Virginia) | Moteado clorótico, rizado de la hoja, enanismo de la planta, reducción en el tamaño y número de frutos               | <b>Exp.:</b> <i>Lycopersicon</i> spp., <i>Phaseolus vulgaris</i> , <b>Campo:</b> <i>Solanum viarum</i>   | Virus del mosaico Sida, virus del mosaico Abutilon               | Abouzid <i>et al.</i> 1992, Brown <i>et al.</i> 1995a, McGovern <i>et al.</i> 1994, Polston <i>et al.</i> 1995, Polston <i>et al.</i> 1993a                       |
| Virus del enrollamiento foliar amarillo del tomate (TYLCV)    | Cuba, República Dominicana, Jamaica   | Reducción el tamaño de la hoja, bordes cloróticos, moteado clorótico, abscisión floral, enanismo severo de la planta | <b>Exp.:</b> el ámbito de hospedantes incluye especies en aproximadamente 10 familias, <b>Campo:</b> <i>Boerhavia erecta</i> , <i>Cynanchum acutum</i> , <i>D. stramonium</i> y otras              | Se reporta una idéntica al TYLCV-Is en el este del mediterráneo. | González y Valdés 1995, McGlashan <i>et al.</i> 1994, Nakhla <i>et al.</i> 1994a, Polston <i>et al.</i> 1994a, Ramos <i>et al.</i> 1996, Serra <i>et al.</i> 1995 |
| Virus del mosaico amarillo del tomate (TYMV)                  | Venezuela   | Mosaico amarillo, rizado de la hoja, enanismo  | <b>Exp.:</b> <i>D. stramonium</i> , 2 <i>Lycopersicon</i> spp., <i>Nicandra physaloides</i> , <i>N. tabacum</i> , <i>Petunia hybrida</i> , <i>Physalis peruviana</i> , <b>Campo:</b> no reportadas | Secuencia no reportada   | Lastra y Uzcátegui 1975, Uzcátegui y Lastra 1978  |
| Virus del moteado amarillo del tomate (ToYMoV)                | Costa Rica  | Moteado clorótico, distorsión de la hoja, rizado de la hoja, enanismo.   | No reportado   | Secuencia no reportada   | Hilje <i>et al.</i> 1993, Hilje y Montes 1995, Meneses <i>et al.</i> 1989   |
| Virus del rayado amarillo de la nervadura del tomate (ToYVSV) | Brasil (São Paulo)  | Mosaico amarillo, hojas onduladas  | <b>Exp.:</b> <i>Solanum tuberosum</i> , <b>Campo:</b> no reportado   | Unica  | Faria <i>et al.</i> 1997  |
| Geminivirus 1 del tomate (TomatoGV1)                          | Guatemala, Honduras, Nicaragua  | Rizado severo de la hoja, moteado de la hoja o clorosis  | No reportado   | Secuencia no reportada   | Nakhla <i>et al.</i> 1994b; P.K. Anderson, <i>sin publicar</i>  |
| Geminivirus 2 del tomate (TomatoGV2)                          | Guatemala   | No reportados  | No reportados  | Secuencia no reportada   | Nakhla <i>et al.</i> 1994b  |

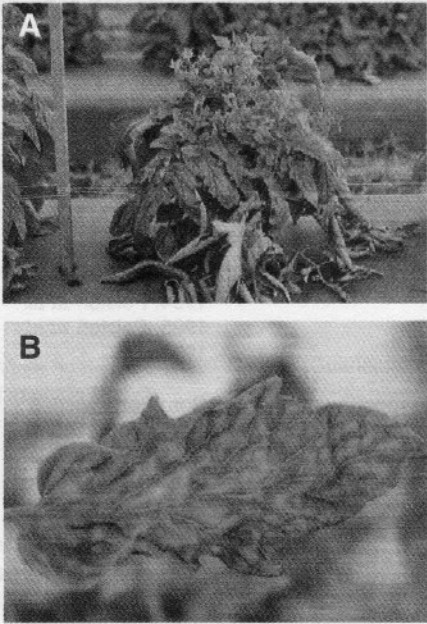
a Hospedantes reportados en experimentos (Exp.) mecánicos, de mosca blanca, o inoculación biolística y en muestras de campo recolectadas (Campo).

b Comparaciones de secuencia basadas en las secuencias de la capa proteica de ácido nucleico, o reportadas por los autores.

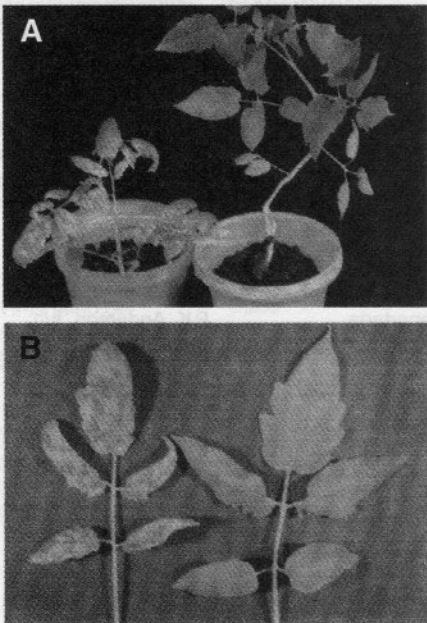
Actualmente, se conoce que existen diferencias biológicas significativas entre poblaciones de *B. tabaci* de diferentes regiones (Bedford *et al.* 1994, Brown *et al.* 1995b, Byrne *et al.* 1990). Aunque no existe información específica para la mayoría de los países del hemisferio Occidental, parece ser que hasta mediados de los años 80, muchos biotipos de *B. tabaci* se alimentaron y reprodujeron en tomate en forma limitada, minimizando la transmisión del geminivirus hacia y desde plantas de tomate. Sin embargo, a mediados de los

años 80, un nuevo biotipo o especie de mosca blanca fue introducida en el hemisferio Occidental, proveniente del Mediterráneo, posiblemente mediante el traslado de plantas ornamentales infestadas. Aunque esta mosca no muestra diferencias morfológicas con respecto a los biotipos de *B. tabaci* existentes, hay diferencias biológicas significativas. Una de ellas es que la nueva mosca blanca se alimentaba muy bien y se reproducían abundantemente en tomate (Schuster *et al.* 1990). Esta mosca blanca fue designada como el bioti-

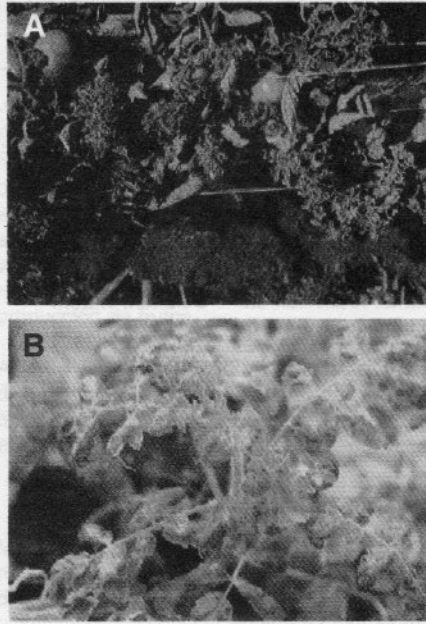




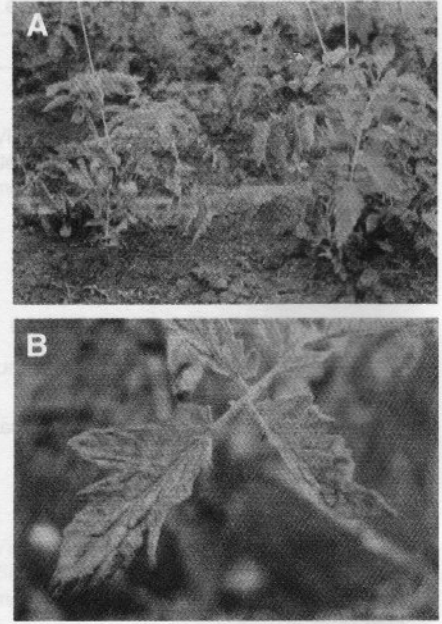
**Figura 2.** Plantas de tomate infectadas con el virus del moteado del tomate. (A) Infección temprana en una plantación de tomate cv. Sunny en la Florida que muestra rizado de la hoja, moteado clorótico de las hojas y enanismo. (B) Acercamiento de una hoja de una planta infectada mostrando el moteado clorótico y distorsión de la hoja.



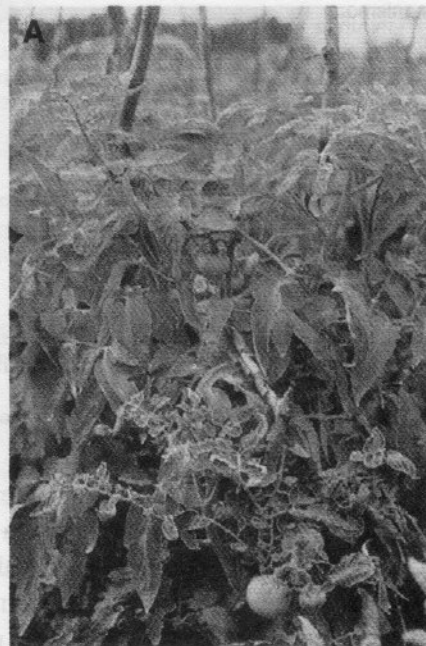
**Figura 5.** (A) A la izquierda plantas de tomate Río Grande inoculadas en estudios en invernadero con el virus del mosaico amarillo del tomate (TYMV) de Venezuela, a la derecha planta no inoculada. La planta de la izquierda muestra los síntomas característicos de la infección con TYMV: un mosaico dorado en las hojas, reducción en la altura de la planta, y ahuecamiento y distorsión de la hoja. (B) acercamiento de las hojas, vistas desde arriba, una hoja de una planta infectada a la izquierda y una hoja de una planta no inoculada a la derecha. (Fotografía cortesía de R.C. de Uzcátegui).



**Figura 3.** Planta de tomate infectada con el virus del chino del tomate (CdTV) (A) planta infectada en el campo en el estado de Sinaloa (México) que muestra distorsión severa de la hoja, ahuecamiento de la hoja, y reducción en el tamaño de la hoja así como reducción severa en la altura de la planta. La planta infectada tiene pocos frutos. (B) Acercamiento de una planta infectada con el CdTV inoculada en el invernadero, que muestra rizado de la hoja y distorsión de la hoja. (Fotografías cortesía de P. Himmel [A], y J.K. Brown [B]).



**Figura 4.** (A) La planta de tomate de la izquierda está infectada con el virus del moteado amarillo del tomate (ToYMoV) y a la derecha una planta sin infectar, en una plantación en Costa Rica. La planta infectada muestra los síntomas característicos de la infección del ToYMoV: reducción en la altura de la planta, reducción en el tamaño de la hoja, y moteado clorótico en las hojas. (B) acercamiento de una hoja de una planta infectada que muestra moteado clorótico de las hojas y distorsión leve de la hoja. (Fotografías cortesía de L. Hilje).



**Figura 6.** Planta de tomate infectada con el virus del enrollamiento foliar amarillo del tomate (TYLCV) en la parte posterior de una planta no inoculada en Jamaica. (A) La planta, en primer plano, fue probablemente infectada con TYLCV en la época de la primera floración, 4 a 6 semanas después del trasplante. La planta muestra el severo impedimento del crecimiento, severa deformación de las hojas, reducción en el tamaño de la hoja y el moteado clorótico de las hojas y bordes de las hojas, que son síntomas característicos de este virus en tomate. Aunque esta planta fue capaz de dar frutos durante la primera floración debido al tiempo de inoculación, no produjo frutos en las floraciones siguientes, dado las abscisión característica de las flores causada por el TYLCV. (B) La infección del TYLCV en una planta de mayor edad que muestra una severa reducción en el largo del internodo, produciendo un efecto telescópico. Las hojas muestran una severa deformación, clorosis, especialmente en los bordes, y enanismo severo.

po B, para distinguirla del biotipo A, el cual estaba presente en el suroeste de los Estados Unidos antes de la introducción del biotipo B (Brown *et al.* 1995b).

Después de su introducción, se ha considerado que el biotipo B se ha dispersado en el hemisferio Occidental por el traslado de plantas ornamentales (Brown *et al.* 1995b). Para finales de los años 80, este biotipo se había establecido y desplazado las poblaciones nativas de *B. tabaci* en Texas y Florida (Brown *et al.* 1995b, Schuster *et al.* 1990). En 1990, una situación similar ocurrió en Arizona y California. El biotipo B fue identificado posteriormente en Antigua, Barbados, República Dominicana, Grenada, Guadalupe, Puerto Rico, Trinidad y Tobago, St. Kitts y Nevis, y en 1990 ó 1991 en México (estado de Quintana Roo) (Brown 1994); en 1992, éste biotipo fue encontrado al oeste de México (Sonora), Belice y Nicaragua (Brown 1993). En 1993, también se informó su presencia en casi toda América Central y éste se había desplazado a Brasil (Brown *et al.* 1995b). En 1994, este fue encontrado en Venezuela y en México y se movió hacia el sur, por la costa oeste de Sinaloa y Tamaulipas (Brown 1994). El biotipo B fue identificado recientemente en Colombia (C. Cardona, CIAT, Cali, Colombia, *Com. personal*).

En muchos lugares se ha presentado la siguiente situación, se observan grandes poblaciones de mosca blanca en plantaciones de tomate y posteriormente una maduración irregular de los frutos debido a la fitotoxicidad de la saliva de los estados inmaduros de este insecto (Schuster *et al.* 1990). Además el uso de plaguicidas se incrementa dramáticamente y los productores tratan de controlar las altas poblaciones de mosca blanca sin mucho éxito. Entre 2 y 5 años después se observan los síntomas del virus en las plantas de tomate, primero, la incidencia es baja pero rápidamente se incrementa hasta alcanzar niveles epidémicos. El rendimiento se reduce hasta llegar a ser nulo, y las plantaciones de tomate en producción suelen ser abandonados. Debido a que el precio del tomate sube como resultado de la escasez, algunos agricultores producen tomate realizando aplicaciones frecuentes de insecticidas altamente tóxicos. Sin embargo, el rendimiento de tomate continúa bajando.

### Historia de casos

Se presenta un resumen de la historia de algunos geminivirus, los cuales fueron seleccionados con el propósito de ilustrar el desarrollo, proliferación y complejidad de este grupo de patógenos. Los virus se

clasificaron según la ubicación geográfica, iniciando con Estados Unidos (Florida), México, América Central, América del Sur y el Caribe.

**Geminivirus en tomate en Estados Unidos.** En Florida, los geminivirus no fueron considerados un problema para la producción agrícola, hasta la aparición del virus del moteado del tomate (ToMoV) en 1989 (Kring *et al.* 1991). La producción agrícola en Florida ha sido monitoreada durante más de 40 años, por lo que es poco probable que no se detectara el brote de enfermedades producidas por geminivirus. *B. tabaci* ha estado presente en Florida, por lo menos, desde finales de 1800. En los años 50's se encontraron varias malezas con síntomas del mosaico dorado y a inicios de 1980 fueron reconocidas como hospedantes de geminivirus (Hiebert *et al.* 1995). En 1987, por primera vez, se informó de plantaciones de tomate con altas poblaciones de mosca blanca, identificadas después como *B. tabaci* biotipo B (Schuster *et al.* 1990). Por primera vez se observaron con baja incidencia plantas de tomate con síntomas inusuales. Durante el cultivo de primavera de 1989, al suroeste de Florida, en el cultivo de otoño de ese mismo año, se informó de una incidencia elevada (Fig. 2) (Kring *et al.* 1991). Pocos meses después, el agente causal de la enfermedad fue identificado como un geminivirus transmitido por mosca blanca, y en un año, se había determinado la secuencia del virus, el cual era diferente (Abouzid *et al.* 1991). Aunque se realizaron estudios en un amplio ámbito de hospedantes, no se identificaron malezas hospedantes importantes (McGovern *et al.* 1994, Polston *et al.* 1993a). En algunas plantaciones la incidencia de plantas infectadas con ToMoV llegó a 100% al final de varios ciclos de cultivo (Polston *et al.* 1996, Polston *et al.* 1993b). A pesar de las frecuentes aplicaciones de insecticidas, que inclusive llegaron a ser diarias, se registró una alta incidencia. Desde 1994, los agricultores han utilizado imidacloprid, un insecticida sistémico, que ha reducido la incidencia del ToMoV (Polston *et al.* 1994b).

Se considera que el ToMoV se originó en Florida; sin embargo, este virus también se encontró en algunas plantas en Virginia, fue epidémico en Carolina del Sur y Tennessee, y se ha vuelto endémico en Puerto Rico (Brown *et al.* 1995a, Hiebert *et al.* 1995, Polston *et al.* 1995). La presencia puede ser resultado del traslado desde Florida de semilleros de tomate infectados con este virus.

Las epidemias causadas por el virus tejano del pimentón (TPV) ocurrieron por primera vez en 1987 en tomate y chile en Texas, y fueron asociadas con pobla-

ciones altas de *B. tabaci*, biotipo B (Stenger *et al.* 1990). La epidemia solamente duró pocos años y desde esa época, en este estudio el virus no se ha presentado en proporciones epidémicas en tomate. Sin embargo, las epidemias de este virus son comunes en tomate y chile en el estado de Tamaulipas, al noroeste de México (Torres-Pacheco *et al.* 1996).

El virus huasteco del pimentón (PHV) fue detectado en ese cultivo, en Estados Unidos desde 1987 (Stenger *et al.* 1990). Al igual que el TPV, el PHV es capaz de infectar tomate y en México fue detectado en ese cultivo (Torres-Pacheco *et al.* 1996). Posiblemente, estos virus se encuentren en tomate en Texas, aunque existen pocos informes de epidemias.

Una epidemia de un geminivirus, el cual podría haber sido TPV o PHV, se presentó en la primavera de 1997 en tomate cultivado en invernadero, cerca de Davis, Texas (J.E. Polston, sin publicar). Una situación similar ocurrió en Arizona, donde se detectó el TPV en chile y el virus del mosaico dorado del pimentón Serrano (SGMV) en chile y tomate (Brown y Poulos 1990). Aunque ambos virus son capaces de afectar el tomate, no se han informado de epidemias en Arizona. Se desconoce la razón de la ausencia de reportes de epidemias causadas por PHV, TPV y SGMV en tomate, en los Estados Unidos.

**Geminivirus en tomate en México.** Desde 1970 se observaron los síntomas causados por el virus del chino del tomate (CdTV) en ese cultivo en el estado de Sinaloa, al noreste de México, (Brown y Nelson 1988, Gallegos 1978). En este país se presentaron epidemias de esa enfermedad entre 1970 y 1983, y anualmente desde 1988, unido a la presencia de altas poblaciones de *B. tabaci* (Brown y Nelson 1988). Las epidemias presentadas a partir de 1990, se deben, en gran medida, a la aparición del biotipo B de *B. tabaci* (Torres-Pacheco *et al.* 1996). Los síntomas del CdTV en tomate son muy severos comparados con los de la mayoría de geminivirus y su ámbito de hospedantes es amplio (Fig. 3) (Brown y Nelson 1988). En Sinaloa, el virus puede ser encontrado tanto en plantaciones de tomate como de chile. En una investigación reciente realizada en plantaciones de chile y tomate en México, se encontró por primera vez el CdTV en los estados de Chiapas, Morelos y Tamaulipas (Torres-Pacheco *et al.* 1996). Estos resultados demuestran que actualmente este virus está presente actualmente en todas las áreas productoras de tomate en México. Se ha mencionado que esto pudo deberse al traslado de semilleros de tomate desde Sinaloa a otras áreas productoras. En este

estudio, se encontró que el virus del chino del tomate coexiste, con al menos, otros dos geminivirus, el PHV y el TPV. Esto ha complicado, no sólo su detección e identificación, sino también el manejo de la enfermedad. En Sinaloa, en los últimos años, ha disminuido la frecuencia de detección del CdTV, lo cual sugiere que este está siendo desplazado por otros geminivirus.

Las epidemias del TPV ocurren rutinariamente en tomate y chile en el estado de Tamaulipas, en el noreste de México (Torres-Pacheco *et al.* 1996). Un segundo virus asociado con estas epidemias es el virus del chile jalapeño (PJV), el cual fue encontrado posteriormente en tomate en Sinaloa y en chile en otros estados en México (Torres-Pacheco *et al.* 1996). Recientemente este virus ha sido reclasificado como una cepa del TPV (Torres-Pacheco *et al.* 1996). Las dos cepas varían en distribución geográfica, expresión de síntomas y posiblemente, en el ámbito de hospedantes (Stenger *et al.* 1990, Torres-Pacheco *et al.* 1996). El virus PHV tiene una distribución amplia en México y ha sido detectado tanto en chile como en tomate (Torres-Pacheco *et al.* 1996). Una cepa distinta del PHV se encontró en tomate en Sinaloa en 1990 (Hou *et al.* 1996, Torres-Pacheco *et al.* 1996).

Se ha informado de otros geminivirus infectando tomate en México. Estos son el virus del enrollamiento foliar del tomate de Sinaloa (STLCV), el virus del mosaico dorado del pimentón Serrano (SGMV), el virus rugoso de la hoja del tomate (TLCrV) y los virus que causan el rizado amarillo y la enfermedad tigre (Brown *et al.* 1993, Brown y Poulos 1990, Paplomatas *et al.* 1994, Torres-Pacheco *et al.* 1993). Actualmente, solo se conoce parcialmente, la relación entre estos virus y su impacto en la producción de tomate en México. El virus rugoso de la hoja del tomate y el CdTV parecen ser cepas de una misma especie (Paplomatas *et al.* 1994, Torres-Pacheco *et al.* 1996). El SGMV, que también infecta el tomate y el chile en Sinaloa, parece estar estrechamente relacionado al TPV y el PJV (Brown y Poulos 1990, J.K. Brown, Universidad de Arizona, Tucson, *Com. personal*). En por lo menos un caso, una enfermedad en tomate resultó ser una infección causada por dos geminivirus (Garzón *et al.* 1993). En resumen, los geminivirus que infectan el tomate en México a menudo ocurren como complejos con otros geminivirus, y la composición de éstos varía entre épocas de producción y localidades. En pocos años, conforme se recolectan y comparen más secuencias de geminivirus, se conocerán mejor las infecciones de geminivirus en tomate en México.

**Geminivirus en tomate en América Central.** En América Central, una enfermedad en tomate que se considera fue causada por un virus transmitido por mosca blanca fue documentada por primera vez entre 1983 y 1984 en el Valle del Sébaco, una zona productora de tomate en Nicaragua (Rosset 1986). A mediados de 1986, el director de la Estación Experimental del Valle del Sébaco informó que el 100% de las plantas de tomate de las parcelas experimentales estaban infectadas con el virus (P.K. Anderson, *sin publicar*). Esta fue el primer informe conocido de un geminivirus en tomate en América Central.

Posteriormente, se informó de enfermedades en tomate asociadas con *B. tabaci*, los cuales causaron consecuencias económicas significativas, en Guatemala en 1987, en El Salvador y Costa Rica en 1988, en Honduras en 1999, y en Panamá en 1991 (Caballero y Rueda 1993, Dardon 1993, Hilje *et al.* 1993, Serrano *et al.* 1993, Zachrisson y Poveda 1993). En 1989, se informó sobre la segunda detección de un geminivirus, en plantas de tomate en crecimiento, en el Valle Central de Costa Rica, para lo cual se utilizó un microscopio de luz y electrónico (Meneses *et al.* 1989). Aunque los geminivirus causan pérdidas significativas en el rendimiento de tomate en las zonas productoras de Centroamérica (Cuadro 3), se conoce muy poco sobre estos virus en comparación con los que se han determinado en otras partes del hemisferio Occidental. El TPV, identificado en tomate en Guatemala (D.P. Maxwell, Universidad de Wisconsin, Madison, *Com. personal*), es el único de los geminivirus de este cultivo, identificado en la región, que fue caracterizado previamente. Otros geminivirus con nombres provisionales han sido identificados en Guatemala (TomatoGV1, TomatoGV2), Honduras (TomatoGV1), y Nicaragua (TomatoGV1) (Nakhla *et al.* 1994b; D.P. Maxwell, *Com. personal*). El geminivirus 1 del tomate (tomatoGV1) podría estar relacionado al virus del rizado de la hoja del zapallo (Nakhla *et al.* 1994b). Al menos un geminivirus ha infectado tomate en Belice, pero no conoce su relación con el geminivirus 1 del tomate (TomatoGV1) y con geminivirus 2 del tomate (TomatoGV2) (Leiss *et al.* 1995, O'Doherty 1995). El geminivirus del tomate encontrado en Costa Rica parece ser diferente y es conocido como el virus del moteado amarillo del tomate (Fig. 4) (Nakhla *et al.* 1994b, D.P. Maxwell, *Com. personal*).

**Geminivirus en tomate en América del Sur.** Una enfermedad, que después se determinó que era causada por el virus del mosaico amarillo del tomate (TYMV),

se encontró por primera vez en tomate en Venezuela en el decenio del 90 (Debrot y Dao 1963, Lastra y Uzcátegui 1975, Uzcátegui y Lastra 1978). Este virus produce en el tomate infectado un mosaico amarillo brillante característico y constituye una limitante para la producción de ese cultivo (Lastra y Uzcátegui 1975). A mediados del decenio de los 70, casi el 100% de las plantas examinadas durante la floración mostraron los síntomas característicos del TYMV (Lastra y Uzcátegui 1975) (Fig. 5). Entre 1990 y 1991, en Venezuela se observó por primera vez el biotipo B de *B. tabaci* y una maduración irregular de los frutos de tomate. En 1997, una cepa del virus del mosaico amarillo de la papa (PYMV) fue identificado en plantas de tomate afectadas (Guzmán *et al.* 1997). La secuencia de este virus fue distinto a la del PYMV caracterizada en papa en el decenio de los 80 (Roberts *et al.* 1988). Curiosamente en 1986, en evaluaciones realizadas en invernadero con PYMV aislados de plantas de papa, revelaron que el tomate era un hospedante. Sin embargo, no hay informes de infecciones naturales ocasionadas por este virus en tomate (Salguero 1994). También se identificó otro virus, en las mismas áreas donde se encontró el PYMV. No se conoce la relación que existe entre este virus y el TYMV.

La primera vez que se reconoció en América un geminivirus como la causa de una enfermedad transmitida por mosca blanca en tomate, fue con el virus del mosaico dorado del tomate (TGMV) en Brasil. Este virus constituye un problema en la producción de tomate en Brasil desde inicios de los años 60 (Flores *et al.* 1960). En 1975, el TGMV fue purificado y se observaron partículas geminales (Matyis *et al.* 1975). El TGMV fue uno de los primeros geminivirus a los cuales se les determinó la secuencia (Hamilton *et al.* 1981). Curiosamente, en investigaciones recientes en Brasil no encontraron el TGMV (Bezerra *et al.* 1996, Rezende *et al.* 1996, F. M. Zerbini, Universidad Federal De Viçosa, MG, Brasil, *Com. personal*).

Desde 1994, han aparecido varios geminivirus en tomate en Brasil. Estos han sido detectados en todas las localidades en que se examinaron plantas (Bezerra *et al.* 1996, Ribeiro *et al.* 1994, Zerbini *et al.* 1996, F. M. Zerbini, *Com. personal*). En el estado de Minas Gerais, se identificaron dos geminivirus bipartitas asociados a los síntomas del virus del mosaico amarillo. Provisionalmente estos fueron llamados TGV-BZ-Ig y TGV-BZ-Ub; la comparación de sus secuencias con las de otros virus revelaron que son virus diferentes, y que tienen más relación con el virus del mosaico dora-

do del frijol de Brasil (tipo 1) y TGMV (Rezende *et al.* 1996, Zerbini *et al.* 1996). En el estado de São Paulo, otro geminivirus llamado virus del rayado amarillo de la nervadura del tomate (ToYVSV) fue identificado (Faria *et al.* 1997). Investigaciones preliminares mostraron una similitud del 80% en la secuencia del ToYVSV con el TGV-BZ-Ig y el TGV-BZ-Ub (F.M. Zerbini, *Com. personal*). En los estados de Río de Janeiro, Bahía, Pernambuco y en el Distrito Federal también se han aislado geminivirus en tomate (Ribeiro *et al.* 1996, Ribeiro *et al.* 1994). Las secuencias completas de estos geminivirus no están disponibles aún, pero los resultados preliminares indican que éstas son diferentes a las descritas previamente (I.C. Bezerra, EMBRAPA-CNPq, Brasilia, D.F.-Brasil, *Com. personal*). En conjunto, los estados donde se han detectado geminivirus en tomate representan más del 75% de la producción de tomate (tanto para procesamiento como para su venta como vegetal fresco) de Brasil.

En São Paulo, el biotipo B de *B. tabaci* se observó por primera vez entre 1990 y 1991, posiblemente, éste fue introducido desde Europa con la importación de plantas ornamentales (Melo 1992). En 1993, este biotipo se encontró en el Distrito Federal, tanto en cultivos como en malezas (França *et al.* 1996). Este biotipo de mosca blanca también ha sido reportado en los estados de São Paulo, Paraná, Río de Janeiro, Bahía y Pernambuco. Un buen ejemplo de la propagación de este biotipo de mosca blanca en Brasil, es el estado de Pernambuco. Pocos meses después de haber sido observado por primera vez, este biotipo comenzó a propagarse a cultivos de melón, sandía y tomate (Lourenço 1997). Este biotipo coloniza fácilmente el tomate, llegando a alcanzar niveles de población altos, a pesar de la competencia de plantaciones cercanas de cucurbitáceas y frijol de soya (los hospedantes tradicionalmente preferidos por *B. tabaci* en Brasil).

**Geminivirus en tomate en El Caribe.** Desde 1987, en República Dominicana, las poblaciones del biotipo B de *B. tabaci* son altas (Serra y Schmutterer 1993). En 1988, los geminivirus nativos comenzaron a aparecer y afectar la producción de tomate en el sur (Azúa) y en las áreas productoras del noroeste de ese país (Cuadro 1) (Alvarez y Abud-Antún 1995, Brown *et al.* 1992). Los síntomas, de lo que posteriormente sería conocido como el virus del enrollamiento foliar amarillo del tomate (TYLCV), se detectaron en 1992 en la región productora del noroeste (Fig.6) (Polston *et al.* 1994a). El TYLCV se describió por primera vez en 1964 en Israel, donde continúa siendo el principal fac-

tor limitante de la producción de tomate (Cohen y Antignus 1994). Con base en conversaciones con productores de tomate, se determinó que probablemente el TYLCV fue introducido, sin saberlo, por un productor de tomate de la región noroeste de la República Dominicana. Este productor de tomate en invernadero utilizaba un cultivar para consumo fresco que sólo estaba disponible para trasplante en Israel (J.E. Polston, *sin publicar*). En 1994, el virus fue identificado como TYLCV-Is mediante una prueba de hibridación de manchas, PCR y una secuencia parcial de genomas (Nakhla *et al.* 1994a, Polston *et al.* 1994a). El TYLCV fue posteriormente identificado en Jamaica y Cuba (González y Valdés 1995, McGlashan *et al.* 1994, Ramos *et al.* 1996). Todavía no se sabe si estas epidemias son el resultado de introducciones separadas o la propagación regional de una sola introducción. La presencia de síntomas del TYLCV fue informada en Cuba desde 1987, pero en República Dominicana se documentó hasta 1992 (Polston *et al.* 1994a, Ramos *et al.* 1996). El TYLCV ha sido encontrado en huertos caseros y en malezas y parece haberse establecido en el agroecosistema del Caribe (González y Valdés 1995, Serra *et al.* 1995).

El TYLCV es el único ejemplo conocido de un geminivirus introducido del Viejo Mundo al Nuevo Mundo. Todos los otros geminivirus que afectan tomate, en este hemisferio, y de los cuales ya se conoce su desarrollo tiene su origen en el Nuevo Mundo.

La distribución del virus del mosaico amarillo de la papa (PYMV) en el cultivo del tomate, parece ser de amplia distribución y podría continuar expandiéndose. El PYMV se describió por primera vez en papa en 1986 en Venezuela (Coutts *et al.* 1991, Roberts *et al.* 1988). En 1992 se observaron por primera vez en el cultivo del tomate en Martinica, síntomas semejantes a los del virus moteado clorótico, distorsión y rizado de la hoja; y en 1993, estos síntomas se apreciaron en Guadalupe (Fig.7) (Hostachy y Alex 1993, 1994). En estas islas rápidamente se detectó una alta incidencia de plantas sintomáticas en plantaciones de tomate. El biotipo B fue observado en tomate en estos dos países desde principios de 1990. El análisis de secuencias reveló que un virus, el cuál estaba estrechamente relacionado con el PYMV de Venezuela, estaba asociado a los síntomas observados en ambas islas (Polston *et al.* En prensa). Las secuencias de los geminivirus encontrados en plantas infectadas en Martinica y Guadalupe eran idénticas. El PYMV, con una secuencia prácticamente idéntica a la del virus encontrado en

Martinica y Guadalupe, también fue determinado en tomates sintomáticos en Puerto Rico (Polston *et al.* En prensa). Un PYMV con una secuencia similar también fue identificado en tomate en Trinidad y Tobago, donde, durante los últimos años han ocurrido epidemias con alta incidencia de plantas infectadas (C.M. Fauquet, ILTAB/ORSTOM-TSRI, La Jolla, CA, *Com. personal*).

En Venezuela, entre 1990 y 1991, se observó el biotipo B de *B. tabaci*, así como una maduración irregular de los frutos de tomate seguido de la aparición de nuevos síntomas de virus en los años siguientes (R. de Uzcátegui, Instituto de Investigaciones Científicas, Caracas Venezuela, *Com. personal*). En 1997, un virus como una secuencia similar a la del VMAP fue identificado en plantas de tomate que mostraban síntomas de virus (Guzmán *et al.* 1997). También se identificó otro virus, con una secuencia diferente, en las mismas áreas donde se encontró el PYMV. La relación de estos virus con el ToYMV es aún desconocida.

No se conoce cómo el PYMV se propagó tan ampliamente y en tantos lugares, al este del Caribe, y además con tan poca variación del genoma. Es posible que el virus se haya diseminado recientemente, ya sea por medio del traslado de semilleros tomate infectados o tubérculos de papa, o mediante material que contenía moscas blancas virulentas. También es posible que la mosca blanca fuera distribuida por uno o más de los huracanes, que ocurren entre junio y octubre de cada año.

### Ecología y epidemiología

El biotipo B de *B. tabaci* se está propagando a toda América. Los datos que indican que este biotipo tiene un ámbito de hospedante más amplio, es más prolífero y posiblemente tiene una capacidad de dispersión mayor que por lo menos una y probablemente, otras poblaciones nativas de *B. tabaci*, son significativos epidemiológicamente (Bedford *et al.* 1994, Bethke *et al.* 1991, Brown *et al.* 1995b, Byrne *et al.* 1996). No se ha informado sobre estudios comparativos con otros biotipos nativos de mosca blanca. A pesar de que las malezas son hospedantes importantes de la mosca blanca dentro del agroecosistema, los cultivos hospedantes son la fuente más importante de mosca blanca. La biomasa del cultivo constituye una fuente de alimentación y propagación y promueve el incremento de la población de *B. tabaci* (Byrne *et al.* 1990). Pocas investigaciones sobre preferencia de hospedantes de los biotipos nativos señalaron que el to-

mate no es un hospedante adecuado para la reproducción de la mosca blanca (Flores y Silberschmidt 1958). Sin embargo, durante el decenio pasado; se observaron especímenes de *B. tabaci* colonizando y reproduciéndose en hospedantes no preferidos, como el tomate, chile, berenjena, lechuga y repollo. Los datos experimentales mostraron que el biotipo B se adaptó rápidamente a las nuevas plantas hospedantes, mientras que las poblaciones que no pertenecían a este biotipo mostraron alta mortalidad, en estos nuevos hospedantes (Bedford *et al.* 1994). En algodón, la tasa de oviposición de las hembras del biotipo B de *B. tabaci* son significativamente más altas que las del biotipo nativo (Bethke *et al.* 1991). La mayor capacidad reproductiva y habilidad para colonizar el cultivo del tomate, han contribuido a aumentar la capacidad del biotipo B, como vector de geminivirus en tomate.

La información sobre el ámbito de hospedantes es valioso, no sólo para la caracterización de los virus, sino que también tiene implicaciones significativas para la epidemiología y manejo de los geminivirus transmitidos por mosca blanca. Varios geminivirus en tomate pueden afectar también el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), chile (*Capsium annuum* L., *C. frutescens* L.) papa (*Solanum tuberosum* L.), y tabaco (*Nicotina tabacum* L.) (Brown y Nelson 1988, Brown y Poulos 1990, Cohen y Antignus 1994, Faria *et al.* 1997, McGovern *et al.* 1994, Polston *et al.* 1993a, Roberts *et al.* 1988, Serra *et al.* 1995, Stenger *et al.* 1990, Uzcátegui y Lastra 1978). Estos son cultivos alimenticios de importancia económica en toda América. La mayoría, de las determinaciones del ámbito de hospedantes de geminivirus en tomate se han realizado mediante estudios de inoculación en invernadero. Sin embargo, los virus TPV, PHV, CdTV, SGMV y el STL CV han sido detectados en el cultivo de chile en plantaciones en México, y el PYMV fue encontrado en plantaciones de papa en Venezuela. Para la mayoría de estos virus, no existen informes sobre la determinación de cultivos hospedantes alternos.

Existe aún menos información sobre hospedantes alternos no cultivados de geminivirus en tomate. En un estudio sobre los hospedantes no cultivados de ToMoV, se evaluaron 42 especies pertenecientes a 14 familias, a partir de muestras recolectadas en la región central y suroeste de la Florida (McGovern *et al.* 1994). Para el ToMoV todas las muestras resultan negativas, excepto para *Solanum viarum* Dunal (Solana-ceae); sin embargo, la importancia de esta especie en la epidemiología del virus se considera mínima por su



**Figura 7.** Plantas de tomate infectadas con el virus del mosaico amarillo del tomate en Guadalupe, estas muestran los síntomas característicos: distorsión, enrollamiento de la hoja, y moteado clorótico.

baja tasa de infección en el campo y la dificultad de transmisión del virus desde esta planta al tomate. No obstante, en Israel se han identificado plantas hospedantes no cultivadas que son reservorios significativos para TYLCV (Cohen y Antignus 1994). En República Dominicana y Cuba, algunas investigaciones sugieren que el TYLCV puede estar en muchas especies de plantas no cultivadas (González y Valdés 1995, Serra *et al.* 1995). Existe poca información sobre malezas hospedantes para muchos patosistemas de geminivirus que afectan tomate.

La epidemiología cuantitativa sobre patosistemas de geminivirus transmitidos por mosca blanca es limitada. Se están desarrollando modelos regionales cuantitativos y modelos de campo (propagación en el campo), pero ninguno de estos modelos propuestos ha sido validado (Allen *et al.* 1995, Anderson 1993). Aunque hay más información sobre la identificación y distribución de los geminivirus que infectan el tomate en América, los datos más importantes sobre la biología y ecología de los patosistemas es escasa. Para el manejo de estas enfermedades es clave el progreso en las evaluaciones cuantitativas de los patosistemas del virus.

## Manejo

**Prácticas de protección de cultivo.** El manejo de los geminivirus en tomate es difícil y costoso. El manejo regional deberá basarse, indudablemente, en la reducción de la mosca blanca, y en lo posible, en la reducción del inóculo del virus. El estudio de hospedantes naturales del ToMoV (McGovern *et al.* 1994), aclaran-

do, que el tomate fue el único hospedante importante del virus, condujo a recomendaciones de control (eliminación inmediata del cultivo), las cuales habrían sido más efectivas, si una mayor cantidad de productores las hubieran adoptado. En República Dominicana, los períodos de eliminación de hospedantes de mosca blanca, impuestos por el gobierno, redujeron la incidencia del TYLCV al inicio de la época de producción de este cultivo, en aquellas áreas donde esta medida fue respetada. Sin embargo, el desacato a esta medida es común, impidiendo el manejo de la mosca blanca y los geminivirus. Para un manejo basado en el cultivo, las dos tácticas implementadas con mayor frecuencia para proteger los cultivos de los virus transmitidos por insectos, incluyendo los geminivirus transmitidos por mosca blanca, son el uso de insecticidas y de variedades resistentes.

Los insecticidas son la práctica más utilizada y constituyen el enfoque más costoso para el manejo de geminivirus. Muchos insecticidas, aceites y jabones son utilizados para reducir las poblaciones de mosca blanca y la incidencia de plantas infectadas, tanto en condiciones de invernadero como de campo (Schuster *et al.* 1993). En algunos lugares y épocas, el uso de insecticidas puede reducir la incidencia de plantas infectadas, hasta alcanzar niveles económicamente satisfactorios. Sin embargo, bajo otras circunstancias, p.e. cuando cerca hay poblaciones de mosca blanca virulentas, los insecticidas son menos eficaces. En gran parte de las áreas tropicales de América, hay pocos insecticidas eficaces disponibles, debido al desarrollo de resistencia a estos productos por parte de las poblaciones de mosca blanca y, en el caso de pequeños productores, a su elevado costo. En muchas áreas (p.e. República Dominicana, Florida y México), el manejo de geminivirus depende casi exclusivamente del uso de insecticidas. Un insecticida introducido recientemente, imidacloprid, ha tenido en los últimos años, un impacto mayor en las poblaciones de mosca blanca y en la incidencia de geminivirus (Polston *et al.* 1994b). Recientemente, se informó de la resistencia al imidacloprid en España (Cahill *et al.* 1996). La eficacia de los insecticidas puede incrementarse cuando se rotan productos de grupos diferentes y se hace en conjunto con una evaluación regular (Schuster *et al.* 1993).

Actualmente, no hay ningún cultivar de tomate disponible comercialmente, que sea resistente al vector. Tampoco, existen cultivares de tomate disponibles con resistencia o tolerancia moderada a ninguno de los geminivirus que infectan este cultivo, a excepción

del TYLCV. Los cultivares tolerantes al TYLCV a menudo no se comportan tan bien con la mayoría de otros geminivirus presentes en América (Scott *et al.* 1995). Por lo tanto, la mayoría de variedades de tomate utilizadas en América son completamente susceptibles a los complejos de geminivirus nativos. Muchos de los programas comerciales y de mejoramiento, implementados por las universidades, procuran desarrollar variedades de tomate resistentes a los geminivirus. Algunas líneas mejoradas de tomate, reportadas como tolerantes al TYLCV han sido evaluadas en condiciones de campo y parecen ser fuentes promisorias de resistencia a geminivirus presente en Brasil, Florida y República Dominicana (Giordano *et al.* 1996, Scott *et al.* 1995). Hasta la fecha, se han encontrado dos tipos de resistencia: 1) resistencia derivada de diversas especies de *Lycopersicon*, la cual es principalmente multigénica; 2) varios genes de geminivirus (resistencia derivada de patógenos), cuando son transferidos a las plantas han demostrado ser fuentes útiles de resistencia. En general, los productos disponibles comercialmente como resistentes al TYLCV son eficaces cuando existen poblaciones de mosca blanca con virulencia de moderada a alta y cuando las plantas son inoculadas dentro de las primeras semanas después de su trasplante al campo. Por lo tanto, actualmente, el manejo del vector es un complemento esencial al uso de cultivares resistentes.

Muchas tácticas culturales y legales como la eliminación de cultivos y períodos de barbecho han logrado disminuir la incidencia de plantas infectadas con geminivirus. Sin embargo, estas prácticas no parecen ser eficaces, a menos que sean utilizadas en combinación con insecticidas o cultivares resistentes. El tener épocas sin la presencia de hospedantes de mosca blanca, permite reducir las poblaciones de este insecto y en algunos casos disminuye el número de vectores virulentos. Los semilleros de tomate deben producirse a muchos kilómetros de distancia de las áreas de producción. El uso de coberturas en surcos de plantas en crecimiento pueden ayudar a retardar la aparición de la infección. No se deben sembrar nuevas plantaciones de tomate cerca o en dirección al viento, desde plantaciones ya establecidas. Las coberturas que reflejan el UV han logrado disminuir la incidencia de plantas de tomate infectadas con el virus, en las primeras etapas del ciclo de cultivo (Csizinszky *et al.* 1995).

En la mayoría de las áreas donde los geminivirus infectan tomate no se ha logrado establecer un manejo regular y económicamente viable. Sin embargo, dos

áreas productoras, Florida y República Dominicana, han logrado manejarlos exitosamente durante muchos años.

**Manejo en Florida.** El tomate para consumo fresco, es producido, principalmente, en grandes extensiones, en camas con coberturas plásticas para la protección y soporte de la planta. Generalmente, la siembra es más sincronizada que en el trópico, y no se produce durante todo el año. Solamente un geminivirus, el ToMoV está presente. Debido a que el ámbito de hospedantes y de investigaciones en condiciones de campo mostraron que los cultivos viejos de tomate, así como los plantados constituyen las fuentes de ToMoV más importantes (McGovern *et al.* 1994, Polston *et al.* 1993a), los productores de tomate fueron persuadidos a mejorar los aspectos fitosanitarios en las plantaciones, al final de la época de cultivo y a dejar períodos de descanso entre épocas de siembra (Polston *et al.* 1993b). Además, muchos productores dejaron de producir sus propios semilleros y comenzaron a comprarlos a productores comerciales que no están ubicados cerca de las plantaciones de tomate. La táctica de manejo más importante ha sido el uso de un insecticida sistemático, imidacloprid, el cual es eficaz en todas las etapas de vida de la mosca blanca. Desde 1994, este insecticida ha sido aplicado al suelo en casi todas las plantaciones de tomate, tanto en invernadero como en el campo. La mayoría de los productores aplican imidacloprid durante la época de siembra en una dosis que es eficaz durante 8 semanas, después usan diferentes insecticidas foliares. La incidencia de plantas infectadas con el ToMoV se redujo en el primer ciclo y continúa bajando. Tres años después, la incidencia sigue siendo muy baja. Este enfoque de manejo del virus es costoso pero eficaz, con un ciclo de enfermedad relativamente corto en un contexto de siembras relativamente sincronizadas.

**Manejo en República Dominicana.** Hasta inicios de los años 90, la producción de tomate en República Dominicana se caracterizó por estar en manos tanto de pequeños como grandes productores, principalmente el tomate industrial, y cultivado durante todo el año. Los semilleros se producían cerca de las plantaciones, y no se utilizaban insumos caros como las coberturas plásticas. Después de la llegada del biotipo B, aparecieron muchos geminivirus en tomate, incluyendo el TYLCV; el manejo de este virus es más difícil que el de muchos otros geminivirus. El TYLCV se transmite con mayor facilidad que otros geminivirus, y tiene hospedantes alternos como las malezas y jardi-



nes (Serra *et al.* 1995). Un período de tres meses sin hospedantes de la mosca blanca ayudó a reducir las poblaciones de un geminivirus en frijol, esta medida se mantuvo para ayudar a los productores de tomate. El cumplimiento de esta medida era esencial, pero no se cumplió lo establecido por el gobierno. En República Dominicana los grandes productores lograron un manejo exitoso económicamente contando con los recursos financieros necesarios. Algunos productores hacen sus semilleros en áreas donde se eliminaron plantaciones de tomate. Ocasionalmente, ellos utilizan terrenos lejanos a otras áreas de producción de este cultivo. Muchos utilizan cultivares resistentes al TYLCV, los cuales son más caros, pero normalmente su rendimiento es aceptable. Los productores también realizan varias aplicaciones de imidacloprid realizadas durante todo el ciclo del cultivo, iniciando desde la etapa de semillero. Además, ellos han reducido la época de producción para evitar las altas poblaciones de mosca blanca que se presentan entre febrero y marzo. El efecto de los cambios en las prácticas de manejo, lograron disminuir los daños causados por geminivirus en tomate a inicios de 1994 (Cuadro 1) (Serra *et al.* 1995).

En contraste al éxito de los grandes productores, muchos de los pequeños productores de República Dominicana no sembraron más tomate. Estos productores no tenían recursos económicos para utilizar las tácticas de manejo utilizado por los grandes productores. Sin embargo, la producción a pequeña escala es característica del trópico. A estos productores se les podría ayudar poniendo a su disposición cultivares resistentes, de polinización abierta y mediante el desarrollo de prácticas culturales apropiadas, que reduzcan tanto la población de mosca blanca como de virus. El manejo de geminivirus por productores que cultivan parcelas y poseen recursos limitados, en un contexto de producción durante todo el año, constituye el mayor desafío del manejo de geminivirus.

## Conclusión

Este artículo resume la dinámica de los geminivirus transmitidos por mosca blanca y que afectan el tomate en América. Los geminivirus amenazan la producción desde hace décadas; sin embargo, en el último decenio, la incidencia se ha incrementado alarmantemente (Anderson y Morales 1994). En los años 70, sólo se tenía informes de infecciones en tomate causadas por los virus CdTV, ToYMV y TGMV, y habían unos pocos informes orales de otros países con problemas similares.

En 1996, se había informado de aproximadamente 17 especies de geminivirus, más cepas nuevas. Muchos virus más han sido reportados, pero su taxonomía no está clara. También, frecuentemente se ha informado del incremento de las pérdidas en el rendimiento del cultivo. Los geminivirus transmitidos por mosca blanca en tomate han comenzado a distribuirse geográficamente, ocasionando epidemias devastadoras en los países americanos. Además de la emergencia, la evolución reciente podría ser la causa de la aparición de algunos de estos virus.

La distribución geográfica probable de algunos geminivirus se está expandiendo. Esta es la situación de los virus CdTV, PHV y TPV en México, y PYMV y TYLCV en el Caribe (McGlashan *et al.* 1994, Nakhla *et al.* 1994a, Polston *et al.* *En prensa*, Polston *et al.* 1994a, Ramos *et al.* 1996, Torres-Pacheco *et al.* 1996). Aunque esta expansión se debe a varios factores, la principal razón de la introducción de un nuevo vector, el biotipo B de *B. tabaci*, es que tiene como hospedantes a las especies de la familia Solanácea, tanto para su alimentación como para su reproducción. En la medida en que esta mosca blanca se ha propagado por todo el hemisferio Occidental nuevos geminivirus han aparecido en esos lugares. Otro factor que ha contribuido a la diseminación de estos virus es el traslado de semilleros de tomate y otras solanáceas hospedantes del virus, entre lugares distantes. A menudo, los semilleros de tomate infectados con geminivirus no muestran síntomas, lo cual ocasiona que los agricultores consideren que sus semilleros no tienen virus. Este es probablemente el método por el cual se distribuyó geográficamente el TYLCV, incluyendo los tres países del Caribe, y podría ser la causa de la expansión de geminivirus en México. Aunque se han descrito migraciones del biotipo B a distancias cortas, no se han reportado estudios sobre su movimiento a largas distancias (Byrne *et al.* 1996). Se ha especulado que los huracanes y los vientos pueden facilitar el movimiento de moscas blancas virulentas a largas distancias, sobre el agua. La evidencia circunstancial sobre esta posibilidad es la determinación de que la misma cepa del PYMV, con pocas variaciones en su secuencia, se encuentra en islas del Caribe ubicadas a 600 km entre ellas, la aparición del TYLCV en Jamaica aproximadamente un año después de su aparición en República Dominicana, y la aparición del virus mosaico dorado del frijol en el sur de la Florida dos meses después del Huracán Andrés (Blair *et al.* 1995, McGlashan *et al.* 1994, Polston *et al.* *En prensa*).

Muchos de los geminivirus reportados en el decenio pasado no eran conocidos y sus orígenes han sido sujetos de mucha especulación. Los geminivirus a menudo aparecen en infecciones complejas en tomate. En muestras de plantas recolectadas en el campo se han encontrado combinaciones de componentes de ADN (p.e. un componente A y B de un virus y un componente A de otro virus) (Guzmán *et al.* 1997, Paplomatas *et al.* 1994, Torres-Pacheco *et al.* 1996). Estos complejos no son exclusivos del tomate y se ha informado de su presencia en otros cultivos vegetales (Brown y Nelson 1988, Garzón *et al.* 1993, Polston *et al.* 1989). Estos complejos juegan un papel importante en la evolución de las cepas y especies de los virus. La pseudorecombinación (el intercambio de componentes de ADN) y la recombinación (el intercambio de ADN entre componente ADN) de los geminivirus ha sido probado en laboratorios (Gilbertson *et al.* 1993, Paplomatas *et al.* 1994). Recientemente, se determinó que una nueva cepa, altamente virulenta, del virus del mosaico de la yuca africana (ACMV) presente en la región este de África era una recombinación de dos cepas de ACMV, descritas previamente (Zhou *et al.* 1997). Los datos obtenidos en laboratorio y campo, sobre los mecanismos de variabilidad parecen confirmar la probabilidad de que algunos geminivirus del tomate podrían ser virus que han evolucionado recientemente y que son capaces de afectar el cultivo del tomate.

En la mayoría de las regiones no se ha logrado un manejo exitoso de los geminivirus transmitidos por mosca blanca en tomate. Se puede decir que para la mayoría de estos virus, las estrategias de manejo deberán tener varios componentes y estar basadas en el entendimiento total de los patosistemas involucrados. La piedra angular de la protección de cultivos será el uso

de cultivares resistentes, de manera que el desarrollo de la resistencia en el cultivo de tomate, por tanto para consumo fresco como para uso industrial es crucial. Sin embargo, un buen programa de mejoramiento dependerá del entendimiento total de los patógenos involucrados. Por tanto, la caracterización de los geminivirus, es el paso más importante para establecer un programa exitoso de mejoramiento. La liberación de cultivares debería ser complementado por estrategias de manejo del vector, las cuales actualmente se apoyan exclusivamente en insecticidas químicos. Desafortunadamente, las poblaciones de mosca blanca ya están desarrollando resistencia al producto químico imidacloprid, el cual es muy utilizado, como ha sucedido con otros insecticidas. La falta de estrategias de manejo del vector, se debe en parte, al poco conocimiento de la epidemiología de los geminivirus. Considerando la alarmante tasa de emergencia de geminivirus en tomate, se ve la necesidad urgente de desarrollar planes de trabajo apropiados. Es probable, que sólo mediante un enfoque de componentes múltiples, se puedan desarrollar estrategias económica y ambientalmente viables para el manejo exitoso de estos virus.

### Agradecimientos

Agradecemos a la Agencia Danesa para el Desarrollo por el apoyo brindado (P. Anderson); a Justine Klass de la Unidad de SIG del CIAT por la preparación de los mapas; a R.J. McGovern y F.J. Morales por la revisión técnica; y a J.K. Brown, L. Hilje, P. Himmel, R. Rivera-Bustamante, y R.C. de Uzcátegui por las fotografías. Serie No. R-05983 Revista Estación Agrícola Experimental de Florida (Florida Agricultural Experiment Station Journal).

### Literatura citada

- ABOUZID, A.M.; POLSTON, J.E.; HIEBERT, E. 1992. The nucleotide sequence of tomato mottle virus, a new geminivirus isolated from tomato in Florida. *J. Gen. Virol.* 73:3225-3229.
- ALLEN, J.C.; BREWSTER, C.C.; PARIS, J.F.; RILEY, D.G.; SUMMERS, C.G. 1995. Spatiotemporal modeling of whitefly dynamics in a regional cropping system using satellite data. *In Bemisia: 1995, Taxonomy, Biology, Damage, Control and Management.* Hants, Andover, Eng., Intercept., 111-124.
- ALVAREZ, P.A.; ABUD-ANTUN, A. J. 1995. Reporte de República Dominicana CEIBA (Honduras) 36:39-47.
- ANDERSON, P.K. 1993. Un modelo para la investigación en mosca blanca, *Bemisia tabaci* (Gennadius). *In Las moscas blancas* (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. Hilje, L.; Arboleda, O. Eds. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Serie Técnica. Inf. Tech.) No. 205. p. 27-33.
- ANDERSON, P.K.; MORALES, F.J. 1994. The emergence of new plant diseases: The case of insect-transmitted plant viruses. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 740:181-194.
- BEDFORD, I.D.; BRIDDON, R.W.; BROWN, J.K.; ROSELL, R.C.; MARKHAM, P.G. 1994. Geminivirus transmission and biological characterization of *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotypes from different geographic regions. *Ann. Appl. Biol.* 125:311-325.
- BETHKE, J.A.; PAINE, T.D.; NUESSELY, G.S. 1991. Comparative biology, morphometrics, and development of two populations of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on cotton and poinsettia. *Ann. Ent. Soc. Am.* 84:407-411.

- BEZERRA I.C.; RIBEIRO, S.G.; DE D'AVILA, A.C.; GIORDANO, L.B. 1996. Survey of geminivirus infection in tomato producing areas in the Federal District. *In* Meet. Brazil. Soc. Virol., (R 8, 1996 Sao Lourenço, MG). Proceedings. p. 289.
- BIRD, J.; BROWN, J.K.; SOSA, M.; NAZARIO, G.M. 1995. Reporte de Puerto Rico. CEIBA (Honduras) 36:37-38.
- BLAIR, M.W.; BASSETT, M.J.; ABOUZID, A.M.; HIEBERT, E.; POLSTON, J.E.; McMILLAN, R.T. Jr.; GRAVES, W.; LAMBERTS, M. 1995. Occurrence of bean golden mosaic virus in Florida. *Plant Dis.* 79:529-533.
- BROWN, J.K. 1993. Evaluación crítica sobre los biotipos de mosca blanca en América, de 1989 a 1992. *In* Las Moscas Blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y El Caribe. Hilje, L.; Arboleda, O. Eds. CATIE, Turrialba, Costa Rica. p. 1-9.
- BROWN, J.K. 1994. Current status of *Bemisia tabaci* as a plant and virus vector in agro-ecosystems worldwide. *FAO Plant Prot. Bu* 11.41:3-32.
- BROWN, J.K.; BIRD, J.; BANKS, G.; SOSA, M.; KIESLER, K.; CABRERA I.; FORNARIS, G. 1995a. First report of an epidemic in tomato caused by two whitefly-transmitted gem-iniviruses in Puerto Rico. *Plant Dis.* 79:1250.
- BROWN, J.K.; FROHLICH, D.R.; ROSELL, R.C.C. 1995b. The sweetpotato or silverleaf whiteflies: Biotypes of *Bemisia tabaci* or a species complex? *Annu. Rev. Entomol.* 40:511-534.
- BROWN, J.K.; IDRIS, A.M.; FLETCHER, D.C. 1993. Sinaloa tomato leaf curl virus, a newly described geminivirus of tomato and pepper in west coastal Mexico. *Plant Dis.* 77:1262.
- BROWN, J.K.; LASTRA, R.; BIRD, J. 1992. First documentation of whitefly-transmitted geminiviruses causing widespread disease in cotton, tobacco, and tomato in Dominican Republic and tomato in Puerto Rico. *Phytopathology* 82:607.
- BROWN, J.K.; NELSON, M.R. 1988. Transmission, host range, and virus-vector relationships of chino del tomate, a whitefly-transmitted geminivirus from Sinaloa, Mexico. *Plant Dis.* 72:866-869.
- BROWN, J.K.; POULOS, B.T. 1990. Sereno golden mosaic virus: A newly identified whitefly-transmitted geminivirus of pepper and tomato in the United States and Mexico. *Plant Dis.* 74:720.
- BYRNE, D.N.; BELLOWS, J.; THOMAS S.; PARRELLA, M.R. 1990. Whiteflies in agricultural systems. *In* Whiteflies: Their Bionomics, Pest Status, and Management. D. Gerling, ed., Intercept, Andover, Eng. p. 227-262.
- BYME, D.N.; RATHMAN, R.J.; ORUM, T.V.; PALUMBO, J.C. 1996. Localized migration and dispersal by the sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci*. *Oecologia* 105:320-328.
- CABALLERO, R.; RUEDA A. 1993. Las moscas blancas en Honduras. *In* Las Moscas Blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en America Central y El Caribe. Hilje, L.; Arboleda, O. Eds. Turrialba, Costa Rica. CATIE. p. 50-53.
- CAHILL, M.; GORMAN, K.; KAY, S.; DEN-HOLM, I. 1996. Baseline determination and detection of resistance to imidacloprid in *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Bull. Entomol. Res.* 86:343-349.
- CALIXTO, M.; VAZQUES, L.L.; MATEO, A. 1995. Reporte de Cuba. CEIBA (Honduras) 36:7-8.
- CANCINO, M.; HIEBERT, E.; PURCIFULL, D.; POL-STON, J.E.; MORALES, E. J. 1995. Mono-clonal antibody with broad specificity to whitefly-transmitted geminiviruses. *Phyto-pathology* 85:484-501.
- CHRISTIE, R.G.; KO, N.J.; FALK, B.W.; HIEBERT, E.; LASTRA, R.; BIRD, J.; KIM, K.S. 1986. Light microscopy of geminivirus-induced nuclear inclusion bodies. *Phytopathology* 76:124-126.
- COHEN, S.; ANTIGNUS, Y. 1994. Tomato yellow leaf curl virus, a whitefly-borne geminivirus of tomatoes. *Adv. Dis. Vector Res.* 10:259-288.
- COUTTS, R.H.A.; COFFIN, R.S.; ROBERTS, E.J.F.; HAMILTON, W.D.O. 1991. The nucleotide sequence of the infectious cloned DNA components of potato yellow mosaic virus. *J. Gen. Virol. J. Gen. Virol.* 72:1515-1520.
- CSIZINSZKY, A.A.; SCHUSTER, D.J.; KRING, J.B. 1995. Color mulches influence yield and insect pest populations in tomatoes. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 120:778-784.
- DARDON, D.E. 1993. Las moscas blancas en Guatemala. *In* Las Moscas Blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en America Central y El Caribe. Hilje, L.; Arboleda, O. Eds., Turrialba Costa Rica. CATIE. p. 38-41.
- DEBROT, E.; DAO, H.E. 1963. Nota preliminar sobre un "mosaico amarillento del tomate" in Venezuela *Agron. Trop.* 13:33-41.
- DIAZ, R.; BIERLY, F. 1995. Efecto de la infección por virosis transmitido por mosca blanca en diferentes fechas después del trasplante sobre la producción de tomate y chile habanero. CEIBA (Honduras) 36:111.
- FARIA, J.C.; SOUZA-DIAS, J.A.C.; SLACK, S.A.; MAXWELL, D.P. 1997. A new gem-inivirus associated with tomato in the State of São Paulo, Brazil. *Plant Dis.* 81:423.
- FLORES, E.; SILBERSCHMIDT, K. 1958. Relations between insect and host plant in transmission experiments with infectious chlorosis of Malvaceae. *Anais Acad. Brasil. Ciências* 30:535-569.
- FLORES, E.; SILBERSCHMIDT, K.; KRAMER, M. 1960. Observacoes de "clorose infecciosa" das malvaceas em tomateiros do campo. *O Biologico* 26:65-69.
- FRANÇA, F.H.; VILLAS-BÔAS, G.L.; CASTELO BRANCO, M. 1996. Ocorrência de *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring (Homoptera: Aleyrodidae) no Distrito Federal. *Anais Soc. Entomol. Brasil* 25:369-372.
- GALLEGOS, H.M.L. 1978. Enchinamiento del tomate (chino disease of tomato). *In* Enfermedades de cultivos en el estado de Sinaloa. Sinoloa, México. Secretaria Agric. Recursos Hidraulicos. p. 119.
- GARZON-TIZADO, J.A.; TORRES-PACHECO, I.; ASCENCIO-IBÁÑEZ, J.T.; HERRERA-ESTRELLA, L.; RIVERA-BUSTAMANTE, R.F. 1993. Inoculation of peppers with infectious clones of a new geminivirus by a biolistic procedure. *Phytopathology* 83:514-521.
- GILBERTSON, R.L.; HIDAYAT, S.H.; MARTINEZ, R.T.; LEONG, S.A.; FONIA, J.C.; MORALES, E.J.; MAXWELL, D.P. 1991. Differentiation of bean infecting geminiviruses by nucleic acid hybridization probes and aspects of bean golden mosaic virus in Brazil. *Plant Dis.* 75:336-342.
- GILBERTSON, R.L.; PAPLOMATAS, E.J.; GRIECO, P.D.; PATEL, V.P.; MAXWELL, D.P. 1993. Agroinfection of bean, tobacco, and tomato with two bipartite geminiviruses isolated from tomato. *Phytopathology* 83:1350.

- GIORDANO, L.B.; BEZERRA, I.C.; RIBEIRO, S.G.; D'AVILA, A.C. 1996. Breeding tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.) for resistance to whitefly-transmitted geminiviruses. In Int. Symp. Trop. Tomato Dis. (1, 1996 Recife, PE, Brazil), Conf summary.
- GIVORD, L.; FARGETTE, D.; KOUNOUNGUSSA, B.; THOUVENEL, J.C.; WALTER, B.; VAN REGENMORTEL, M.H.V. 1994. Detection of geminiviruses from tropical countries by a double monoclonal antibody ELISA using antibodies to African cassava mosaic virus. *Agronomie* 14:327-333.
- GONZALEZ A.;G.; VAADES R.; S. 1995. Virus del encrespamiento amarillo de las hojas del tomate (TYLCV) en Cuba. *CEIBA (Honduras)* 36:103.
- GUZMAN, R.; ARREDONDO, C.R.; EMMATTY, D.; PORTILLO, R.J.; GILBERTSON, R.L. 1997. Partia characterization of two whitefly- transmited geminiviruses infecting tomatoes in Venezuela. *Plant Dis.* 81:312.
- HAMILTON, W.D.O.; SANDERS, R.C.; COUTTS, R.H.A.; BUCK, K.W. 1981. Characteri-zation of tomato golden mosaic virus as a geminivirus. *FEMS Microbiol. Lett.* 11:263--267.
- HIEBERT, E.; ABOUZID, A.M.; POLSTON, J.E. 1995. Whitefly-transmitted geminiviruses. In D. Gerling and R. T. Mayer, Eds. *Bemisia: Taxonomy, Biol-ogy, Damage, Control and Management.* An-dover, Eng. Intercept. p. 277-288.
- HILJE, L.; LASTRA, R.; ZOEBISCH, T.; CALVO, G.; SEGURA, L.; BARRANTES, L.; ALPIZAR, D.; ARMADOR, R. 1993. Las moscas blancas en Costa Rica. In *Las Moscas Blancas (Homoptera : Aleyrodidae ) en America Central y El Caribe.* Hilje, L.; Arboleada, O. Eds. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. 58-63.
- HILJE, L.; MONTES, R L. 1995. Reporte de Costa Rica. *CEIBA (Honduras)* 36:157-162.
- HOSTACHY, B.; ALLEX, D. 1993. Un géminivirus de la tomate transmis par Be-misia tabaci. *Phytoma* no.456:24-28.
- HOSTACHY, B.; ALLEX, D. 1994. Géminivi-rus de la tomate du nouveau. *Phytoma* 457:4.
- HOU, Y.-M.; GARRIDO-RAMIREZ, E.R.; STIN-GLY, S.; GUZMAN, P.; GILBERTSON, R.L. 1996. Characterization of the infectious clones of the Sinaloa strain of pepper huasteco geminivirus. *Phytopathology* 86:S43.
- KRING, J.B.; SCHUSTER, D.J.; PRICE, J.F; SIMONE, G.W. 1991. Sweetpotato whitefly--vectored geminivirus on tomato in Florida. *Plant Dis.* 75:1186.
- LASTRA, J.R.; DE UZCATEGUI, R.C. 1975. Viruses affecting tomatoes in Venezuela. *Phytopathol. Z.* 84:253-258.
- LEISS, K.; SANZ, N.T.; SOSA, O. 1995. Reporte de Belice. *CEIBA (Honduras)* 36(1):5-6.
- LOURENÇO, A.L. 1997. Perspectivas de danos e controle de Bemisia argentifolii no Brasil. In *Congresso Brasileiro de Ento-mologia, Salvador, BA, Brasil.* p. 8-9.
- MATYIS, J.C.; SILVA, D.M.; OLIVEIRA, A.R.; COSTA, A.S. 1975. Purificação e mor-fologia do vírus do mosaico dourado do to-mateiro. *Summa Phytopathol.* 1:267-274.
- MCGLASHAN, D.; POLSTON, J.E.; BOIS, D. 1994. Tomato yellow leaf curl geminivirus in Jamaica *Plant Dis.* 78:12-19.
- MCGOVERN, R.J.; POLSTON, J.E.; DANYLUK, G.M.; HIEBERT, E.; STANSLY, P.A. 1994. Identification of a weed host of tomato mot-tle geminivirus in Florida. *Plant Dis.* 78:1102-1106.
- MELO, P.C.T. 1992. Mosca branca ameaça produção de hortaliças. Campinas, SP, Brazil. Asgrow do Brasil Sementes Ltda., Tech. Bull.
- MENESES, R.; DE UZCATEGUI, R.; LASTRA, R. 1989. El virus mosaico amarillo del tomate en Costa Rica. In *Reunion APS-CD, Resumenes , (29, 1989, Cali, Colombia).* p. 78.
- NAKHLA, M.K.; MAXWELL, D.P.; MARTINEZ, R.T.; CARVALHO, M.G.; GILBERTSON, R.L. 1994. Occurrence of the eastern Mediterra-nean strain of tomato yellow leaf curl gem-inivirus in the Dominican Republic. *Phytopathology* 84:1072.
- NAKHLA, M.K.; MAXWELL, M.D.; HIDAYAT, S.H.; LANGE, D.R.; LONIELLO, A.O.; ROJAS, M.R.; MAXWELL, D.R.; KITAJIMA, E.W.; ROJAS, A.; ANDERSON, P.; GILBERTSON, R.L. 1994. Two geminiviruses associated with tomatoes in Central America. *Phytopathology* 84:1155.
- O'DOHERTY, R. 1995. Report of a geminivirus disease complex associated with B-biotype of sweetpotato whitefly in Belize, Central America. *Plant Dis.* 79:1250.
- PADIDAM, M.; BEACHY, R.N.; FAUQUET, C.M. 1995. Classification and identification of geminiviruses using sequence comparisons. *J. Gen. Virol.* 76:249-263.
- PAPLOMATAS, E.J.; PATEL, V.P.; HOU, Y.-M.; NOUEIRY, A.O.; GILBERTSON, R.L. 1994. Molecular characterization of a new sap-transmissible bipartite genome geminivirus infecting tomatoes in Mexico. *Phytopathol-ogy* 84:1215-1224.
- PERRING, T M.; COOPER, A.D.; RODRIGUEZ, R.J.; FARRAR, C.A.; BELLOWS, T S. 1993. Identification of a whitefly species by genomic and behavioral studies. *Science* 259:74-77.
- POLSTON, J.E.; BOIS, D.; ANO, G.; POLIAKOFF, F.; URBINO, C. Occurrence of a strain of potato yellow mosaic geminivirus in tomato in the eastern Caribbean. *Plant Dis.* En prensa.
- POLSTON, J.E.; BOIS, D.; KEINATH, A.P.; CHELLEMI, D.O. 1995. Occurrence of tomato mottle geminivirus in South Carolina, Ten-nessee and Virginia. *Plant Dis.* 79:539.
- POLSTON, J.E.; BOIS, D.; SERRA, C.A.; CONCEPCION, S. 1994a. First report of a tomato yellow leaf curl-like geminivirus from to-mato in the Western Hemisphere. *Plant Dis.* 78:831.
- POLSTON, J.E.; CHELLEMI, D.O.; SCHUSTER, D.J.; MCGOVERN, R.J.; STANSLY, R.A. 1996. Spatial and temporal dynamics of tomato monttle geminivirus and *Bemisia tabaci* in Florida tomato fields. *Plant Dis.* 80:1022-1028.
- POLSTON, J.E.; GILREATH, P.; SCHUSTER, D.J.; CHELLEMI, D.O. 1994. Recent develop-ments in tomato geminiviruses: A new virus and a new pesticide. In *Proc. Fla Tomato Inst. C. S. Vavrina, Ed. Univer-sity of Florida, IFAS, Vegetable Crops Spe-cial Series, PRO-105* p. 65-76.
- POLSTON, J.E.; HIEBERT, E.; MCGOVERN, R.J.; STANSLY, P.A.; SCHUSTER, D.J. 1993. Host range of tomato mottle virus, a new gem-inivirus infecting tomato in Florida. *Plant Dis.* 77:1181-1184.
- POLSTON, J.E.; PERRING, T M.; DODDS, J.A. 1989. Nucleic acid probes for detection and strain discrimination of cucurbit gem-iniviruses. *Phytopathology* 79:1123-1126.
- POLSTON, J.E.; SCHUSTER, D.J.; CHELLEMI, D.O. 1993b. Advances in the management of tomato monttle geminivirus. In *Proc. Fla. Tomato Inst. C. S. Vavrina, Ed.*

- University of Florida, IFAS, *Vegetable Crops Special Series*, PRO-105. p. 69-76.
- RAMOS, P.L.; GUERRA, O.; DORESTES, V.; RAMIREZ, N.; RIVERA-BUSTAMANTE, R.; ORAMAS, P. 1996. Detection of TYLCV in Cuba. *Plant Dis.* 80:1208.
- RAMOS, P.L.; GUERRA, O.; PERAL, R.; ORAMAS, P.; GUEVARA, R.G.; RIVERA-BUSTAMANTE, R. 1997. Taino tomato mottle virus, a new bipartite geminivirus from Cuba. *Plant Dis.* 81:1095.
- REZENDE, E.A.; FILGUEIRA, F.A.R.; ZERBINI, F.M.; MACIEL-ZAMBOLIM, E.; FERNÁNDES, J.J.; GILBERTSON, R.L. 1996. Tomato infected with geminivirus under greenhouse conditions at Uberlândia-MG, Brazil. (Abstr.) *Fitopatol. Brasil.* 21:424.
- RIBEIRO, S.G.; BEZERRA, I.C.; LIMA, M.E.; DE D'AVILA, A.V.; GIORDANO, L.B. 1996. Occurrence of geminivirus in tomato plants in Bahia. *Proc. Meet. Brazil. Soc. Virol.*, 8th. Sao Lourenço, MG. p. 290.
- RIBEIRO, S.G.; MELLO, L.V.; BOITEUX, L.S.; KITAJIMA, E.W.; FARIA, J.C. 1994. Tomato infection by a geminivirus in the Federal District, Brazil. (Abstr.) *Fitopatol. Brasil.* 19:330.
- RIVERA, R. 1995. Recombinación de geminivirus y sus implicaciones en la agricultura CEIBA (Honduras) 36:99-102.
- ROBERTS, E.J.F.; BUCK, K.W.; COUTTS, R.H.A. 1986. A new geminivirus infecting potatoes in Venezuela. *Plant Dis.* 70:603.
- ROBERTS, E.J.F.; BUCK, K.W.; COUTTS, R.H.A. 1988. Characterization of potato yellow mosaic virus as a geminivirus with a bipartite genome. *Intervirology* 29: 162-169.
- ROJAS, M.R.; GILBERTSON, R.L.; RUSSELL, D.R.; MAXWELL, D.P. 1993. Use of degenerate primers in the polymerase chain reaction to detect whitefly-transmitted geminiviruses. *Plant Dis.* 77:340-347.
- ROSSET, P.M. 1986. Ecological and economic aspects of pest management and polycultures of tomatoes in Central America. Ph.D. Thesis, Ann Arbor. University of Michigan.
- RYBICKI, E.P. 1994. A phylogenetic and evolutionary justification for three genera of Geminiviridae. *Arch. Virol.* 139:49-77.
- SALAS, J.; MENDOZA, O. 1995. Reporte de Venezuela CEIBA 36(1):49-50.
- SALGUERO, R. 1994. Análisis del complejo mosca blanca-virosis en tomate. In *Taller Centroamericano y del Caribe sobre mosca blanca*. (31, 1994, Antigua, Guatemala). Ed. Mam, M., Dardon, D.; Salguero, V. *Memorias*. p. 16-22.
- SANCHEZ, A.J.; SANCHEZ, G.H.; DE AVILA, D.H.; RODRIGUEZ, L.G.; DANO, R.P. 1996. Campana contra la mosca blanca en la región Lagunera, ciclo 1996. *Taller Latinoamericano sobre Moscas Blancas y Geminivirus* (5, 1996, Acapulco, Mex.). *Memorias*. Departamento de Parasitología, Universidad Autónoma Chapingo. p. 228.
- SANCHEZ, V.; FRITAS, G.; AGUIRRE, L.; BRAVO, L.; COTEZ, E.; QUEZADA, J.; RUIZ, R.; HERNÁNDEZ, M.; RANGEL, U.; GARZON J.; RIVERA-BUSTAMANTE, R.; GILBERTSON, R.; ROJAS, M. 1996. Agroecology of a whitefly-transmitted geminivirus in an arid and isolated Serrano pepper growing region in northeastern México. *Phytopathology* 86:S117.
- SCHUSTER, D.J. 1992. Report. *Bemisia Newsl.* No. 5:1-3.
- SCHUSTER, D.J.; MUELLER, T.E.; KRING, J.B.; PRICE, J.F. 1990. Relationship of the sweetpotato whitefly to a new tomato fruit disorder in Florida. *HortScience* 25:1618-1620.
- SCHUSTER, D.J.; STANSLY, R.A.; DEAN, D.G.; POLSTON, J.E.; SWANSON, G.S. 1993. Progress toward a more sustainable pest management program for tomato. In *Proc. Fla. Tomato Inst. C.S. Vavrina*, Ed. University of Florida, IFAS, *Vegetable Crops Special Series*, PRO-105. p. 77-106.
- SCOTT, J.W.; STEVENS, M.R.; BARTEN, J.H.M.; THOME, C.H.; POLSTON, J.E.; SCHUSTER, D.J.; SERRA, C.A. 1995. Introgression of resistance to whitefly-transmitted geminiviruses from *Lycopersicon chilense* to tomato. In D. Gerling and R. T. Mayer, Eds. *Bemisia: Taxonomy, Biology, Damage, Control and Management*. Anderson, Eng. Intercept. p. 357-367.
- SERRA, C.A.; POLSTON, J.E.; CONCEPCION, S.; ORTIZ, M.; NUNEZ, J.B.; BENOIT, R.F. 1995. Host range of TYLCV-DR and its vectors and strategies to reduce damages in northwestern Dominican Republic. In *Proc. Symp. Biol. Mol. Biol. Epidemiol. Geminiviruses*. p. 15.
- SERRA, C.A.; SCHMUTTERER, H. 1993. Control of sweetpotato whitefly *Bemisia tabaci* Genn. with neem-seed extracts in tomato fields in the Dominican Republic. *Entomologen Tagung 1991, Vienna, Austria, Mitt. Dt. Ges. Allg. Angew. Ent.* 8:795-801.
- SERRANO, L.; SERMENO, J.M.; LARIOS, J. 1993. Las moscas blancas en El Salvador. In *Las Moscas Blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en America Central y El Caribe*. Hilje, L.; Arboleda, O. Eds. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. 42-49.
- STENGER, D.C.; DUFFUS, J.E.; VILLALON, B. 1990. Biological and genomic properties of a geminivirus isolated from pepper. *Phytopathology* 80:704-709.
- TORRES-PACHECO, I.; GARZON-TIZNADO, J.A.; BROWN, J.K.; BECERRA-FLORA, A.; RIVERA-BUSTAMANTE, R.E. 1996. Detection and distribution of geminiviruses in Mexico and the southern United States. *Phytopathology* 86:1186-1192.
- TORRES-PACHECO, I.; GARZON-TIZNADO, J.A.; HERRERA-ESTRELLA, L.; RIVERA-BUSTAMANTE, R.E. 1993. Complete nucleotide sequence of pepper huasteco virus: Analysis and comparison with bipartite geminiviruses. *J. Gen. Virol.* 74:2225-2231.
- UZCATEGUI, R.C. DE; LASTRA, R. 1978. Transmission and physical properties of the causal agent of mosaico amarillo del tomate (tomato yellow mosaic). *Phytopathology* 68:985-988.
- VARELA, G. 1995. Reporte de Nicaragua. CEIBA (Honduras) 36:25-27.
- ZACHRISSON, B.; POVEDA, J. 1993. Las moscas blancas en Panamá. In *Las Moscas Blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en America Central y El Caribe*. Hilje, L.; Arboleda, O. Eds. Turrialba, Costa Rica. p. 64-66.
- ZERBINI, F.M.; ZAMBOLIM, E.M.; CARRIJO, I.V.; GILBERTSON, R.L. 1996. A new bipartite geminivirus infecting tomatoes in Minas Gerais State, Brazil. (Abstr.) *Phytopathology* 86:S 1.
- ZHOU, X.; LIU, Y.; CALVERT, L.; MUNOZ, C.; OTIMNAPE, G.W.; ROBINSON, D.J.; HARRISON, B.D. 1997. Evidence that DNA-A of a geminivirus associated with severe cassava mosaic disease in Uganda has arisen by interspecific recombination. *J. Gen. Virol.* 78:2101-2111.

## Racionalidad en la toma de decisiones de MIP por pequeños y medianos caficultores de Nicaragua\*

Diego Gómez\*  
Cornelis Prins\*\*  
Charles Staver\*\*\*

**RESUMEN.** Desde 1989, se desarrolla el Proyecto CATIE/MIP/NORAD/ASDI por el CATIE e INTA. Este pretende mejorar la capacidad nacional en Manejo Integrado de Plagas (MIP) en Nicaragua, así como reforzar los conocimientos de los técnicos en aspectos técnicos y metodológicos sobre la generación y transferencia de tecnologías en este tema. Además, procura fortalecer la capacidad de los agricultores en la toma de decisiones en MIP y agricultura sostenible, principalmente en hortalizas, musáceas y café. En esta investigación participaron cuatro grupos de pequeños agricultores de café: dos de los cuales trabajan con PRODECOOP y el Proyecto MIP y los otros dos con UNICAFE. Mediante una encuesta, observación *in situ* y discusión en grupos focales, se recopiló la información sobre lo que los productores hacen, saben y opinan del MIP en café. Se determinaron diferencias notables en la forma en que los agricultores toman sus decisiones sobre la aplicación de prácticas MIP. Estas diferencias se deben a sus consideraciones sobre objetivos, estrategias de producción y a la influencia de agentes externos y conocimientos. Dos de los grupos toman muy en cuenta los aspectos agrobiológicos, sociales y económicos. Los otros dos grupos deciden la aplicación de plaguicidas basados únicamente en la presencia de la plaga. También se determinaron diferencias en la actitud y conducta de los agricultores frente al riesgo, encontrándose que sus decisiones están basadas en el conocimiento de alternativas para enfrentar ese riesgo. Por tanto, para los productores que no conocen más alternativas que la aplicación de plaguicidas, lo más importante en su decisión es evitar la pérdida de la cosecha; por el contrario aquellos que tienen información sobre otras opciones de manejo de plagas consideran menos este riesgo.

**Palabras clave:** Manejo Integrado de Plagas, Racionalidad campesina, Agricultores, Transferencia de tecnología, Café, Nicaragua.

**ABSTRACT.** The rationality of decision making in IPM by small and medium nicaraguan coffee farmers. Since 1989, have been implementing the CATIE/MIP/NORAD/ASDI project by CATIE and INTA. This project aims to improve the national capacity in Integrated Management of Pests (IPM) in Nicaragua, and also to reinforce the knowledge of extensionists in the technical and methodological features in the generation and transfer of technologies in IPM. Furthermore, it intends to strengthen the decision making capacity of farmers in IPM and sustainable agriculture, principally in vegetables, musaceas and coffee. Four groups of small coffee farmers participated in this investigation: two of which work with PRODECOOP and the IPM project and the other two with UNICAFE. Information was collected about what the producers do, know and think about IPM by means of a questionnaire, on site observation and discussion in focus groups. The distinct differences in the way the farmers make their decisions about the application of IPM practices were determined. These differences are due to their considerations about aims, production strategies and the influence of external agents and knowledge. Two of the groups particularly considered the agrobiological, social and economic aspects. The other groups make decisions about applying pesticides based only upon the presence of the pest. Differences in the attitude and behavior of farmers regarding risk were also determined, decisions are based on the knowledge of alternatives to combat this risk. Therefore, for producers who have no knowledge of alternatives to the application of pesticides, avoiding loss of the harvest is the most important consideration in their decision; on the other hand for those who have information about other pest management options this risk is not so considered.

**Key Words:** Integrated Pest Management, Small farmer rationality, Farmers, Technologies transfer, Coffee, Nicaragua.

Recibido: 26/05/99. Aprobado: 24/09/99.

\* Parte de la Tesis de M.Sc. del primer autor. CATIE. Escuela de Postgrado. Turrialba, Costa Rica.

\*\* CATIE. Area de Socioeconomía. 7170 Turrialba, Costa Rica.

\*\*\* CATIE. Proyecto CATIE/MIP-INTA. NORAD. Nicaragua. P-116 Managua. Nicaragua.

## Introducción

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) es un enfoque ecológico de manejo, en el cual, las tácticas necesarias y disponibles son consolidadas en un programa, con el propósito de evitar daños económicos y minimizar los efectos colaterales negativos (NAS 1969).

Desde 1989, el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), desarrollan en Nicaragua el Proyecto CATIE-MIP-NORAD-ASDI. Uno de los objetivos del proyecto es cooperar con el fortalecimiento la capacidad nacional para el MIP mediante la participación de los agricultores.

Este Proyecto hace énfasis en un enfoque práctico del MIP, basado en la integración de los agricultores en la generación y transferencia de tecnología, adaptada a sus condiciones socioeconómicas. También plantea innovaciones en las metodologías usadas comúnmente. En especial, puede mencionarse el seguimiento sistemático del ciclo del cultivo y de las plagas.

La existencia de factores que impiden la adopción de prácticas de manejo de recursos naturales hace, especialmente importante, entender los procesos de toma de decisiones de los agricultores y conocer sus opiniones (Kaimowitz 1996). En la toma de decisiones sobre el uso de prácticas agronómicas, el propósito de los agricultores es obtener bienestar, de acuerdo con las características de su ambiente. Esto es, que las restricciones que los agricultores enfrentan, como la cantidad de tierra, la disponibilidad de crédito y de mano de obra y otras características como la actitud frente al riesgo y las condiciones económicas, normalmente juegan un papel importante en la selección de las prácticas utilizadas y en la adopción de nuevas tecnologías (Monardes 1991). Los agricultores, adoptan las tecnologías en la medida en que perciban que obtendrá beneficios coincidentes con sus preferencias, sobre ingresos y seguridad (Pomareda 1986).

El riesgo e incertidumbre son reconocidos como factores importantes en las decisiones de adopción, especialmente, en la agricultura de pequeña escala. Conceptualmente, se hace una distinción entre el llamado riesgo subjetivo y el objetivo. El primero normalmente se refiere a la percepción del agricultor sobre el resultado de adoptar un cambio técnico. El riesgo es el impacto que pueden tener algunos elementos, como el clima y el ataque de plagas, sobre el rendimiento (Monardes 1991, Karablieh y Salem 1990).

Ramírez *et al.* (1996) menciona que probablemente el riesgo principal e inmediato, a nivel de finca, es la

pérdida de la cosecha a causa de las plagas. La mayoría de los agricultores procuran enfrentar este riesgo mediante el uso intensivo de plaguicidas sintéticos. Constantemente, ellos expresan preocupación por su seguridad y la de su familia, especialmente cuando aplican regularmente plaguicidas. Algunos de los riesgos que perciben los agricultores son, la pérdida de la cosecha, rechazo de sus productos, bajos precios, resistencia de algunas plagas y sus efectos sobre la sostenibilidad de los sistemas y áreas tradicionales de cultivo a mediano y largo plazo. Los efectos negativos que pueden resultar por la exposición a estos riesgos, son irreversibles y difíciles de compensar en forma adecuada.

La experiencia de los años 70's y 80's demostró claramente que no todos los pequeños agricultores eran tan pobres ni tan poco innovadores que no pudieran asimilar las nuevas tecnologías ofrecidas por el sector público y el privado. Fue notorio el desarrollo de gran cantidad de pequeños agricultores que buscaban incrementar el valor de la producción por superficie, mediante el uso de semillas mejoradas y productos agroquímicos, y la especialización en los cultivos que generaban mayor rentabilidad (Kaimowitz y Vartanian 1990).

En la agricultura diversificada, la información es un insumo fundamental, así como la capacidad del productor de observar e interpretar los fenómenos naturales, de combinar gran variedad de cultivos y otros elementos, y tomar decisiones oportunas y adecuadas (Roling 1994). En la medida que los agricultores estén conscientes de sus problemas y busquen información de manera activa, su interés puede lograrse mediante una estrategia basada en la respuesta a las demandas tecnológicas que ellos mismos identifiquen (Kaimowitz y Vartanian 1990). Pomareda (1986) considera que el desarrollo tecnológico agropecuario se visualiza como la ampliación del conocimiento del productor para hacer mejor las cosas, utilizar los recursos con espíritu conservacionista, cultivar material genético con mayor potencial productivo y tolerancia a plagas y aplicar insumos comerciales en cantidad y en momento adecuada.

En la época de la revolución verde, muchas de las nuevas variedades de alto rendimiento, producidas en los centros experimentales, no llegaron donde los productores marginales. No obstante, la adopción de esas nuevas tecnologías no era muy difícil en un contexto de precios relativamente favorables. En ese contexto, frecuentemente, las fuerzas del mercado y el inter-

cambio informal entre agricultores, era suficiente para promover el uso de esas variedades, sin dedicar mucho esfuerzo en extensión (Kaimowitz 1996). La meta fue implementar las prácticas individuales o paquetes de ellas. La transferencia fue generalmente muy sencilla, porque sus metas eran simples y enfocadas a corto plazo. En MIP la transferencia de tecnología es diferente porque este concepto también lo es y no se limita a implementar las prácticas de MIP. La motivación para la adopción de cualquier práctica debe basarse en el entendimiento y aceptación de los principios MIP, los cuales inducirán a los agricultores a tomar las decisiones correctas (Hruska 1994). Los fundamentos de MIP, además de la toma de decisiones, son el diagnóstico y el uso de estrategias y tácticas MIP.

La hipótesis formulada es que en la toma de decisiones en MIP los agricultores se guían por su racionalidad y estrategia de producción, **dentro de los condicionantes** de su entorno económico, político e institucional. El objetivo de esta investigación fue conocer y comprender los factores que facilitan o dificultan la apropiación y aplicación práctica y masiva del MIP, con el propósito de orientar una estrategia de difusión.

## **Materiales y métodos**

### **Áreas de estudio**

En Nicaragua se cultivan aproximadamente 84 000 ha de café (UNICAFE 1995) en las cuales participan 30 000 agricultores, de los cuales, más del 60% son pequeños (1-10 ha) y medianos productores (10-20 ha) (Galloway y Beer 1997).

Esta investigación se realizó en la región Central Norte de Nicaragua, en la que se encuentran las principales zonas cafetaleras: Madriz, Nueva Segovia y Matagalpa. En total, estas ciudades miden 37 600 km<sup>2</sup> y en ellas habitan aproximadamente el 30% de la población nacional (FAO 1995).

En el estudio participaron cuatro grupos de pequeños caficultores. Dos de los grupos fueron de Madriz, Nueva Segovia; los cuales trabajan con la Promotora de Desarrollo Cooperativo de las Segovias, S.A. (PRODECOOP) que es una organización campesina de segundo grado. Los otros dos grupos fueron de Matagalpa y recibían apoyo de UNICAFE, que es la institución privada que desarrolla más actividades de transferencia de tecnología en el cultivo de café en Nicaragua. En ambos grupos, UNICAFE utiliza el método de extensión grupal.

Los grupos apoyados por PRODECOOP son dos

cooperativas de agricultores cafetaleros beneficiados por la reforma agraria de 1985. Los grupos que trabajan con UNICAFE, son pequeños agricultores, que además de producir café, se dedican a otras actividades en su finca.

### **Región de Madriz, Nueva Segovia**

**Grupo Santo Domingo.** Cooperativa de primer nivel, llamada Gaspar García Laviana, ubicada en Santo Domingo de Telpaneca. Esta cooperativa está conformada por 200 socios y posee 500 ha, de las cuales 140 ha están dedicadas a la producción de café. De esta área 56 ha están bajo el sistema de producción orgánica y el resto está en proceso de transición.

Con este grupo, el Proyecto CATIE-MIP y PRODECOOP han realizado actividades de investigación y extensión, aplicando el enfoque y metodologías concebidas por el proyecto. Este proceso se inició en 1993, mediante talleres de capacitación de MIP en café con énfasis en un sistema de producción de bajos insumos. En los talleres participaron principalmente los directivos de la cooperativa (aproximadamente 25) quienes transmitieron los conocimientos adquiridos a los otros socios, durante la ejecución de las actividades de producción.

**Grupo San Lucas.** Cooperativa de primer nivel, denominado Alberto Vázquez; ubicada en la zona del Apante, San Lucas, Somoto. Esta cooperativa tiene 70 socios (50% hombres y 50% mujeres) Los extensionistas de PRODECOOP han desarrollado un trabajo intensivo aplicando el enfoque y metodología generada por el proyecto CATIE-MIP. Por su localización remota, la participación de las agencias de desarrollo es limitada, y el grupo se ha convertido en su propio gestor en la búsqueda de conocimientos, enviando emisarios hacia otros sectores y comunidades. La organización es más horizontal que la del grupo de Santo Domingo; todos los socios participan en la formulación de planes de producción y en la toma de decisiones, las cuales se definen en conjunto con los extensionistas de PRODECOOP. Además todos los miembros participan en el seguimiento y evaluación de los planes de producción.

### **Región de Matagalpa**

**Grupo Yasica Sur.** En este grupo, los extensionistas de UNICAFE, con el apoyo del Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central (PASOLAC), han implementado prácticas de conservación del suelo y del agua. El grupo está conformado por agricultores que recientemente se agruparon para participar en este proyecto. Ellos común-



mente utilizan plaguicidas porque la mayoría fueron trabajadores de grandes fincas de café. Además, por la cercanía a la ciudad de Matagalpa, ellos están influenciados por las empresas expendedoras de productos agroquímicos.

Los productores de este grupo no poseen conocimientos sobre la comercialización del café, el cual es vendido a compradores intermediarios que llegan a las fincas. Su acceso al crédito ha sido limitado por la falta de garantías a las fuentes de financiamiento. Los extensionistas de UNICAFE, están iniciando el proceso de capacitación sobre nuevos conceptos del manejo de las plagas. En este proceso, el MIP se presenta como la alternativa para la conservación de fertilidad del suelo y este tema constituye el eje de la actividad de extensión. En las reuniones de grupo, el extensionista obtiene información de los agricultores y recomienda opciones para solucionar los problemas fitosanitarios. Después, cada agricultor, decide si aplica las opciones recomendadas.

**Grupo Rancho Grande.** Grupo de agricultores individuales de varias comunidades que participa en el proyecto PL-480, Título III/USAID (Fortalecimiento de los servicios de transferencia de tecnología y gestión empresarial a los pequeños y medianos caficultores) impulsado por UNICAFE, para promover la producción de café orgánico. Esta fue la primera vez que el grupo participa en un mecanismo de transferencia de tecnología. Ellos también carecen de crédito para la producción y desconocen el proceso de mercadeo y comercialización del café. Este grupo se caracteriza por su dinamismo, inquietud y búsqueda continua de nueva información. El extensionista facilita la información, organizando pasantías y eventos de intercambio con otras comunidades organizadas, de lo cual el grupo hace muy buen uso.

### Recolección de datos

Debido a que los datos son cualitativos y cuantitativos, para su recopilación se aplicó una combinación de técnicas, tales como la observación sistemática *in situ*, la entrevista (parcialmente abierta y parcialmente estructurada) y la reflexión en grupos focales.

Las preguntas y observaciones se enfocaron a lo que los productores hacen, conocen y difunden sobre MIP y cómo toman sus decisiones sobre la aplicación de estas tácticas. Para esto se determinaron variables que podrían ser observadas, cuantificadas y agregadas para conformar un índice. Para determinar la aplicación de prácticas MIP se plantearon cuatro interro-

gantes y para la toma de decisiones tres interrogantes (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Interrogantes sobre la aplicación de prácticas MIP y la toma de decisiones, planteadas a los agricultores mediante una encuesta.

| Variable dependiente         | Ítems   |
|------------------------------|---|
| Aplicación de prácticas MIP  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Qué hacen y no hacen los agricultores en sus parcelas sobre MIP y por qué?</li> <li>- Definición de las plagas: ¿Cuándo se considera que una plaga es un problema?</li> <li>- Control de las plagas antes y ahora</li> <li>- Consecuencias biológicas y económicas</li> </ul> |
| La toma de decisiones en MIP | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Inicio y fin del manejo de las plagas;</li> <li>- Los elementos claves que toma en cuenta el productor para manejar las plagas.</li> <li>- Condiciones y factores críticos que influyen la toma de decisiones en el manejo de las plagas</li> </ul>                            |

### Ordenamiento y análisis de los datos

Se creó una base de datos para relacionar las variables más importantes con los grupos de agricultores. Cada interrogante o variable dependiente estuvo integrada por una serie de ítems. Cada ítem tomó el valor de uno cuando el aspecto o conocimiento era aplicado por el productor y cero en caso contrario.

Cada variable dependiente (grandes interrogantes) tomó el valor correspondiente a la suma de todos sus ítems con el propósito de dar un valor respectivo. Luego la suma de cada variable dependiente se dividió entre el número de ítems; de esta manera se construyó un índice con valores entre cero y uno para poder captar situaciones en transición y contrastar y analizar los resultados de cada grupo.

En el análisis de los resultados se aplicaron métodos cualitativos y cuantitativos y la combinación de estos dependiendo del caso. El análisis cualitativo permitió entender y explicar los fenómenos en su forma natural, tal como lo piensan y sienten los agricultores dentro de su contexto. Además de entender y explicar los fenómenos como son percibidos por los agricultores, se creó una base de datos que permitiera cuantificar los resultados y diferencias entre los grupos de estudio, para lo cual se utilizaron herramientas de la estadística descriptiva y analítica.

En el análisis cuantitativo se relacionó cada gru-

po de agricultores con los índices creados para cada variable dependiente. Para establecer las diferencias y similitudes entre los grupos de estudio, sobre la apropiación, aplicación y transmisión de tecnologías MIP, se utilizó una comparación de medias de los cuatro índices por grupos según la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) (Little & Hills 1989). Además para determinar los aspectos más significantes sobre la toma de decisiones en MIP se utilizó el análisis discriminante canónico (Johnson *et al.* 1961).

## Resultados

En lo que concierne a la aplicación de prácticas MIP en las plantaciones de café, los grupos de Santo Domingo y San Lucas realizan conteos de broca, de las enfermedades y de las malezas, además controlan la broca mediante el graniteo y pepena de frutos brocados, y ambos grupos usan *Beauveria bassiana* para el control biológico de esta plaga. Además aplican extractos de plantas con propiedades insecticidas y fungicidas, como el madero negro (*Gliricidia sepium* Jacq.). Esta planta es además mezclada con estiércol de ganado y considerada un abono foliar. Estas prácticas son integradas por ellos como actividades complementarias al manejo de las plagas en café bajo el enfoque de MIP. Ninguna de estas cooperativas usa plaguicidas, según las normas y exigencias del mercado de productos orgánicos. La poda sanitaria de las plantas de café y la regulación de sombra de los árboles dentro del cafetal son practicadas por los cuatro grupos bajo estudio.

El 50% de los agricultores en Rancho Grande monitorea la presencia de broca, el 79% observa la evolución de las enfermedades y solamente un agricultor hace recuento de malezas. El 15% de los productores controlan las plagas mediante plaguicidas y el 65% restante no usan plaguicidas sintéticos, y emplean plantas, como *G. Sepium*, con propiedades insecticidas. Dos agricultores de este grupo, que tienen parcela vitrina, mencionaron haber aplicado *B. bassiana* para el control de la broca del café. El 15% de los entrevistados manejan las malezas selectivamente, los restantes hacen un control general con base en el desarrollo de las plantas en forma calendarizada. El 30% tienen *Canavalia ensiforme* con el propósito de conservar el suelo, aportar abono a las plantas de café y manejar las malezas del cafetal.

En Yasica Sur, los agricultores realizan poda sanitaria y regulan la sombra, como parte del manejo agronómico y estético del cultivo. Ellos mencionaron

que al eliminar ramas enfermas o viejas, las plantas de café aprovechan mejor los nutrimentos. La regulación de la sombra, ejercida por los árboles, permite la entrada adecuada de luz y la planta de café aumenta su poder de reciclaje de nutrimentos y se crea también un ambiente más limpio y menos húmedo. El 25% de los agricultores hace recuentos de broca y el 20% cuantifica las enfermedades, pero ninguno hace recuentos de malezas para determinar la cantidad y tipo. Ellos señalaron que cortan las malezas presentes en los cafetales, según su desarrollo o de acuerdo a un manejo calendarizado o estacional. El 60% de los agricultores de Yasica Sur controla químicamente los insectos, enfermedades y malezas. El 35% tienen *Canavalia* en sus cafetales para conservar el suelo y el agua, lo cual han aprendido de las actividades realizadas por el proyecto de Conservación de Suelo y Agua (CSA).

Hay diferencias notables en la forma en que los agricultores toman sus decisiones sobre la aplicación del MIP (Fig. 1, Cuadro 2). Ellos consideran diferentes aspectos según sus objetivos y estrategias de producción, la influencia de agentes externos y su grado de conocimientos sobre cada aspecto.

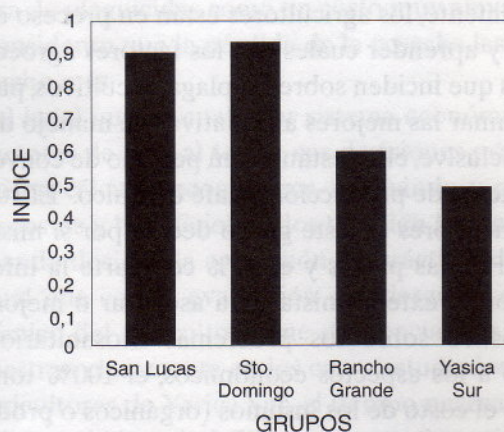


Figura 1. Índice de toma de decisiones en MIP en café, para los cuatro grupos en estudio. Nueva Segovia, Matriz y Matagalpa. Nicaragua. 1998.

CUADRO 2. Comparación de medias de los cuatro índices para cada grupo según la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS).

| Grupos      | Toma de decisiones |
|-------------|--------------------|
| San Lucas   | 0,90 a*            |
| Sto Domingo | 0,92 a             |
| Rcho Grande | 0,59 b             |
| Yasica Sur  | 0,47 c             |

\*Valores seguidos por la misma letra dentro de columna no difieren entre sí. ( $P > F = 0,0001$ ).

Los grupos de San Lucas (0,90) y de Santo Domingo (0,92) toman muy en cuenta los aspectos agrobiológicos, sociales y económicos. Las decisiones sobre el manejo de plagas están basadas en la presencia y abundancia de la plaga, la etapa fenológica del cultivo y las condiciones del clima. Además para ellos es importante la opinión de los extensionistas y de los otros socios de la cooperativa. Por las características del cultivo (café orgánico) las decisiones se basan también en las normas y exigencias del mercado para el cual producen. El precio del café, el mercadeo, el costo de los insumos, las ganancias y la disponibilidad de mano de obra y recursos financieros también influyen en el manejo de las plagas. En el grupo San Lucas, cada socio participa en reuniones, prácticas y definición de planes, entre otros con sus conocimientos individuales en la toma de decisiones de MIP en café, a diferencia del grupo de Santo Domingo donde la junta directiva y el extensionista definen las pautas en la toma de decisiones.

El grupo Rancho Grande, antes del inicio del Proyecto PL-480, controlaban las plagas del café mediante el uso de plaguicidas. Ellos únicamente consideraban aspectos de la plaga (presencia o ausencia). Actualmente, los agricultores están en proceso de observar y aprender cuáles son los factores agroecobiológicos que inciden sobre las plagas y cultivos, para así determinar las mejores alternativas de manejo de plagas. Inclusive, ellos están en un período de conversión del sistema de producción a café orgánico. El 10% de los agricultores de este grupo decide por sí mismo el control de las plagas y el 90% comparte la información con el extensionista para asegurar o mejorar su diagnóstico sobre los problemas fitosanitarios. En cuanto a los aspectos económicos, el 100% toma en cuenta el costo de los insumos (orgánicos o productos químicos) y la disponibilidad de recursos financieros para su compra. El 40% toma la decisión sobre cuando aplicar una táctica seleccionada basado en la disponibilidad de mano de obra. El 45% analiza el manejo de las plagas desde el punto de vista de la inversión y valoriza la ganancia (cantidad de dinero recibida por la producción menos los gastos por compra de plaguicidas). El 70% menciona que el manejo de las plagas no depende del precio del café en el momento de decidir sobre el control de las plagas. Con relación al sistema de mercadeo, en la actualidad los agricultores no participan en la definición de precios y mercadeo, y venden su café a intermediarios a un precio convenido al momento de la cosecha.

En el grupo de Yásica Sur, el 60% de los productores decide realizar aplicaciones de plaguicidas solamente basados en la presencia de la plaga, la cual es determinada visualmente, y nunca consideran los factores agroecobiológicos. El 90% de ellos indicó que intercambia conocimientos con el extensionista para decidir qué hacer y qué no hacer en su parcela. Sin embargo, el 100% deciden por sí mismos el manejo de las plagas en su parcela después de intercambiar información con el extensionista (ésto fue observado en la reunión de los agricultores con el extensionista) y no consultan a otros agricultores vecinos. El 55% visita las casas distribuidora de productos agroquímicos para buscar soluciones, además estas empresas les ofrecen crédito, a corto plazo, para la compra de insumos.

Con relación a los factores económicos, el 90% de los productores de Yásica Sur considera el costo de los insumos en sus decisiones sobre el manejo de las plagas y el 45% valora los recursos económicos disponibles al momento de comprar los plaguicidas, ya que en el mercado existe diferencias en el precio de estos productos, según sus características o propiedades. El 25% de los productores decide el manejo de las plagas con base en la disponibilidad de mano de obra, porque algunas prácticas de MIP requieren mayor cantidad e intensidad de mano de obra que la aplicación de plaguicidas. Por ejemplo, el corte selectivo de las malezas requiere más mano de obra que la aplicación de un herbicida convencional. El precio del café es un factor poco relevante para la toma de decisiones en esta comunidad y el 70% menciona que el manejo de las plagas no depende del precio. Independientemente, ellos consideran que siempre deben controlar las plagas, porque desean que sus cafetales están libre de insectos, enfermedades y malezas. Ningún agricultor participa en la negociación ni en el sistema de mercadeo y el producto es vendido a comerciantes intermediarios que llegan a la comunidad.

El Análisis Discriminante Canónico (Cuadro 3) reveló que en la toma de decisiones en MIP, la primera variable canónica (CAN1) explica en 84%, que los aspectos relacionados a la biología y ecología de las plagas y del cultivo (cantidad de plagas y condiciones climáticas) hacen la diferencia entre los grupos. Los grupos de Santo Domingo y San Lucas, deciden el manejo de las plagas con base en la abundancia de la plaga (recuentos) y observan las condiciones del clima. Los grupos de Rancho Grande y Yásica Sur, deciden el manejo de las plagas, únicamente con base, en la presencia o ausencia de las plagas.

En el mismo análisis, la segunda variable canónica (CAN2) explica en 97%, la influencia de los aspectos (ítems) relacionados con las restricciones económicas en la toma de decisiones. En Santo Domingo y San Lucas este factor es muy relevante, los productores son conscientes de la influencia del precio, *comercialización y la disponibilidad de la mano de obra* en la toma de decisiones. Por el contrario, los agricultores de Rancho Grande y Yasica Sur desconocen los aspectos de mercadeo y comercialización, por lo tanto dan poca importancia a la forma de manejar las plagas. Para los agricultores de Yasica Sur, el precio de café es menos importante para las decisiones del manejo de las plagas en su parcela.

### Discusión

En la adopción y aplicación de prácticas de MIP, los agricultores se basan en su racionalidad y estrategia de producción. Esto es lógico, en la medida que ellos son los gestores y decisores en su finca o cooperativa y procurarán satisfacer, de la mejor manera, sus necesidades e intereses con los medios disponibles.

Es importante destacar que estos resultados demuestran que los grupos estudiados tienen actitudes y opiniones diferentes sobre la bondad de las prácticas MIP. Estas diferencias se deben a otras experiencias, a la visión del futuro y a la relación con su entorno socioeconómico e institucional. Además influye lo que fue considerado en la hipótesis, de que los agricultores se dejan guiar por su racionalidad y estrategia de producción, pero dentro de **los condicionantes** de su entorno económico, político e institucional.

Por otra parte, la racionalidad y conducta productiva del agricultor no es estática, sino que varía en la medida en que **cambia** su relación con el entorno. En este caso, por ser el café un producto comercial, todos los productores consideran principalmente su venta y los ingresos que obtienen de ella. No obstante, este deseo conduce a una conducta diferente, según el mercado para el cual producen (tradicional u orgánico y gourmet). En el último caso, no solo hay consideraciones de cantidad sino también de calidad, por el

sobrepeso que obtienen por las características del producto. Además, si ellos no utilizaron prácticas de fitoprotección, ambientalmente adecuadas no conseguirán compradores en ese segmento del mercado. Por tanto, el tipo de mercado y ciertas prácticas productivas están relacionadas, así como los contenidos *del proceso de extensión*.

En la investigación se determinaron diferencias en la actitud y conducta de los agricultores en lo referente a la seguridad y aversión al riesgo. Todos los agricultores tratan de evitar riesgos y pérdidas causados por plagas. Pero cuando los agricultores no tienen otros conocimientos y opciones para manejar este riesgo, más que la aplicación de plaguicidas para ellos lo más importante es el riesgo de la pérdida de la cosecha. Lo contrario ocurre cuando el agricultor dispone de más información y de otras opciones para manejar este riesgo. En otras palabras, la evaluación del riesgo y de las prácticas a ejecutar varía en cada caso. Esto se demuestra claramente en el caso de Yasica Sur, donde los agricultores aún mantienen la conducta clásica de aplicar plaguicidas tan pronto observan una plaga. Esto demuestra porque, desde esta racionalidad y en esas condiciones, ellos no consideran la compra de plaguicidas como un costo muy elevado, ya que consideran que la pérdida de la cosecha les costaría mucho más.

Al igual que en cualquier sistema económico, los productores de café al tomar sus decisiones productivas hacen cálculos económicos, evaluando y comparando costos y beneficios. Ellos también hacen cálculos cuando deciden la aplicación de prácticas de MIP. Al igual que con la evaluación del riesgo, el cálculo económico del agricultor tiene diferencias, las cuales se muestran claramente en los casos estudiados. Para los agricultores de Yasica Sur, el tiempo necesario para aplicar prácticas de MIP es un costo demasiado alto, porque todavía no perciben los beneficios de ese costo y dado que manejan sus fincas familiarmente, estas prácticas los obligan a contratar trabajadores externos. Al contrario, en la cooperativa de Santo Domingo y San Lucas el tiempo adicional requerido por

**Cuadro 3.** Estadísticas multivariadas. Análisis Discriminante Canónico.

| Interrogante                   | F      | Pr>F    | Correlación Canónica | Correlación Canónica Cuadrada | Proporción | Acumulado |
|--------------------------------|--------|---------|----------------------|-------------------------------|------------|-----------|
| Incorporación de conocimientos | Wilks' | 11,1279 | 0,0001               | 0,961798                      | 0,925055   | 0,8356    |
|                                | Lambda |         |                      | 0,811289                      | 0,658188   | 0,9660    |

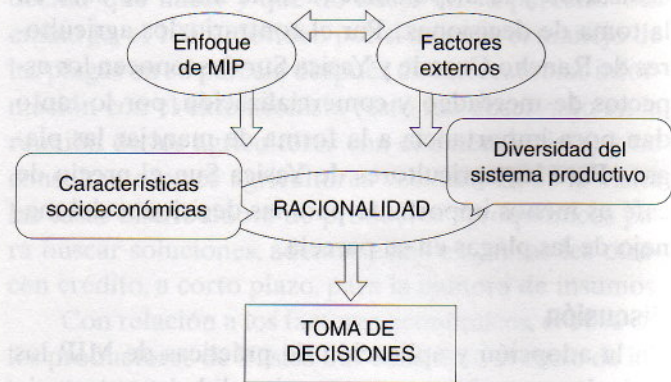
la agricultura ecológica es considerado como una posibilidad de empleo adicional para los familiares de los socios. A pesar de que esto constituye un gasto para la cooperativa por concepto de salarios, representa una entrada para la economía de las familias. Además, la inversión en tiempo y salarios, es para sus cálculos económicos, una manera de reducir los costos por otros rubros, tal como la compra de insumos externos. Por tanto, dado que los agricultores evalúan los costos y beneficios del MIP desde distintos puntos de vista, para algunos lo ecológico es perfectamente compatible con lo económico y cada vez más rentable, pero para otros, como los agricultores de Yasica Sur, existen grandes diferencias entre lo económico y lo ecológico. El grupo de Rancho Grande está en transición hacia una agricultura de bajos insumos externos y orgánica. En este proceso de transición, los agricultores han empezado a cambiar paulatinamente, su manera de ver las cosas, su cálculo de los costos y beneficios, y su toma de decisiones productivas. Además este es un grupo en constante búsqueda de nueva información y experiencias, lo que es una conducta infereente a un grupo que desea hacer la transición de la agricultura convencional a la ecológica, sin querer enfrentar demasiados riesgos.

Esto coincide con lo informado por varios autores (Karablieh y Salem 1990, Monardes 1990, Kaimowitz 1996) quienes señalan que las acciones y decisiones de los agricultores deben considerarse como respuestas racionales (racionales **desde su óptica y en sus condiciones particulares de producción**) a sus problemas, según los recursos disponibles (entre los cuales está el conocimiento local y exógeno en el manejo de la finca) y de acuerdo a sus objetivos productivos y reproductivos. Ellos toman decisiones con base en sus experiencias y en las de otros, buscando soluciones a los problemas fitosanitarios y socioeconómicos, apropiados **según su percepción e interpretación de los fenómenos**.

La toma de decisiones refleja la racionalidad de los agricultores **en una situación determinada**. Esta situación puede cambiar y con ello la racionalidad. La racionalidad funciona como un filtro de conocimientos e información y mediatiza la influencia de los factores externos (Fig. 2).

Por tanto, la toma de decisiones racionales en MIP, por parte de un agricultor, es un proceso consciente en que se establecen metas (reducir las plagas, evitar pérdidas, bajar costos, aumentar los rendimientos, etc.), se reconocen problemas (las plagas, falta de

crédito, etc.) se obtiene información (de las agencias de extensión rural, del extensionista o de otros agricultores) y se analizan las alternativas (uso de insumos locales, prácticas factibles y económicas) y finalmente, realiza la validación en su parcela.



**Figura 2.** La toma de decisiones en MIP en café.

Podría considerarse que la barrera principal para la implementación de MIP no es la falta de información detallada y cuantitativa, ni tampoco el acceso limitado a las tecnologías, sino que radica en la ausencia de un entendimiento adecuado de las percepciones y del contexto del agricultor, así como de las limitaciones y oportunidades del ambiente en que está inmerso.

## Conclusiones

- La racionalidad de los agricultores es el factor clave en la toma de decisiones en MIP y ésta es condicionada por las limitaciones y estímulos de su entorno. La racionalidad campesina toma formas distintas y particulares, según la experiencia y visión de los agricultores, y su relación con el entorno.
- El riesgo e incertidumbre son reconocidos como uno de los factores importantes que influyen en las decisiones de los agricultores sobre MIP. En la medida en que el agricultor interiorice nuevas maneras de manejar el riesgo de las plagas, el miedo de perder la cosecha ya no pesará tanto en la toma de decisiones, como cuando solamente tiene conocimientos de control y prevención de plagas mediante plaguicidas. En esto influyen los conocimientos del agricultor. También la evaluación de los costos y beneficios de MIP varía. Para algunos lo ecológico aún no es económico, mientras que para otros, lo ecológico y económico son perfectamente compatibles.

## Recomendaciones

La racionalidad de los agricultores puede invalidar cualquier tecnología desarrollada cuando no han sido considerados en el proceso de generación. Por el contrario, si se les toma en cuenta y respalda con estímulos externos (políticas, mercadeo y sistemas de extensión adecuados) ésta será un vehículo importante para la aplicación y difusión de los principios y prácticas MIP en la caficultura de Nicaragua.

Los agricultores procuran evitar riesgos y pérdidas causadas por plagas. Por tanto, una de las tareas de la investigación y extensión y un aspecto clave para la promoción de MIP, es ofrecer a los productores

nuevos elementos de juicio para manejar mejor estos riesgos.

## Agradecimientos

Al proyecto CATIE/INTA-MIP (NORAD) por el financiamiento de los estudios de postgrado del primer autor. Al personal técnico de UNICAFE, PRODECOOP, INTA-Matagalpa y a todos los especialistas, extensionistas y jefes decisores de las entidades que promueven la agricultura ecológica en las zonas cafetaleras de Nueva Segovia, Madriz y Matagalpa. Especialmente, a los agricultores de San Lucas, Santo Domingo, Rancho Grande y Yasica Sur.

## Literatura citada

- FAO. 1995. Apoyo a las organizaciones de los pequeños agricultores para la comercialización de Granos Básicos. Franja Granera Yasica Sur-Esquipulas. PROGRAMA ITALIA-FAO GCP/RLA115/ITA. MAG. PAN. FAO. p. 16-20
- GALLOWAY, G.; BEER, J. 1997. Oportunidades para fomentar la silvicultura en cafetales en América Central. CATIE, Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ. Serie Técnica. Informe Técnico; no.285. 165 p.
- HRUSKA, A.J. 1994. Nuevos temas en la transferencia de tecnologías de Manejo Integrado de Plagas para agricultores de bajos recursos. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) no. 32:38-43.
- JOHNSON, A.R.Ñ.; WICHERN, D.W. 1992. Applied Multivariate Statical Analysis. In Kaimowitz, D.; Vartanián, D. Nuevas estrategias en la transferencia de tecnología agropecuaria para el istmo centroamericano. San José, Costa Rica, IICA. Serie documentos de programas. 54 p.
- KAIMOWITZ, D. 1996. La investigación sobre manejo de recursos naturales para fines productivos en América Latina. Washington, BID. 62. p.
- KARABLIEH, K.E.; SALEM, M.A. 1990. The impact of technology on employment in the raniced farming areas of Irbid District, Jordan. In Labor, Employment and Agricultural Development in West Asia and Norht Africa. Dennis Tully. Ed. Kluwer Academic Publishers. p. 7-10.
- MONARDES, A. 1991. Análisis de adopción de tecnología agrícola en el valle central de Chile. In Transferencia de Tecnología Agropecuaria: de la Generación de recomendaciones a la Adopción: Enfoques y Casos. Santiago de Chile, IDCR-RIMISP. p. 165-185.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1969. Insect-pest management and control. Washington, D.C. Publ. No.1695. 508 p.
- POMAREDA, B.C. El financiamiento de la generación y transferencia de tecnología agropecuaria. p. 11-73.
- RAMIREZ, A.O.; MUNFORD, D.J. 1996. Formulación de políticas fitosanitarias en América Central. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) no. 40:24-34.
- ROLING, N. 1994. Faciliating sustanaible agriculture: turning policy models upside down. Beyond Farmer First. Scoones, Ian Ed. p. 245-248.

# Resistencia de *Plutella xylostella* a deltametrina, metamidofós y cartap en Costa Rica

Elizabeth Carazo  
Víctor M. Cartín L.  
Luis A. Monge V.  
Jorge A. Lobo S.  
Lisbeth Araya R.\*

**RESUMEN.** Se investigaron los niveles de resistencia a tres insecticidas convencionales, representativos de los grupos más utilizados en Costa Rica, en poblaciones de polilla del repollo (*Plutella xylostella*), provenientes de las principales zonas productoras de brasicas en Cartago y Alfaro Ruiz. Se determinó las dosis  $DL_{50}$  y concentración letal media  $CL_{50}$  y se compararon con las informadas para poblaciones susceptibles y resistentes de Hawaii y Florida. Se encontró que poblaciones de *P. xylostella* de Alfaro Ruiz, de las localidades de Zarcero y Tapezco, presentaron niveles de resistencia a metamidofós mayores que las de Cartago, los cuales son comparables con los informados para Florida; las poblaciones de Cartago poseían niveles intermedios. La  $DL_{50}$  para deltametrina en las poblaciones de Cartago y Alfaro Ruiz fueron intermedias, comparadas con las de Florida, lo cual indica que los niveles de resistencia de Costa Rica aún pueden ser manejados. No se encontró información de referencia para comparar la  $CL_{50}$  de cartap determinada para Costa Rica, por lo cual, no se hicieron inferencias sobre el grado de resistencia desarrollado por las poblaciones evaluadas.

**Palabras clave:** *Plutella xylostella*, Resistencia, Deltametrina, Cartap, Metamidofos, Repollo, Costa Rica.

**ABSTRACT. Resistance of *Plutella xylostella* to deltamethrin, metamidophos and cartap in Costa Rica.** The levels of resistance to three commercial insecticides, representative of the groups most used in Costa Rica, in populations of cabbage moth (*Plutella xylostella*), coming from the main brassica producing areas in Cartago and Alfaro Ruiz, were investigated. The  $LD_{50}$  dose and the half lethal concentration  $LC_{50}$  were determined and compared with data for susceptible and resistant populations in Hawaii and Florida. The populations of *P. xylostella* from Alfaro Ruiz, from the localities of Zarcero and Tapezco, were found to have greater levels of resistance to metamidophos than those from Cartago, which are comparable to the data for Florida; the populations from Cartago have intermediate levels. The  $LD_{50}$  for deltamethrin in the populations from Cartago and Alfaro Ruiz were intermediate compared to those for Florida, which indicates that the levels of resistance can still be managed in Costa Rica. No reference information was found to compare the  $LC_{50}$  of cartap determined for Costa Rica, therefore no deductions were made about the level of resistance developed in the evaluated populations.

**Key words:** *Plutella xylostella*, Resistance, Deltamethrin, Cartap, Metamidofos, Cabbage, Costa Rica.

## Introducción

*Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) es la principal plaga del repollo y de otras brasicas. Este insecto tiene una distribución cosmopolita. Para su

combate se ha recurrido al uso intensivo de diferentes plaguicidas (Talekar y Shelton 1993). En Costa Rica la producción de brasicas no ha escapado a esta tendencia y los insecticidas más utilizados en su control

Recibido: 17/11/98. Aprobado: 24/09/99.

\* Centro de Investigación en Contaminación Ambiental (CICA) y Escuela de Fitotecnia, Universidad de Costa Rica. Costa Rica.

\*\* Escuela de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.

\*\*\* Escuela de Ingeniería Agropecuaria Administrativa, Instituto Tecnológico de Costa Rica.

\*\*\*\* Escuela de Biología y CICA, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

\*\*\*\*\* Escuela de Estudios Generales y CICA, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

son los piretroides (permetrina, cipermetrina y deltametrina), *Bacillus thuringiensis*, los derivados de las nereistoxinas (tiociclan y cartap) y los organofosforados (grupo 4 y grupo 15) (Monge *et al.* 1994).

Esta especie se conoce, por su habilidad para desarrollar resistencia en poco tiempo a una amplia variedad de insecticidas (Cheng 1981, Yeh *et al.* 1985, Sun *et al.* 1986, Shelton *et al.* 1993a) incluyendo a los productos más novedosos como las benzofenil úreas (Talekar y Shelton 1993) y *B. thuringiensis* de origen microbiano (Georgiou 1990, Shelton *et al.* 1993b, Tabashnik 1994). También la resistencia cruzada entre diferentes grupos de insecticidas está bien documentada (Sun *et al.* 1986, Cheng *et al.* 1984, 1985). En Costa Rica, sólo se ha informado sobre la pérdida de susceptibilidad de este insecto a las aplicaciones de deltametrina en Pacayas (Blanco 1988).

Entre los mecanismos de resistencia conocidos para este insecto está la penetración química reducida, la actividad aumentada de las enzimas desintoxicación y menor sensibilidad de los sitios de actividad (Yeh *et al.* 1985).

El objetivo del presente trabajo fue determinar los niveles de resistencia a tres insecticidas convencionales, representativos de los grupos más utilizados en Costa Rica, para el combate de *P. xylostella*, en las principales zonas productoras de brasicas (Cartago y Alfaro Ruiz).

## Materiales y métodos

En varias localidades productoras de brasicas en Cartago y Alfaro Ruiz, se recolectaron larvas  $L_4$  de *P. xylostella* de enero de 1994 a setiembre de 1996. Las larvas fueron trasladadas al laboratorio del Centro de Investigación en Contaminación Ambiental (CICA) de la Universidad de Costa Rica para los bioensayos. En la investigación solamente se utilizaron larvas saludables y no parasitadas.

La determinación de las dosis letales medias ( $DL_{50}$ ) de la deltametrina (Decis 2,5) y metamidofós (Tamarón 60 SL) se realizó mediante la siguiente metodología: Se colocaron diez larvas ( $L_4$ ), de aproximadamente 6 mg de peso, en cajas de Petri de 10 cm de diámetro, y se anestesiaron con éter etílico. Posteriormente, y para cada tratamiento se realizaron aplicaciones tópicas sobre el dorso de cada larva, de 1  $\mu$ l de solución del insecticida en acetona, utilizando un microaplicador diseñado a partir de una microjeringa Hamilton de 10  $\mu$ l. En la caja de Petri, se colocó un trozo de hoja de repollo para la alimentación de las

larvas. Una vez que estas larvas se recuperaban del tratamiento con éter, se cubrían las cajas de Petri y sellaban con papel parafilm. Para cada concentración se hicieron entre cuatro y ocho repeticiones, según la disponibilidad de larvas. Las larvas del tratamiento testigo también fueron anestesiadas, pero sólo se les aplicó acetona. En los casos en que se presentó mortalidad natural no mayor al 10% en el tratamiento testigo, los datos fueron ajustados por la fórmula de Abbott (Neal 1976).

En el caso de metamidofós se prepararon diluciones que correspondían a 4000, 2000, 1000, 500 y 250  $\mu$ g i.a./g de larva. Para la deltametrina se siguió un procedimiento similar, las diluciones preparadas correspondieron a 160, 80, 40, 20, 10  $\mu$ g i.a./g de larva.

Para determinar la concentración letal ( $CL_{50}$ ) para cartap se realizó un bioensayo por ingestión, debido a la insolubilidad del compuesto en acetona. Se prepararon soluciones de 0,125, 1,25, 2,50, 6,25 y 12,5 g.i.a./L con agua destilada y se les adicionó Tritón X-100 al 0,1%.(v/v). El tratamiento testigo consistió de agua destilada y Tritón X-100. Se utilizaron discos de hojas de repollo de 5,5 cm de diámetro, los cuales se sumergieron en la solución correspondiente por 5 segundos y luego se dejaron secar por dos horas. Estos discos se colocaron en cajas de Petri conteniendo 10 larvas  $L_4$ . Para cada tratamiento, se hicieron 5 repeticiones como mínimo y la mortalidad se contabilizó a las 24 horas.

La  $DL_{50}$  para deltametrina y metamidofós o  $CL_{50}$  para cartap y los respectivos parámetros de las líneas de regresión del análisis de PROBITS (Finney 1971), se determinaron con el uso del programa POLO-PC (LeOra Software 1987). Dicho programa utiliza la mortalidad transformada a su correspondiente valor probit versus el logaritmo en base 10 de la concentración del insecticida (como variable independiente) para efectuar el análisis de regresión y obtener las dosis o concentraciones letales con sus respectivos límites de confianza (95%).

## Resultados y discusión

La  $DL_{50}$ , para metamidofós, de las poblaciones de *P. xylostella* presentó un ámbito de 91,3 a 732,9  $\mu$ g i.a./g de larva, en la localidad de Santa Rosa de Oreamuno en Cartago. A la dosis menor se le asignó una tasa de resistencia de 1,0 con una diferencia en la tasa de resistencia (TR) de 8 veces con respecto a la dosis mayor (Cuadro 1). Las poblaciones de Alfaro Ruiz resultaron con valores mayores (1074,7 y 1562,3  $\mu$ g i.a./g larva) que las de Cartago; los límites de confianza no



**Cuadro 1.** Respuesta de poblaciones de Cartago y Alfaro Ruiz de *Plutella xylostella* a diferentes concentraciones de metamidofós (Tamarón).

| Localidad             | Fecha de recolección | n <sup>1</sup> | Intercepto<br>±DE | Pendiente<br>±DE | DL <sub>50</sub><br>µg i.a./g de larva<br>(95% I.C.) | DL <sub>90</sub><br>µg/g i.a./g de larva<br>(95% I.C.) | TR <sup>2</sup> |
|-----------------------|----------------------|----------------|-------------------|------------------|--|--|-----------------|
| <b>Cartago:</b>       |                      |                |                   |                  |  |  |                 |
| Santa Rosa, Oreamuno  | 27/05/95             | 348            | -4,3 ±1,5         | 2,2 ± 0,6        | 91,3<br>(16,7 - 160,1)                               | 77,0<br>(352,1 - 489,9)                                | 1,0             |
| El Pizco              | 08/03/95             | 219            | -8,8 ±1,4         | 3,3 ± 0,5        | 421,6<br>(327,8 - 512,0)                             | 1021,0<br>(818,7 - 1427,3)                             | 4,6             |
| Cot                   | 08/06/94             | 251            | -7,3 ± 1,6        | 2,7 ± 0,5        | 484,0<br>(277,3 - 670,5)                             | 1423,9<br>(1059,4 - 2168,6)                            | 5,3             |
| San Gerardo, Oreamuno | 25/05/94             | 249            | -8,1 ± 1,6        | 2,8 ± 0,5        | 712,4<br>(413,6 - 960,8)                             | 2028,2<br>(1527,2 - 3261,2)                            | 7,8             |
| Santa Rosa, Oreamuno  | 18/06/94             | 200            | -7,5 ±0,5         | 2,6 ± 0,5        | 732,9<br>(320,8 - 1078,7)                            | 2273,2<br>(1540,5 - 5307,6)                            | 8,0             |
| <b>Alfaro Ruiz:</b>   |                      |                |                   |                  |  |  |                 |
| Zarcelero Centro      | 23/01/94             | 250            | -9,6 ±1,1         | 3,2 ± 1,1        | 1074,7<br>(866,0 - 1302,7)                           | 2732,7<br>(2159,1 - 3853,1)                            | 11,8            |
| Pueblo Nuevo,         | 0 /07/94             | 234            | -8,3 ± 1,6        | 2,6 ± 0,5        | 1562,3<br>(1242 - 2156,5)                            | 4844,8<br>(3128,4 -12407,0)                            | 17,1            |

<sup>1</sup> Número de larvas utilizadas en el bioensayo respectivo

<sup>2</sup> TR= Tasa de resistencia, calculada utilizando la DL50 de Santa Rosa, Oreamuno

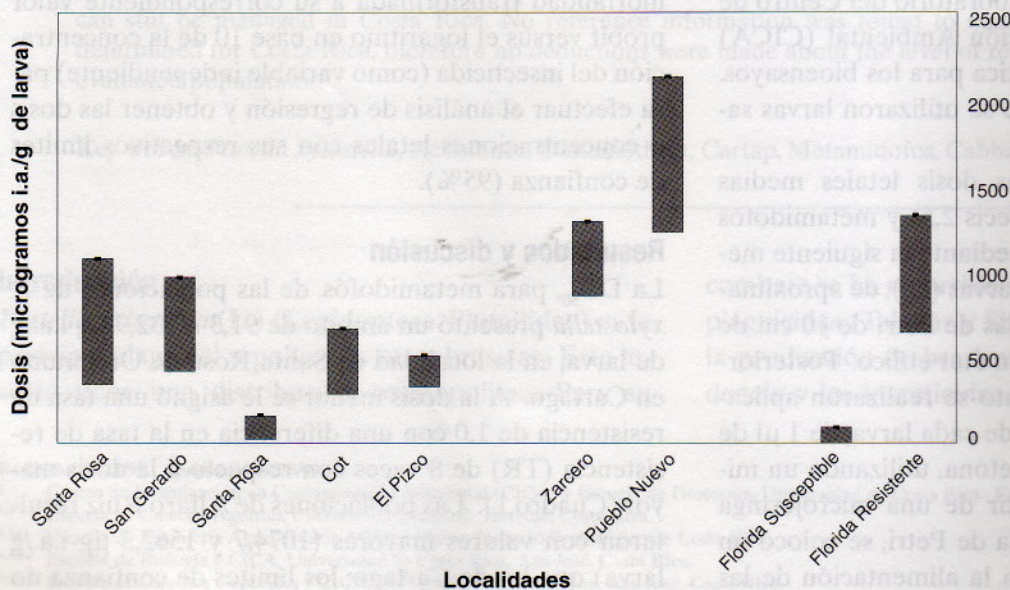
Fuente: larvas de *Plutella xylostella*, F1 obtenidas en el campo y criadas en el laboratorio

se traslapan con los estimados para las poblaciones de Cartago, y por lo tanto fueron estadísticamente diferentes siendo las de Alfaro Ruiz casi 12 y 17 veces mayores que el valor menor de la localidad de Santa Rosa de Oreamuno en Cartago.

La DL<sub>50</sub> de las poblaciones de Alfaro Ruiz es semejante a las informadas para las poblaciones de Florida, USA (Yiu y Nguyen 1992), consideradas resis-

tentes (DL<sub>50</sub> de 1285,1 µg i.a./g de larva y límites de confianza de 663,3 - 1349,9 µg i.a./g larva). Las poblaciones de Cartago poseen una DL<sub>50</sub> intermedia entre las poblaciones altamente resistentes y las totalmente susceptibles de Florida informadas por Yiu y Nguyen (1992)(DL<sub>50</sub> de 37,1 µg i.a./g larva y límites de confianza = 21,3 - 105,3 µg i.a./g larva) (Fig. 1).

Yiu y Nguyen (1992), señalan para poblaciones



**Figura 1.** Ambitos de dosis letales 50 (DL<sub>50</sub>) para metamidofós de poblaciones de *Plutella xylostella* de Costa Rica, comparadas con poblaciones de Florida, U.S.A.

susceptibles de *P. xylostella* en Florida, una DL<sub>50</sub> para esfenvalerate y fluvalinate (piretroides Tipo 2, no deltametrina), de 0,093 y de 0,97 µg i.a./g larva, respectivamente. Se hizo la comparación con estos dos compuestos, pues a pesar de que la resistencia es más fuerte para el producto que produce la presión de selección, se ha demostrado en publicaciones anteriores (Sun 1982, Lui *et al.* 1982, Horvé 1982 citados por Sawicki 1985) que para poblaciones de *P. xylostella* de Taiwán, Tailandia y Filipinas, los niveles de resistencia a piretroides tipo 2, incluyendo deltametrina, eran muy similares en una misma población. Las DL<sub>50</sub> para la línea resistente al fluvalinate y al fenvalerate fueron de 11,909 y 214,4 µg i.a./g de larva, respectivamente. Las poblaciones de Costa Rica han alcanzado niveles de resistencia significativos, pero no tan altos como los de las líneas resistentes de Florida (Cuadro 2 y Fig. 2). Esto indica que las poblaciones de Costa Rica ya son resistentes pero que aún pueden manejarse. Es necesario prestar especial atención a los resultados de análisis realizados mediante modelos de simulación, que mostraron que la resistencia de *P. xylostella*

a los piretroides puede incrementarse más del doble durante un ciclo de cultivo, en condiciones tropicales y subtropicales (Tabashnik 1986). Este mismo autor sugiere que la frecuencia de aspersiones, la concentración de ingrediente activo, o ambas deben reducirse para retrasar la resistencia a este grupo de insecticidas.

Para las concentraciones letales de cartap no se encontró en la literatura un punto de referencia, por lo cual no se pueden hacer inferencias sobre el grado de resistencia desarrollado hasta el momento. La información generada en Costa Rica podría servir como punto de referencia para futuras investigaciones. En otros países y bajo metodologías no comparables con la utilizada en el presente trabajo, se han establecido niveles de resistencia de *P. xylostella* al cartap (Cheng *et al.* 1984). En esta investigación se determinó que las poblaciones de Zarcero y Tapezco fueron estadísticamente similares (Cuadro 3). La población de Pueblo Nuevo presentó una tasa de resistencia solo dos veces mayor que las de Zarcero y Tapezco. Los resultados de esta investigación coinciden con lo señalado por Cheng (1981), en que la respuesta relati-

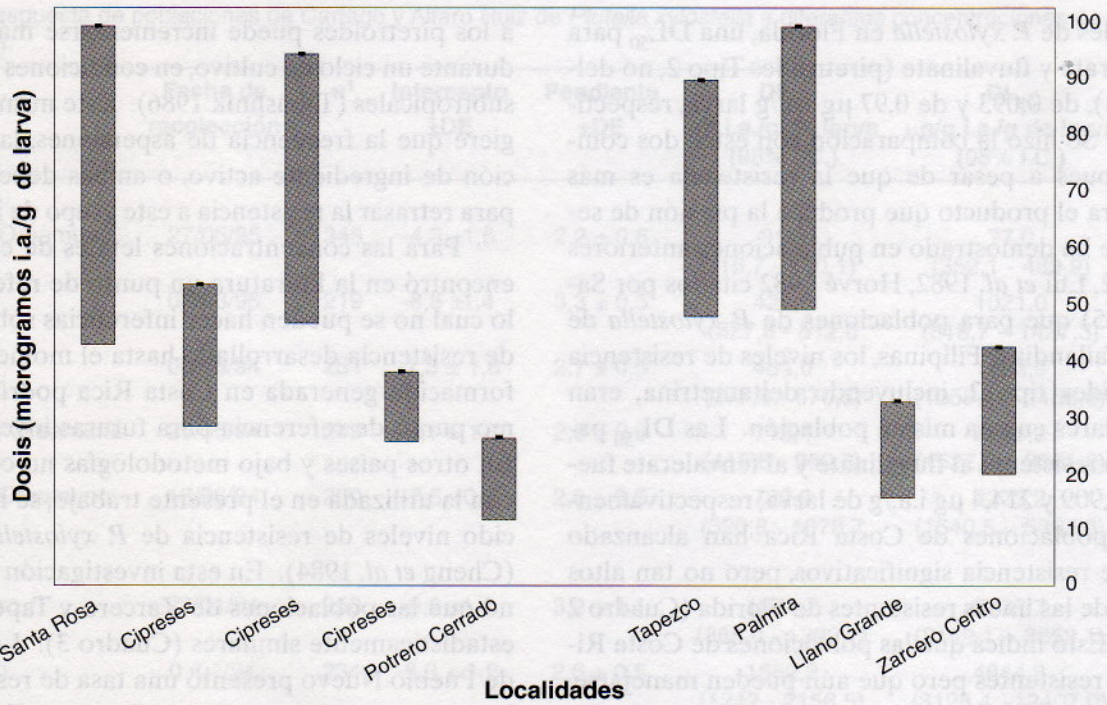
**Cuadro 2.** Respuesta de poblaciones de Cartago y Alfaro Ruiz de *Plutella xylostella* a diferentes concentraciones de deltametrina (Decis).

| Localidad            | Fecha de recolección | n <sup>1</sup> | Intercepto<br>±DE | Pendiente<br>±DE | DL <sub>50</sub><br>µg i.a./g de larva<br>(95% I.C.) | DL <sub>90</sub><br>µg/g i.a./g de larva<br>(95% I.C.) | TR <sup>2</sup> |
|----------------------|----------------------|----------------|-------------------|------------------|--|--|-----------------|
| <b>Cartago:</b>      |                      |                |                   |                  |  |  |                 |
| Potrero Cerrado      | 08/03/95             | 221            | -2,5 ±0,6         | 2,0 ± 0,4        | 17,8<br>(10,6 - 25,1)                                | 77,0<br>( 53,7 - 138,7)                                | 1,0             |
| Cipreses             | 05/04/95             | 242            | -3,7 ±0,5         | 2,5 ± 0,3        | 30,4<br>(24,5 - 36,8)                                | 98,8<br>(77,0 - 140,5)                                 | 1,7             |
| Cipreses             | 25/01/95             | 299            | -2,8 ±0,4         | 1,8 ± 0,2        | 37,8<br>(26,7 - 51,8)                                | 198,8<br>(125,9 - 451,4)                               | 2,1             |
| Cipreses             | 08/02/95             | 297            | -3,1 ±0,7         | 1,7 ± 0,4        | 67,9<br>(44,7 - 92,9)                                | 399,1<br>(237,7 - 1259)                                | 3,8             |
| Santa Rosa, Oreamuno | 26/10/94             | 346            | -3,2 ±0,5         | 1,8 ± 0,3        | 62,9<br>(39,0 - 96,9)                                | 335,4<br>(200,3 - 842,8)                               | 3,5             |
| <b>Alfaro Ruiz:</b>  |                      |                |                   |                  |  |  |                 |
| Llano Grande         | 22/02/95             | 290            | -2,7 ±0,4         | 1,9 ± 0,2        | 23,5<br>(15,2 - 32,3)                                | 107,8<br>(72,8 - 209,5)                                | 1,3             |
| Zarcero Centro       | 23/11/94             | 310            | -2,6±0,4          | 1,7±0,2          | 30,1<br>(18,8 - 42,1)                                | 164,9<br>(115,3 - 279,3)                               | 1,7             |
| Tapezco              | 01/03/95             | 253            | -4,7±1,5          | 2,6±0,7          | 64,5<br>(46,7 - 89,0)                                | 935,8<br>(651,0 - 1424,4)                              | 3,6             |
| Palmira              | 01/02/95             | 288            | -2,5±0,4          | 1,4±0,2          | 68,1<br>(48,3 - 98,4)                                | 584,8<br>(308,6 - 1971,0)                              | 3,8             |

<sup>1</sup> Número de larvas utilizadas en el bioensayo respectivo

<sup>2</sup> TR= Tasa de resistencia, calculada utilizando la DL50 de Potrero Cerrado.

Fuente: larvas de *Plutella xylostella*, F1 obtenidas en el campo y criadas en el laboratorio



**Figura 2.** Ambitos de dosis letales (DL<sub>50</sub>) para deltametrina de varias poblaciones de *Plutella xylostella* de Cartago y Alfaro Ruiz.

**Cuadro 3.** Respuesta de poblaciones de Alfaro Ruiz de *Plutella xylostella* a diferentes concentraciones de cartap (Padán).

| Localidad           | Fecha de recolección | n <sup>1</sup> | Intercepto ±DE | Pendiente ±DE | CL <sub>50</sub> mg i.a./L (95% I.C.) | CL <sub>90</sub> mg i.a./L (95% I.C.) | TR <sup>2</sup> |
|---------------------|----------------------|----------------|----------------|---------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| <b>Alfaro Ruiz:</b> |                      |                |                |               |                                       |                                       |                 |
| Zarcero Centro      | 15/03/96             | 177            | -10,3±2,0      | 3,0 ± 0,6     | 3213,8<br>(2076,8 - 4337,5)           | 8750,5<br>(6166,1 – 18502,0)          | 1,0             |
| Tapezco             | 01/03/95             | 177            | -10,4 ± 2,0    | 3,0 ± 0,6     | 3221,8<br>(2077,3 - 4347,1)           | 8748,5<br>(6171,3 – 18464)            | 1,0             |
| Pueblo Nuevo        | 29/03/95             | 244            | -2,6 ± 0,6     | 0,7 ± 0,2     | 7022,8*<br>(2794 - 13887)             | 563929,5*<br>(-----)                  | 2,2             |

1 Número de larvas utilizadas en el bioensayo respectivo

2 TR= Tasa de resistencia, calculada utilizando la CL<sub>50</sub> de Zarcero Centro

\* No fue posible estimar los límites de confianza

Fuente: larvas de *Plutella xylostella*, F1 obtenidas en el campo y criadas en el laboratorio

vamente homogénea entre las poblaciones estudiadas puede indicar que posiblemente éstas no han sido sometidas a mucha presión de selección y no se han de-

sarrollado aún niveles de resistencia detectables a este insecticida.

## Literatura citada

- BLANCO, H. 1988. Susceptibilidad de *Plutella xylostella* (Lep.: Plutellidae) a insecticidas piretroides sintéticos en tres zonas de Costa Rica. M.Sc. Tesis. Turrialba, Costa Rica, CA-TIE. 89 p.
- CHENG, E. 1981. Insecticide resistance study in *Plutella xylostella* (L.) I. J. Agr. Res. China 30(3):277-284
- CHENG, E.; CHOU, T.; KAO, C.H. 1984. Insecticide resistance study in *Plutella xylostella* (L.) V. The induction, cross resistance and glutathione-S-transferase in relation to mevinphos resistance. J. Agric. China. 33(1):73-80.
- CHENG, E.; CHOU, T.; KAO, C.H. 1985. Insecticide resistance study in *Plutella xylostella* (L.) VI. An experimental analysis of organophosphorus and synthetic pyrethroid resistance development of resistance to *Bacillus thuringiensis* in diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). Journal of Economic Entomology 83:1671-1676.
- FINNEY, D. J. 1971. Probit analysis. Londres, Cambridge University Press. 333 p.
- GEORGIU, G.P. 1990. Resistance to biopesticides and consideration of countermeasures In Casida, J.E. (editor). Pesticides and alternatives. Amsterdam, Elsevier Science. p 409-420.
- LeOra Software. 1987. POLO-PC. A user's guide to probit or logit analysis. Berkeley, CA, LeOra Software.
- MONGE, L.A.; CARAZO, E.; CARTIN, V.; CAMPOS, L.; LOBO, J. 1994. Diagnóstico preliminar del uso y manejo de insecticidas para el combate de *Plutella xylostella* en Costa Rica. In Congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas (5, 1994, San José, Costa Rica). Resúmenes. p. 131.
- NEAL, J.W. 1976. A manual for determining small dosage calculations of pesticides and conversion tables. 3 ed. College Park, Maryland, Entomological Society of America. 21 p.
- SAWICKI, R.M. 1985. Resistance to pyrethroid insecticides in arthropods. In Insecticides. Hutson, D.H.; Roberts, T.R. eds. Chichester, John Wiley/Sons. p. 143-192.
- SHELTON, A.M.; WYMAN, J.A.; CUSHING, N.L.; APFLEBECK, K.; DENNEHY, T.J.; MAHR, S.E.R.; EIGENBRODE, S.D. 1993a. Insecticide resistance of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) in North America. J. Econ. Entomol. 86(3):11-19.
- SHELTON, A.M.; ROBERTSON, J.L.; TANG, J.D.; PEREZ, C.; EIGENBRODE, S.D.; PREISLER, H.K.; COOLEY, R.J. 1993b. Resistance of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) to *Bacillus thuringiensis* subspecies in the field. J. Econ. Entomol. 86(3):697-705.
- SUN, C.N.; WU, T.K.; CHEN, J.S.; LEE, W.T. 1986. Insecticide resistance in diamondback moth. In N.S. TALEKAR; GRIGGS, T.D. Eds. International Workshop on Diamondback Moth Management (1, 1986, Shanhua, Taiwan). Proceedings. Asian Vegetable Research and Development Center. p. 359-372.
- TABASHNIK, B.E. 1994. Evolution of resistance to *Bacillus thuringiensis*. Annu. Rev. Entomol. 39:47-79.
- TABASHNIK, B.E.; CUSHING, N.L.; FINSON, N.; JOHNSON, M.W. 1990. Field development of resistance to *Bacillus thuringiensis* in diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). Journal of Economic Entomology 83:1671-1676.
- TABASHNIK, B.E. 1986. Model for managing resistance to fenvalerate in the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). Journal of Economic Entomology 79:1447-1451.
- TALEKAR, N.S.; SHELTON, M. 1993. Biology, ecology and management of the diamondback moth. Annu. Rev. Entomol. 38:275-301.
- YEH, R.; WHIPP, A.; TRIJAN, J.P. 1985. Diamondback resistance to synthetic pyrethroids: How to overcome the problem with deltamethrin. In Talekar, N.S.; Griggs, T.D. (eds). Diamondback moth management Proceeding of the first international workshop. Shanhua, Taiwan, Asian Vegetable Research and Development Center. sp.
- YU, S.J.; NGUYEN, Y.N. 1992. Detection and biochemical characterization of insecticide resistance in the diamondback moth. Pesticide Biochemistry and Physiology 44:74-81.

# Fluctuación poblacional de los áfidos del trigo y sus enemigos naturales en El Bajío, México

Manuel D. Salas-Araiza\*  
Eduardo Salazar-Solis\*  
Martín Martínez-Salinas\*

**RESUMEN.** En El Bajío, México, durante cuatro años, se evaluó, la fluctuación poblacional de especies de áfidos del trigo, el parasitismo de cada especie y sus depredadores. Se identificaron cinco especies *Schizaphis graminum*, *Metopolophium dirhodum*, *Rhopalosiphum padi*, *Sitobion avenae*, y *Diuraphis noxia*. La incidencia de cada especie fue variable en el tiempo. En 1990, *M. dirhodum* fue la más abundante, en 1991 y 1992 *D. noxia*, en 1993 *S. graminum* y en 1994 nuevamente *M. dirhodum*. En general, las poblaciones de áfidos se incrementaron a partir de la etapa de floración. El mayor parasitismo se presentó en *S. graminum* con 16,4% en 1993, y el depredador más abundante fue *Orius insidiosus*, que se observó desde las primeras etapas de desarrollo del cultivo. *Hippodamia convergens* se observó en las últimas etapas fenológicas del cultivo.

**Palabras Clave:** Trigo, *Schizaphis graminum*, *Metopolophium dirhodum*, *Rhopalosiphum padi*, *Sitobion avenae*, *Diuraphis noxia*, Fluctuación poblacional, Parasitismo, Depredadores.

**ABSTRACT.** Population fluctuations of wheat aphid species, parasitism of each species and its predators, were evaluated over four years in El Bajío, Mexico. Five species were identified *Schizaphis graminum*, *Metopolophium dirhodum*, *Rhopalosiphum padi*, *Sitobion avenae* and *Diuraphis noxia*. The incidence of each species was variable over time. In 1990, *M. dirhodum* was most abundant, in 1991 and 1992 *D. noxia*, in 1993 *S. graminum* and in 1994 again *M. dirhodum*. In general, the aphid populations increased after the flowering period began. Greatest parasitism was observed in *S. graminum* with 16,4% in 1993, and the most abundant predator was *Orius insidiosus* observed from the first development stages of the crop. *Hippodamia convergens* was observed in the final phenological stages of the crop.

**Key Words:** Wheat, *Schizaphis graminum*, *Metopolophium dirhodum*, *Rhopalosiphum padi*, *Sitobion avenae*, *Diuraphis noxia*, Populations fluctuations, Parasitism, Predators.

## Introducción

En la región del Bajío, Altiplano Central de México, se cultivan aproximadamente 100 000 ha de trigo de la variedad Salamanca bajo condiciones de riego.

Los áfidos constituyen la principal plaga de este cultivo. Los daños causados por estos insectos en trigo han sido bien documentados. Kolbe y Linke (1974) mencionan que una densidad de 20-30 áfidos por espiga causan pérdidas del 10% de los granos. Du Toit y Walters (1984) señalaron que el pulgón ruso, *Diuraphis noxia* Morvilko (Homoptera: Aphididae)

puede causar pérdidas entre 35% y 60%, en este cereal. La variedad Salamanca ha demostrado ser muy susceptible al ataque de pulgones; al respecto, Pedroza-Pérez (1989) indicaron que una población de 73 áfidos por planta, en etapa de grano lechoso reduce el rendimiento hasta en 16%.

Se han realizado diversos trabajos sobre la fluctuación poblacional de los áfidos de los cereales: Orozco (1992) observó que el pulgón verde *Schizaphis graminum* Rondani (Homoptera: Aphididae) presentó dos picos poblacionales en la zona de Tecomán.

Recibido: 27/10/97. Aprobado: 24/09/99.

\* Universidad de Guanajuato. Instituto de Ciencias Agrícolas. Departamento de Agronomía. Apartado Postal 311 Irapuato, 36500, Gto. México. EMail: salasm@duci.cinea.ugto.mx

Colima, a mediados de febrero y finales de abril. Alejandr e y Bujanos (1992) indicaron que en el cultivo de trigo, en la zona del Bajío, el pulg on de la espiga (*Sitobion avenae* F.) (Homoptera: Aphididae) increment o sus poblaciones a mediados de febrero.

Dean (1974) se al o que el pulg on de la avena (*Rhopalosiphum padi*) (Homoptera: Aphididae), es m as susceptible a climas fríos que *S. avenae*. En las llanuras de Estados Unidos las infestaciones de los pulgones del trigo se originaron por emigración, mientras que en Europa esto no es común, ya que en general las infestaciones primarias se originaron de hospedantes alternos cercanos a los campos de cultivo de esta gramínea (Wratten 1978).

Las especies de pulgones no son las mismas todos los años; por ejemplo, *Rhopalosiphum* spp. fue escasa cuando las poblaciones del pulg on de la cebada (*Metopolophium dirhodum* (Walker) (Homoptera: Aphididae) y *S. graminum* fueron abundantes y viceversa (Dean 1974). Kriel *et al.* (1984) señalaron que existe una correlación entre el incremento de las poblaciones del pulg on ruso y el incremento de la temperatura, del fotoperíodo y del estado de desarrollo de la planta. Hewitt *et al.* (1984) sugirieron que las formas  pteras del pulg on ruso son las encargadas de colonizar las plantas de trigo en otoño.

Un aspecto importante del manejo integrado de insectos plaga es conocer como fluctúan las poblaciones en el tiempo, así como las de sus enemigos naturales, con el propósito de planear mejores estrategias de control. El objetivo de este trabajo fue determinar la dinámica poblacional del complejo de pulgones del trigo y sus enemigos naturales en la región del Bajío, México.

## Materiales y métodos

El presente trabajo se realiz o en los campos experimentales del Instituto de Ciencias Agrícolas, de la Universidad de Guanajuato (ICA-UG), situado en Irapuato, estado de Guanajuato, México (20  44' latitud norte, 101  19' longitud oeste). La temperatura media anual es de 18,5 C, con una precipitación anual promedio de 680 mm, una humedad relativa de 56%, y una altura de 1750 msnm.

Se establecieron cuatro parcelas (1x6 m<sup>2</sup>) de trigo, de la variedad comercial Salamanca dentro de un lote experimental más grande, en el ciclo de cultivo de invierno (diciembre-abril) de 1989 a 1994; se realizaron las labores de cultivo en condiciones comerciales de riego. No se efectuaron aplicaciones de insecticidas.

Los muestreos fueron realizados semanalmente, a partir del mes de febrero. De cada parcela se muestrearon siete plantas al azar, cort ndolas a nivel del suelo, cada una de éstas fue colocada en una bolsa de plástico. Posteriormente, en el laboratorio los áfidos fueron contados y clasificados según la especie. El parasitismo, para cada especie de pulg on, se determin o cuantificando el número de áfidos parasitados, incluyendo además a los depredadores capturados mediante el muestreo.

Se elaboraron gráficas de la dinámica poblacional de las diferentes especies de pulgones, parasitoides y depredadores; en ellas se incluy o la fenología de la planta de acuerdo a la escala de Zadoks *et al.* (1974) en la cual el nivel 3 corresponde al amacollamiento, 4 = enca e, 5 = espigamiento, 6 = floración, 7 = grano lechoso, 8 = grano masoso y 9 = grano maduro.

## Resultados

Las especies de áfidos identificados en trigo fueron: el pulg on verde (*S. graminum*), el pulg on de la cebada (*M. dirhodum*), el pulg on de la avena (*R. padi*), el pulg on de la espiga (*S. avenae*), y el pulg on ruso (*D. noxia*).

La incidencia de cada especie vari o en cada año del estudio (Fig. 1). En 1990 la especie más abundante fue *M. dirhodum* con 38,1% del total de insectos, en 1991 y 1992 el pulg on ruso tuvo la mayor abundancia relativa del total de especies con 71,7% y 36,9%, respectivamente. Durante 1993 las poblaciones del pulg on verde fueron las más numerosas con 48,8%. Finalmente en 1994, nuevamente *M. dirhodum* increment o notablemente su densidad poblacional, llegando a 73,5% del total de pulgones. En general, la mayor incidencia de áfidos se present o en 1994 (Fig. 1).

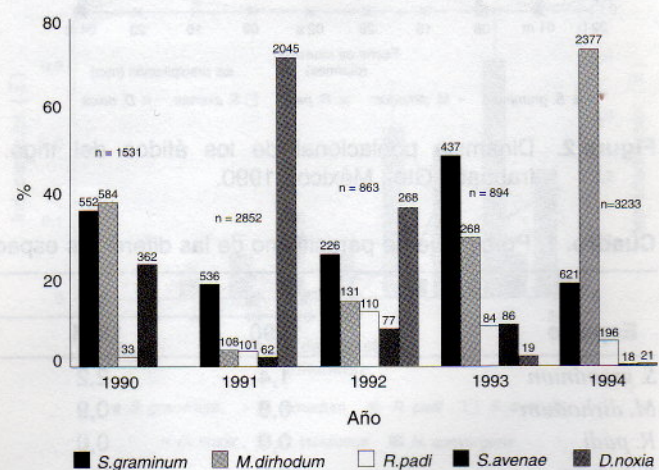


Figura 1. Porcentaje de las especies de áfidos en trigo. Irapuato, Gto. México 1990-1994.

En 1990, desde la etapa fenológica de encañe, que correspondió a la cuarta semana de febrero, solamente se detectaron poblaciones de cuatro especies de áfidos (Fig. 2). A partir de este muestreo las poblaciones de *S. graminum* se incrementaron y sus poblaciones permanecieron relativamente altas hasta el final de la etapa fenológica del cultivo. En este mismo año las poblaciones de *M. dirhodum* tuvieron la misma tendencia, pero presentaron un pico poblacional más alto ( $X = 8,3$  ind/planta) en la etapa de grano masoso, a mediados de abril. *S. avenae* alcanzó un pico poblacional antes que la especie anterior, es decir en la etapa de grano lechoso. Durante este año, la densidad poblacional de las otras especies permaneció baja. Por su parte, el porcentaje más alto de parasitismo correspondió a *S. graminum* con 1,4% (Cuadro 1); parasitoides del género *Aphidius* (Hymenoptera: Braconidae) fueron los más abundantes. Los depredadores predominantes fueron ninfas y adultos de *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae), y larvas de *Hippodamia convergens* (Guérin) (Coleoptera: Coccinellidae), el primero se presentó durante toda la etapa de desarrollo del cultivo, mientras que el segundo se detectó a partir de la segunda semana de abril (Fig. 3).

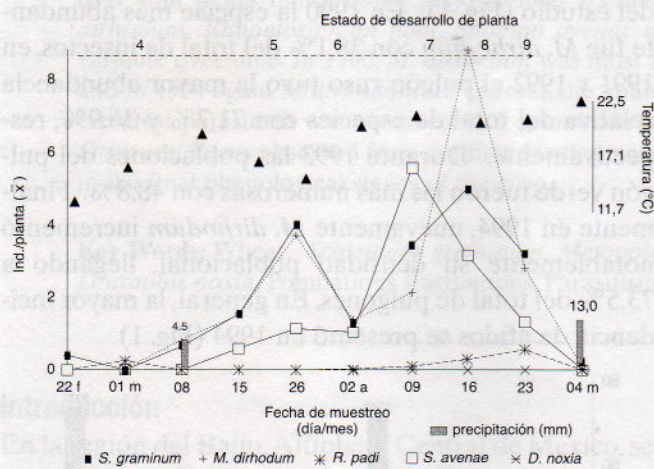


Figura 2. Dinámica poblacional de los áfidos del trigo. Irapuato, Gto., México. 1990.

*D. noxia* se observó por primera vez en 1991, en este año su población fue abundante (Fig. 4) con un promedio de 22 ind/planta en la etapa fenológica de grano masoso. La segunda especie más numerosa en 1991 fue *S. graminum* con 9 ind/planta; la densidad del resto de las especies se mantuvo baja. El parasitismo se manifestó preferentemente en *S. graminum*, y en menor grado en el *M. dirhodum* y en *D. noxia* (Cuadro 1); el género *Aphidius* spp. fue determinado en todos los casos. El parasitismo y las poblaciones de antocóridos y coccinélidos depredadores se observaron durante todo el ciclo de cultivo (Fig. 5).

En 1992, al igual que el año anterior *D. noxia* fue la especie más abundante al final de la etapa fenológica del cultivo ( $X = 4$  ind/planta) (Fig. 6); las otras especies de áfidos también se incrementaron aunque en menor densidad. En general en 1992, las poblaciones de todas las especies se mantuvieron bajas en las primeras etapas fenológicas. El parasitismo más alto se observó en *M. dirhodum* con 9,9% (Cuadro 1). Se determinó un incremento gradual en el parasitismo y los depredadores durante el desarrollo del cultivo (Fig. 7).

En 1993, los picos poblacionales de las diferentes especies de áfidos coincidieron con la etapa fenológica de grano lechoso, destacándose *S. graminum* y *M.*

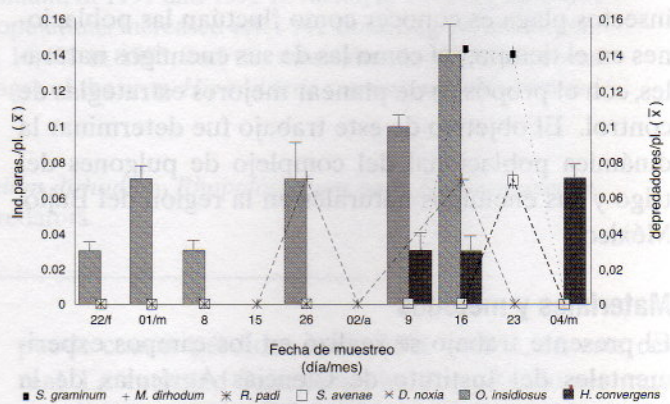


Figura 3. Dinámica poblacional de enemigos naturales de áfidos del trigo. Irapuato, Gto., México. 1990.

Cuadro. 1. Porcentaje de parasitismo de las diferentes especies de áfidos. Irapuato, Gto. México 1990-1994.

| Especie            | % parasitismo |      |      |      |      | Total |
|--------------------|---------------|------|------|------|------|-------|
|                    | 1990          | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 |       |
| <i>S. graminum</i> | 1,4           | 2,2  | 4,4  | 16,4 | 10,6 | 35,0  |
| <i>M. dirhodum</i> | 0,8           | 0,9  | 9,9  | 10,8 | 2,6  | 33,0  |
| <i>R. padi</i>     | 0,0           | 0,0  | 7,2  | 11,9 | 0,0  | 19,1  |
| <i>S. avenae</i>   | 0,5           | 0,0  | 6,4  | 4,6  | 0,0  | 11,5  |
| <i>D. noxia</i>    | 0,0           | 0,6  | 4,3  | 0,0  | 0,0  | 4,9   |

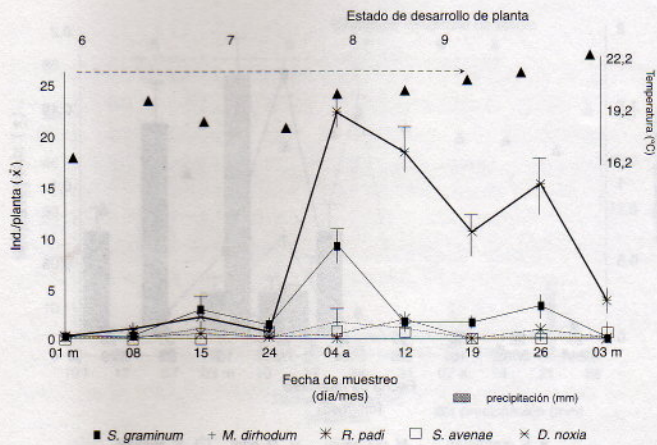


Figura 4. Dinámica poblacional de los áfidos del trigo. Irapuato, Gto., México. 1991.

*dirhodum* con 8 y 4 ind/planta, respectivamente (Fig. 8). En este año el parasitismo fue el más alto (Cuadro 1); éste al igual que la incidencia de los depredadores se incrementaron a mediados de abril (Fig. 9). Se observó mayor cantidad de *H. convergens*.

Durante 1994, las poblaciones de *M. dirhodum* predominaron sobre las otras especies de áfidos asociados al trigo en El Bajío, con un promedio de 53 ind/planta en la cuarta semana de marzo (Fig. 10); el resto de las especies no fue mayor a 10 ind/planta. El parasitismo para este año fue mayor en el pulgón verde, el cual se mantuvo durante todo el ciclo del cultivo (Cuadro 1). Las poblaciones de *Orius* se incrementaron a fines de marzo y principios de abril; *Hippodamia* únicamente se observó a mediados de este mes (Fig. 11).

Otros depredadores observados eventualmente fueron *Scymnus* spp. (Coleoptera: Coccinellidae) y *Chrysopa* spp. (Neur: Chrysopidae).

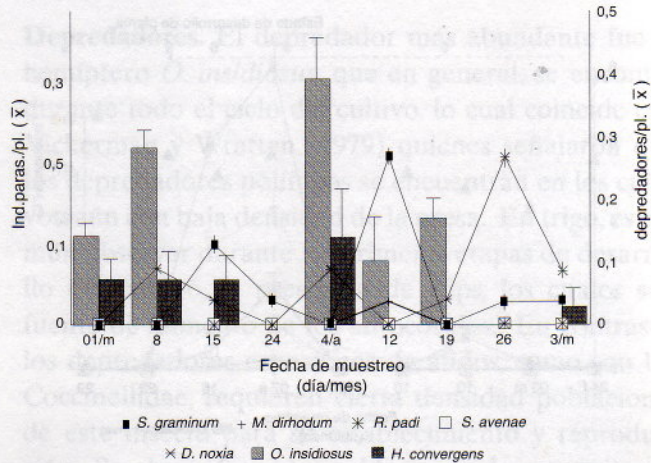


Figura 5. Dinámica poblacional de los enemigos naturales de áfidos del trigo. Irapuato, Gto., México. 1991.

## Discusión

**Fluctuación anual.** En 1991 y 1994 (Figs. 4 y 10) las poblaciones de pulgones alcanzaron densidades que disminuyeron el rendimientos del cultivo, según lo indicado por Kolbe y Linke (1974) y Pedroza-Pérez (1989).

La densidad poblacional de las diversas especies de áfidos del trigo en El Bajío, varió en cada año del estudio (Fig. 1). Mientras las poblaciones de unas especies se incrementaron, las de otras especies disminuyeron, como en el caso de *M. dirhodum*, que bajó su población notablemente en 1991, mientras que la de *D. noxia* se elevó significativamente. En 1994, las poblaciones más abundantes fueron las de *M. dirhodum*, y las del pulgón ruso fueron mínimas. Dean (1974) observó esta tendencia en poblaciones de *Rhopalosiphum* spp., las cuales disminuyeron cuando las poblaciones de *M. dirhodum* y *S. avenae* se incrementaron.

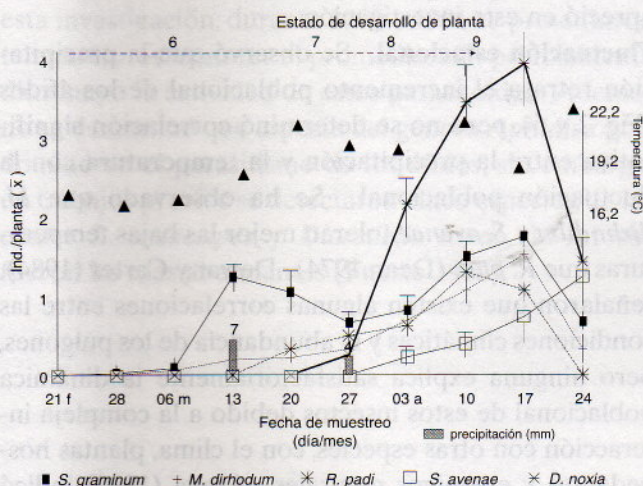


Figura 6. Dinámica poblacional de los áfidos del trigo. Irapuato, Gto., México. 1992.

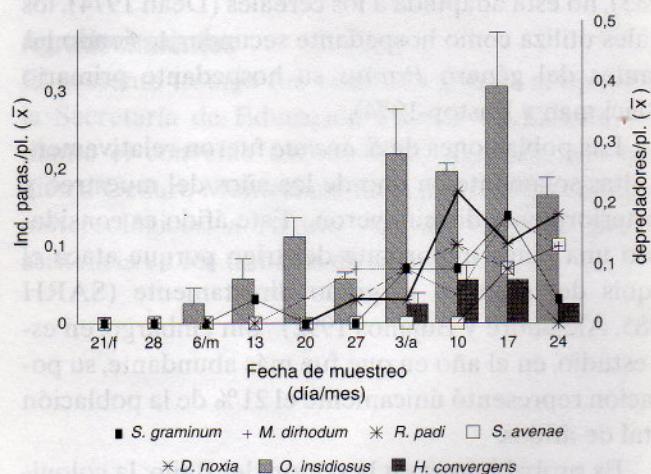


Figura 7. Dinámica poblacional de los enemigos naturales de áfidos del trigo. Irapuato, Gto., México. 1992.



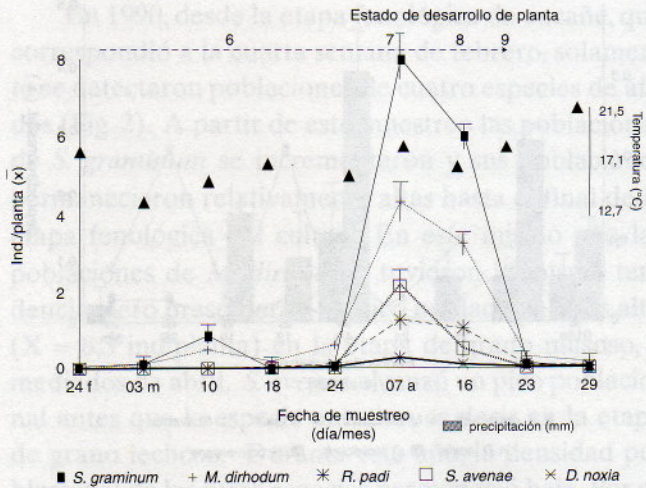


Figura 8. Dinámica poblacional de los áfidos del trigo. Irapuato, Gto., México. 1993.

Las poblaciones de *S. graminum* por su parte, fueron constantes durante los años en que se realizó este estudio, posiblemente porque los inviernos no son tan fríos como en otras regiones; probablemente, por lo que las infestaciones, se originaron en hospedantes alternos tales como *Panicum texanum*, *Echinochloa crusgalli* y *Sorghum halapense*, que son pastos abundantes en la zona agrícola del Bajío (García Aguilera, Com. personal), además de plantas de *Sorghum vulgare* que sobreviven del ciclo de cultivo anterior. Salto *et al.* (1990) también encontraron que la colonización del pulgón verde era a partir de hospedantes alternos cercanos al cultivo.

Durante esta investigación, las poblaciones de *R. padi* no fueron mayores al 20% del total (Fig. 1); lo cual puede explicarse porque, aún cuando esta especie se ha asociado a trigo (Holman *et al.* 1991) o causa daños moderados en este cultivo (Pacheco-Mendivil 1985), no está adaptada a los cereales (Dean 1974), los cuales utiliza como hospedante secundario, siendo las plantas del género *Prunus* su hospedante primario (Blackman y Eastop 1974).

Las poblaciones de *S. avenae* fueron relativamente altas solamente en uno de los años del muestreo y posteriormente disminuyeron. Este áfido es considerado una plaga importante del trigo porque ataca el raquis del grano o el grano directamente (SARH 1985, Alejandr e y Bujanos 1992). Sin embargo, en este estudio, en el año en que fue m as abundante, su población represent o únicamente el 21% de la población total de áfidos.

Es probable que en la región del Bajío, la colonización de los cereales por los áfidos, específicamente trigo, también ocurra por vuelos desde otras especies

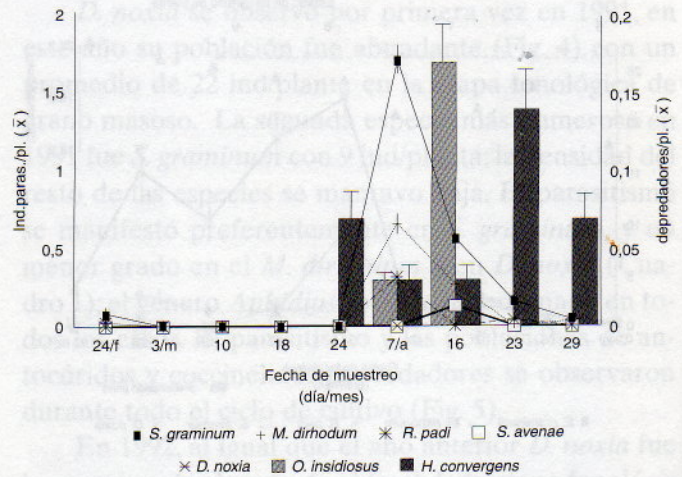


Figura 9. Dinámica poblacional de los enemigos naturales de áfidos del trigo. Irapuato, Gto., México. 1993.

de cereales que son hospedantes alternos. Al respecto, Harvey y Heckerott (1969) informaron que *S. graminum* tiene alrededor de 70 hospedantes de la familia de las gramíneas; Clement *et al.* (1990) indicaron que *D. noxia* tiene gran cantidad de hospedantes silvestres.

**Interacción fenom trica planta-plaga.** Generalmente, las poblaciones de pulgones del trigo aumentan a partir de la floración, hasta alcanzar sus picos máximos en las etapas de grano lechoso y grano masoso, ello coincide con lo señalado por Dean y Luuring (1981) quienes informaron que en la etapa de grano lechoso se presenta la máxima densidad poblacional de *M. dirhodum*. Watt y Dixon (1981) mencionaron que los cambios en la calidad nutricional de los cereales influyen en la dinámica poblacional de *S. avenae*. Leather y Dixon (1981) observaron que esta especie se alimenta preferentemente de la espiga, lo cual también se apreció en esta investigación.

**Fluctuación estacional.** Se observó que la precipitación retrasa el incremento poblacional de los áfidos (Fig. 2 y 6), pero no se determinó correlación significativa entre la precipitación y la temperatura con la fluctuación poblacional. Se ha observado que *M. dirhodum* y *S. avenae* toleran mejor las bajas temperaturas que *R. padi* (Dean 1974). Dewar y Carter (1984), señalaron que existen algunas correlaciones entre las condiciones climáticas y la abundancia de los pulgones, pero ninguna explica satisfactoriamente la dinámica poblacional de estos insectos debido a la compleja interacción con otras especies, con el clima, plantas hospedantes y enemigos naturales. Araya (1990) indicó que la lluvia ligera puede contribuir a la dispersión de los áfidos, en especial de *D. noxia* y *R. padi*.

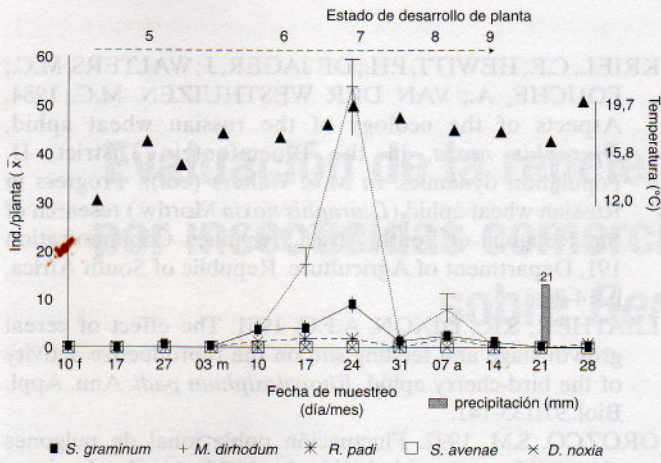


Figura 10. Dinámica poblacional de áfidos del trigo. Irapuato, Gto., México. 1994.

**Parasitismo.** El parasitismo fue mayor durante 1992 y 1993 aún y cuando en 1994 las poblaciones de pulgones fueron las más altas. En este año, *M. dirhodum* contribuyó con el 73,5% de la población total, pero su parasitismo únicamente alcanzó 2,6%; en contraste, la población de *S. graminum* constituyó el 19,2%, pero el parasitismo fue el más alto con 10,6%. En todos los años, excepto en 1992, se observó preferencia de los parasitoides por el pulgón. Pungertl (1984) mencionó que el factor ecológico es el más importante al determinar la selección del hospedante y que los áfidos son parasitados cuando las avispidas los encuentran en una planta en particular. Además este autor indicó que algunos factores como la temperatura, el tamaño de la colonia y la especie de pulgón, condicionan la eficacia del parásito. Wilde (1981) señaló que la actividad de búsqueda de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) se ve restringida con la disminución de la temperatura. En esta investigación, durante 1990 y 1991 se presentaron temperaturas menores al promedio, ello posiblemente disminuyó la actividad de estos parasitoides. Además no se determinó que especie del género *Aphidius* predominó en el parasitismo de los áfidos; sin embargo, en trabajos previos se detectaron cinco especies, de las cuales *L. testaceipes* y *Diaretiella rapae* (M'Intosh) fueron las más abundantes (Fuerte 1988).

**Depredadores.** El depredador más abundante fue el hemíptero *O. insidiosus*, que en general, se encontró durante todo el ciclo del cultivo, lo cual coincide con Vickerman y Wratten (1979) quienes señalaron que los depredadores polívoros se encuentran en los cultivos, aún con baja densidad de la presa. En trigo, es común observar durante las primeras etapas de desarrollo del cultivo, la presencia de trips, los cuales son fuente de alimento de los antocóridos. En contraste, los depredadores específicos de áfidos, como son los Coccinellidae, requieren cierta densidad poblacional de este insecto para su establecimiento y reproducción. Se observó que las poblaciones de catarinitas se incrementaron a partir de la floración, que es cuando las poblaciones de áfidos fueron más numerosas. Wraight y Laing (1980) señalaron que estos coleópteros mantienen las poblaciones de pulgones en niveles tolerables durante el desarrollo del cultivo.

En trigo, la presencia de enemigos naturales de los pulgones es importante para regular las poblaciones de estos fitófagos; por el contrario, su ausencia incrementa entre 10 y 80 veces las poblaciones del pulgón verde, en un período de dos semanas (Rice y Wilde 1988) y existe alto riesgo de que las poblaciones se incrementen si el porcentaje de parasitismo es inferior a 5% (Dewar y Carter 1984).

En El Bajío, en general, los enemigos naturales de los áfidos del trigo, ayudan a mantener estables las poblaciones; sin embargo, resalta el bajo parasitismo que se observa en el pulgón ruso y su incidencia, cada vez mayor, en campos de trigo, lo cual hace necesario investigar a los enemigos naturales de este pulgón en otras regiones, ya que su reciente introducción en México podría ser la causa de su baja incidencia.

### Agradecimientos

El presente trabajo fue realizado gracias al apoyo de la Secretaría de Educación Pública de México, mediante el convenio C89-01-0152. Agradecemos también a Genaro Montesinos-Silva por facilitar los datos meteorológicos, a Arturo Arévalo-Centeno por su asistencia en los trabajos de campo.

## Literatura citada

- ALEJANDRE, A.T.; BUJANOS M., R. 1992. Estructura y fluctuación poblacional de *Sitobion avenae* (F.) (Homoptera: Aphididae) en trigo y cebada en el Bajío. In Congreso Nacional de Entomología (27, 1992, San Luis Potosí, México). Resúmenes. SME-CONACYT-Universidad Autónoma de San Luis Potosí. p. 384-385.
- ARAYA, J.E.; FERERES, A. 1990. Rain may dislodge cereal aphids, but are they affected? Effects of short flooding on survival. Program and abstracts. Aphid-Plant Interactions: Populations to Molecules. Stillwater, OK, USA, USDA.
- BA-ANGOOD, S.A.; STEWART, R.K. 1980. Economic thresholds and economic injury levels of cereal aphids on barley in southwestern Quebec. Can. Ent. 112:759-764.
- BLACKMAN, R.L.; EASTOP, V.F. 1989. Aphids on the World's: An Identification Guide. New York, John Wiley. 466 p.
- CLEMENT, S.L.; JOHNSON, R.C.; PIKE, K.S. 1990. Field populations of the Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) and other cereal aphids on cool-season perennial grass accessions. J. Econ Entomol. 83(3):846-849.
- DEAN, G.J. 1974. The overwintering and abundance of cereal aphids. Ann. Appl. Biol. 76:1-7.
- DEAN, G.J.; LUURING, B.B. 1970. Distribution of aphids in cereal crops. Ann. Appl. Biol. 66:485-496.
- DEWAR, A.M.; CARTER, N. 1984. Decision trees to assess the risk of cereal aphid (Hemiptera: Aphididae) outbreaks in summer in England. Bull. Ent. Res. 74:387-398.
- DU TOIT, F.; WALTERS, M.C. 1984. Damage assessment and economic threshold values for the chemical control of the Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia* (Mordvilko) on winter wheat. In M.C. Walters (ed.). Progress in Russian wheat aphid (*Diuraphis noxia* Mordv.) research of the Republic of South Africa. Technical Communication 191. Department of Agriculture. Republic of South Africa. p. 58-62.
- FUERTE, V.L.; SALAS A., M.D.; SALAZAR S., M. 1989. Estudio preliminar de los parasitoides de los pulgones del trigo en Irapuato, Gto. In Congreso Nacional de Entomología (24, 1989, Oaxtepec, Morelos). Resúmenes. SME-CO-NACYT. p. 203.
- HARVEY, T.L.; HACKEROTT, H.L. 1969. Recognition of a greenbug biotype injurious to sorghum. J. Econ. Entomol. 62:776-779.
- HEWITT, P.H.; VAN NIEKERK, G.J.J.; WALTERS, M.C.; KRIEL, C.F.; FOUCHÉ, A. 1984. Aspects of the ecology of the Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia*, in the Bloemfontein district. I. The colonization and infestation of sown wheat, identification of summer hosts and cause of infestation symptoms. In M.C. Walters (ed.). Progress in Russian wheat aphid (*Diuraphis noxia* Mordw.) research of the Republic of South Africa. Technical Communication 191, Republic of South Africa, Department of Agriculture. p. 3-13.
- HOLMAN, J.; PEÑA-MARTINEZ, R.; BUJANOS-MUÑIZ, R. 1991. Guía para la identificación y análisis de los pulgones alados (Homoptera: Aphididae) del Bajío, México. Folia Entomol. Mex. 83:5-67.
- KOLBE, W.; LINKE, W. 1974. Studies of cereal aphids; their occurrence, effect on yield in relation to density levels and their control. Ann. Appl. Biol. 77:85-87.
- KRIEL, C.F.; HEWITT, P.H.; DE JAGER, J.; WALTERS, M.C.; FOUCHÉ, A.; VAN DER WESTHUIZEN, M.C. 1984. Aspects of the ecology of the Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia*, in the Bloemfontein District. II. Population dynamics. In M.C. Walters (ed.). Progress in Russian wheat aphid (*Diuraphis noxia* Mordw.) research of the Republic of South Africa. Technical Communication 191. Department of Agriculture. Republic of South Africa. p. 14-21.
- LEATHER, S.R.; DIXON, A.F.G. 1981. The effect of cereal growth stage and feeding site on the reproductive activity of the bird-cherry aphid, *Rhopalosiphum padi*. Ann. Appl. Biol. 97:135-141.
- OROZCO, S.M. 1992. Fluctuación poblacional de pulgones alados (Homoptera:Aphididae) e incidencia de virosis en melón en la zona central de Colima. In Congreso Nacional de Entomología (27, 1992, San Luis Potosí, México). Resúmenes. SME-CONACYT-Universidad Autónoma de San Luis Potosí. p. 379-380.
- PACHECO-MENDIVIL, F. 1985. Plagas de los cultivos agrícolas en Sonora y Baja California. SARH. INIA. CIANO. CAEYV. Cd. Obregón Son. Libro Técnico No. 1. 414 p.
- PEDROZA-PEREZ, H.J. 1989. Evaluación agronómica de 10 materiales de trigo (*Triticum aestivum* L.) sujetos a incidencia de áfidos (Homoptera: Aphididae) bajo condiciones de riego para El Bajío Guanajuatense. Tesis Lic. Universidad de Guanajuato, Escuela de Agronomía y Zootecnia. 87 p.
- PUNGERL, N.B. 1984. Host preferences of *Aphidius* (Hymenoptera:Aphidiidae) populations parasitising pea and cereal aphids (Hemiptera: Aphididae). Bull. Ent. Res. 74:153-161.
- RICE, M.E.; WILD, G.E. 1988. Experimental evaluation of predators and parasitoids in suppressing greenbugs (Homoptera: Aphididae) in sorghum and wheat. Environ. Entomol. 17(5):863-841.
- SALTO, C.E.; FRANA, J.E.; IMWINKELRIED, J.M. 1990. Flight pattern of *Schizaphis graminum* Rondani in Rafaela, Argentina. Program and abstracts. Aphid-Plant Interactions: Populations to Molecules. USDA. OSU. Stillwater, OK.
- SARH. 1985. Guía par cultivar trigo en el Bajío. SARH. INIA. CIAB. CAEB. Folleto para productores No. 18. 27 p.
- VICKERMAN, G.P.; WRATTEN, S.D. 1979. The biology and status of cereal aphids (Hemiptera: Aphididae) in Europe: a review. Bull. Ent. Res. 69:1-32.
- WATT, A.D.; DIXON, A.F.G. 1981. The role of cereal growth stages and crowding in the induction of alate in *Sitobion avenae* and its consequences for population growth. Ecol. Entomol. 6:441-447.
- WILDE, G. 1981. Wheat arthropod-pest management. In D. Pimentel (ed.). CRC Handbook of Pest Management in Agriculture. Boca Raton, Fla., CRC. vol 3. p. 317-327.
- WRAIGHT E, J.; LAING, J.E. 1980. Numerical response of coccinellids to aphids in corn in southern Ontario. Can. Ent. 112:977-988.
- WRATTEN, S.D. 1978. The effects of feeding position of the aphid *Sitobion avenae* and *Metopolophium dirhodum* on wheat yield and quality. Ann. Appl. Biol. 90:11-20.
- ZADOKS, J.P.; CHANG, T.T.; KONZAK, C.F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereal. Weed Research 14:415-421.

# Evaluación de la repelencia y mortalidad causada por insecticidas comerciales y extractos vegetales sobre *Bemisia tabaci*

Douglas Cubillo\*  
Guido Sanabria\*\*  
Luko Hilje\*\*

**RESUMEN.** En un invernadero del CATIE (Turrialba, Costa Rica), se evaluó el posible efecto repelente o insecticida de 16 insecticidas comerciales y extractos vegetales, sobre adultos de *B. tabaci*. Estos incluyeron insecticidas (Biomel, True Stop y Trebon), derivados del árbol de nim (*Azadirachta indica*, Meliaceae) (Nim 20, Nim 80, Nim-oil y Azatina), y extractos etanólicos del follaje, raíces o frutos de albahaca (*Ocimum basilicum*, Labiatae), anisillo (*Tagetes filifolia*, Compositae), madero negro (*Gliricidia sepium*, Papilionaceae), pimienta negra (*Piper nigrum*, Piperaceae), y cinco fracciones de *Echinacia purpurea* (Compositae). Todos se compararon con dos testigos (agua y endosulfán). Las sustancias se asperjaron sobre plantas de tomate dentro de jaulas de manga, donde se depositaron 100 adultos de *B. tabaci* 30 min después. Se usó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Se registró el número de adultos posados en el follaje 2, 4 y 24 h después de la aplicación, así como el número de adultos vivos y de huevos a las 48 h. Ningún producto mostró efecto repelente. Los productos comerciales tuvieron efecto insecticida, excepto el Biomel, y de los derivados del nim solamente los que contienen aceite (Nim 80 y Nim-oil) lo mostraron. De los extractos vegetales, el anisillo y la fracción de *E. purpurea* en éter causaron mortalidad, mientras que la pimienta causó baja oviposición.

**Palabras claves:** *Bemisia tabaci*, Mosca blanca, Repelencia, Insecticidas blandos, Extractos vegetales.

**ABSTRACT.** Evaluation of repellency and mortality caused by commercial insecticides and plant extracts on *Bemisia tabaci*. In a greenhouse (Turrialba, Costa Rica), 16 commercial insecticides and plant extracts were tested for their possible repellency or mortality effects on *B. tabaci* adults. They included insecticides (Biomel, True Stop, and Trebon), neem tree (*Azadirachta indica*, Meliaceae) derivatives (Nim 20, Nim 80, Nim-oil, and Azatina), and ethanolic extracts from either foliage, roots, or fruits of basil (*Ocimum basilicum*, Labiatae), "anisillo" (*Tagetes filifolia*, Compositae), cocoa-shade (*Gliricidia sepium*, Papilionaceae), black pepper (*Piper nigrum*, Piperaceae), as well as five fractions of *Echinacia purpurea* (Compositae). All of them were compared to two control treatments (water and endosulfan). The substances were sprayed on tomato plants placed inside sleeve cages, where 100 *B. tabaci* adults were released 30 min later. A randomized complete block design, with four replications, was used. The numbers of adults settled on foliage 2, 4 and 24 h later, as well as those of alive adults and eggs at 48 h were recorded. None of the products showed repellency. The commercial products had an insecticide effect, except for Biomel, and only those neem derivatives containing oil (Nim 80 y Nim-oil) did so. Only two of the plant extracts, "anisillo" and the ether fraction of *E. purpurea*, caused mortality, whilst black pepper caused low levels of oviposition.

**Keywords:** *Bemisia tabaci*, Whiteflies, Repellents, Commercial insecticides, Plant extracts.

## Introducción

La mosca blanca, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) es una plaga de varios cultivos en Mesoamérica y el Caribe, entre los que desta-

can el tomate y frijol, que son severamente afectados por geminivirus transmitidos por ella (Lastra 1993). Para ambos cultivos es común que todas las plantas se infecten, aunque se usen insecticidas y las

Recibido: 14/10/98. Aprobado: 24/09/99.

\* Dirección Actual: Standard Fruit Company. Oficina Central Río Frío. Apartado 4595-1000. San José, Costa Rica.

\*\* Unidad de Fitoprotección, CATIE. 7170 Turrialba, Costa Rica.

densidades del vector sean bajas; por ejemplo, en tomate ello sucede con apenas 0,3 adultos/planta (Cubillo *et al.* 1999). Por lo tanto, se debe evitar que *B. tabaci* inocule los virus en la planta cuando ésta es más susceptible.

Para el tomate, la virosis puede provocar disminución seria en el rendimiento, si la infección ocurre durante el período crítico del cultivo, que comprende las primeras semanas después de la germinación (Franke *et al.* 1983, Acuña 1993, Schuster *et al.* 1996). Ello podría evitarse mediante la aspersión de sustancias repelentes, complementadas con otras prácticas dentro de la noción del manejo integrado de plagas (Hilje 1993).

Se ha documentado o sugerido que varias sustancias pueden repeler a *B. tabaci* o a otros Aleyrodidae. Estas incluyen aceites vegetales (Butler *et al.* 1988, 1989, Butler y Henneberry 1990, 1991a, 1991b, Veierov 1996), aceites minerales (Larew y Locke 1990, Simons *et al.* 1992, Arias y Hilje 1993, Cubillo *et al.* 1994), insecticidas sintéticos (Uk y Dittrich 1986, Liu y Stansly 1995, Gómez *et al.* 1997a), así como extractos del árbol de nim (*Azadirachta indica*, Meliaceae) (Coudriet *et al.* 1985, Zeledón 1990) y de otras plantas (Gómez *et al.* 1997b, Nardo *et al.* 1997). Sin embargo, ninguna parece hacerlo con suficiente eficacia, lo cual justifica profundizar en su búsqueda. Asimismo, hay evidencias empíricas de que algunos insecticidas blandos de reciente aparición en el mercado, así como ciertos extractos vegetales evaluados contra otros insectos, podrían repeler a *B. tabaci*.

Por tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar el posible efecto repelente de varios insecticidas blandos y de extractos vegetales contra *B. tabaci*.

## Materiales y métodos

**Localización.** Se efectuaron tres experimentos (insecticidas comerciales, derivados del nim y extractos vegetales), en un invernadero del CATIE, en Turrialba, Costa Rica.

**Tratamientos y diseño experimental.** En el experimento I (**insecticidas comerciales**) los tratamientos fueron: Biomel, True Stop, Trebon, endosulfán como testigo relativo, y un testigo absoluto tratado con agua. Las dosis fueron las recomendadas comercialmente: 7,5; 24 y 3,75 ml/L de agua, correspondientes a 0,75; 2,4 y 0,375%, respectivamente.

En el experimento II (**derivados del nim**) los tratamientos fueron Nim 20, Nim 80 CE, Nim-oil, Azatina CE, endosulfán como testigo relativo, y un testigo absoluto, tratado con agua. Las dosis fueron de 20 g,

10 ml, 10 ml y 1 ml/L de agua, correspondientes a 2; 1; 1 y 0,1%, respectivamente.

En el experimento III (**extractos vegetales**) los tratamientos consistieron en extractos etanólicos de follaje de albahaca (*Ocimum basilicum*, Labiatae), raíz de anisillo (*Tagetes filifolia*, Compositae), raíz de madero negro (*Gliricidia sepium*, Papilionaceae), frutos de pimienta negra (*Piper nigrum*, Piperaceae), así como cinco fracciones de raíz de *Echinacia* (*Echinacea purpurea*, Compositae): en etanol (**Ech-etanol**), éter de petróleo (**Ech-éter**), diclorometano (**Ech-dicloro**), acetona (**Ech-acetona**) y agua (**Ech-agua**). Se compararon con el endosulfán como testigo relativo, y un testigo absoluto tratado con agua. Las concentraciones fueron de 100 ppm (0,1 g/L) de sólidos totales, con aproximadamente 0,1% de ingrediente activo (Jorge Loaiza 1996, UNA, com. pers.).

Para los tres experimentos, la dosis de endosulfán fue la recomendada comercialmente, (2,5 ml/L de agua). Para todos se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. Estas se hicieron en diferentes fechas, por razones de espacio, pero en cada fecha hubo una serie completa de tratamientos, incluyendo los testigos. La unidad experimental fue de tres plantas, colocadas en una jaula de manga (Serra 1996).

**Características de las sustancias.** El Biomel consta de aceites vegetales de cocina saponificados y homogeneizados (Biomel s.f.). El True Stop, desarrollado contra hormigas, contiene rotenona al 0,62% disuelta en boñiga refinada de vaca (Faye y Fox 1997). El Trebon (etofenprox) corresponde al 2-(4-etoxifenil)-2-metilpropil 3-fenoxibenzil eter (Trebon s.f.). El endosulfán (Thiodan 35% CE; Hoechst, Alemania) (350 g i.a./L) es un insecticida organoclorado (Thomson 1989).

Los derivados del nim (Nim 20, Nim 80, Nim-oil y Azatina) son preparados comerciales, extraídos de la semilla del árbol de nim (*Azadirachta indica*, Meliaceae). Todos contienen azadiractina, en 3000-4000, 1000, 3000 y 30 000 ppm, respectivamente. El primero fue un extracto acuoso de semilla molida, que se preparó dejándola en agua destilada durante la noche previa al experimento. El segundo y tercero son aceites formulados, y el último es un extracto formulado con 3% de azadiractina, 27% de otros compuestos de la semilla y 70% de ingredientes inertes. Los dos primeros son manufacturados por COPINIM (Managua, Nicaragua), el tercero por Rallis Indian (India), y el último por AgriDyne Technologies Inc. (Utah, EE.UU.).

En cuanto a los extractos vegetales, se seleccionaron según referencias de autores que los han evaluado para otros insectos (Jorge Loaiza 1996, UNA, com. pers.). Las muestras de las plantas se recolectaron en varias localidades de Costa Rica: albahaca (Llano Azul, San Carlos, Alajuela), anisillo (Barva, Heredia), equinácea (Santa Bárbara, Heredia), madero negro (Aguas Zarcas, Alajuela) y pimienta negra (Aguas Zarcas, Alajuela).

**Preparación de los extractos.** Se realizó en el Laboratorio de Productos Naturales, del Departamento de Química de la Universidad Nacional (Heredia, Costa Rica), de la siguiente manera (Jorge Loaiza 1996, UNA, Costa Rica com. pers.). Las muestras del material vegetal pertinente (aproximadamente 2,5 kg de cada una) se secaron a 50°C en un horno, por cuatro días, y el material resultante se molió finamente y se colocó en una mezcla 80:20 (etanol 95%: agua), por cuatro días. La disolución se filtró y el extracto crudo se concentró en un evaporador rotatorio a 45°C. En el caso de la equinacia, se tomaron 200 ml del concentrado para hacer particiones sucesivas con disolventes de polaridad creciente (éter de petróleo, diclorometano y acetato de etilo), quedando un remanente acuoso. A todos los extractos se les determinó la concentración de sólidos totales (por ml), para preparar las soluciones que se utilizaron en el experimento, mediante la eliminación total del solvente respectivo y utilizando agua esterilizada como disolvente.

**Plantas y aspersión.** Los extractos se asperjaron en plantas de tomate (var. Hayslip) con dos hojas verdaderas, mediante un atomizador DeVilbiss 15 de punta ajustable (The DeVilbiss, Somerset, PA, EE.UU.), conectado a una bomba de vacío (Cubillo y Hilje 1996), con una presión constante de 10 kg/cm<sup>2</sup>. Las plantas de cada tratamiento se asperjaron con cada sustancia en forma separada, en una sala para aplicaciones, para lo cual se colocaron sobre una mesa y se rociaron por el envés y el haz del follaje.

**Manipulación de los insectos.** Los adultos de *B. tabaci* se recolectaron de una colonia criada en tomate (var. Hayslip) en un invernadero. Para el experimento, las plantas de tomate se introdujeron 30 min después de asperjadas, en jaulas de manga de 30x30x45 cm, las cuales tenían paredes de madera, malla fina y vidrio (Serra 1996); en cada caja se colocaron tres macetas que recibieron el mismo tratamiento. Después se liberaron 100 adultos de *B. tabaci*, de edad desconocida y sin sexar, capturados con un succionador manual. Esto se hizo entre 8:30-10:30 a.m.; 2 min después de libera-

dos los adultos se revisó el frasco recolector del aspirador para, en caso de haber adultos muertos, reemplazarlos y compensar la mortalidad por la manipulación.

**VARIABLES DE RESPUESTA Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.** Para determinar si existía repelencia o mortalidad, se revisó todo el follaje de las plantas en los intervalos especificados (horas después de aplicar cada sustancia) y se registraron los números de: **a)** adultos posados a las 2, 4 y 24 h; **b)** adultos extraídos vivos a las 48 h; y **c)** huevos depositados a las 48 h. El recuento de huevos se hizo con un estereoscopio. Para estas evaluaciones se sugiere utilizar como criterio de repelencia la cantidad de adultos posados a las 24 h, en combinación con la de adultos vivos a las 48 h, así como la poca o nula oviposición (Gómez *et al.* 1997 a, b). Teóricamente, el repelente ideal sería la sustancia que no permitiera que los adultos se posen sobre las hojas ni ovipositen, por lo que no los mataría, lo cual permitiría recuperar un alto porcentaje de adultos a las 48 h de aplicada la sustancia.

Se realizaron análisis de varianza, y las medias de cada tratamiento se compararon mediante la prueba de Duncan, con un nivel de significancia de 0,05% utilizando el paquete estadístico SAS (SAS Institute 1985). Además, como un criterio complementario, los resultados se expresaron mediante el cálculo del porcentaje de reducción para cada variable con respecto al testigo, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula (Cubillo y Hilje 1996):  $R(\%) = \frac{P_{Te} - P_{Tr}}{P_{Te}} \cdot 100$ , donde: *R* (reducción), *P<sub>Te</sub>* (promedio del testigo) y *P<sub>Tr</sub>* (promedio del tratamiento).

## Resultados

**Insecticidas comerciales.** A partir de las 2 h después de aplicados, el endosulfán y el Trebon presentaron los menores valores de adultos posados en las plantas, siendo diferentes del resto de los tratamientos ( $P < 0,05$ ) (Cuadro 1). Esta tendencia se acentuó en forma progresiva hasta las 24 h, cuando ambos se diferenciaron ( $P < 0,05$ ), al alcanzar valores de reducción de 100 y 70%, respectivamente. El True Stop y el Biomel formaron un segundo grupo, diferente del testigo al inicio (2 y 4 h), pero no a las 24 h por parte del Biomel; hasta ese momento, los valores de reducción fueron de 39 y 21%, respectivamente (Cuadro 1).

Los resultados de las otras dos variables (adultos extraídos y huevos depositados) fueron congruentes con dichos datos. De las plantas tratadas con endosulfán no se extrajeron adultos vivos a las 48 h, y del Trebon apenas el 38%, por lo que difirieron ( $P < 0,05$ )

**Cuadro 1.** Número promedio de adultos de *B. tabaci* posados a las 2, 4 y 24 h después de aplicados los productos comerciales, y porcentaje de reducción con respecto al testigo. Experimento I.

| Tratamiento | 2 h      |     | 4 h     |     | 24 h     |     |
|-------------|----------|-----|---------|-----|----------|-----|
|             | No.      | %   | No.     | %   | No.      | %   |
| Testigo     | 78,00 a  | --- | 80,75 a | --- | 89,00 a  | --- |
| Biomel      | 31,00 bc | 60  | 49,75 b | 38  | 70,00 ab | 21  |
| True Stop   | 38,50 b  | 51  | 43,00 b | 47  | 54,75 b  | 39  |
| Trebon      | 13,25 cd | 83  | 9,75 c  | 88  | 26,50 c  | 70  |
| Endosulfán  | 3,75 d   | 95  | 2,25 c  | 97  | 0,00 d   | 100 |

Los valores de una misma columna seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente ( $P < 0,05$ ), según la prueba de Duncan.

(Cuadro 2), pero no lo hicieron en la cantidad de huevos depositados ( $P > 0,05$ ); con el endosulfán no se alcanzó ni un huevo. El True Stop se diferenció claramente del Biomel en estas dos variables, el cual no difirió del testigo ( $P > 0,05$ ) (Cuadro 2); de hecho, del Biomel se extrajeron más adultos que del testigo, lo cual originó un valor negativo de reducción (-3%).

**Derivados del nim.** En el número de adultos posados, el Nim 80, Nim-oil y endosulfán mostraron tendencia a diferenciarse del resto de los tratamientos ( $P < 0,05$ ), la cual se acentuó paulatinamente hasta las 24 h (Cuadro 3). Los valores de reducción variaron entre 61-100%. La Azatina y el Nim 20 nunca se diferenciaron del testigo, y sus valores de reducción fueron bajos (Cuadro 3).

**Cuadro 2.** Número promedio de adultos y de huevos de *B. tabaci*, extraídos 48 h después de aplicados los productos comerciales, y porcentaje de reducción con respecto al testigo. Experimento I.

| Tratamiento | Adultos |     | Huevos   |     |
|-------------|---------|-----|----------|-----|
|             | No.     | %   | No.      | %   |
| Testigo     | 91,75 a | --- | 400,75 a | --- |
| Biomel      | 94,50 a | -3  | 348,00 a | 13  |
| True Stop   | 57,00 b | 38  | 188,75 b | 53  |
| Trebon      | 34,50 c | 62  | 75,75 c  | 81  |
| Endosulfán  | 0,00 d  | 100 | 0,50 c   | 100 |

Los valores de una misma columna seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente ( $P < 0,05$ ), según la prueba de Duncan.

En el número de adultos extraídos a las 48 h se mantuvieron las mismas tendencias de las 24 h, pero en la cantidad de huevos depositados, el Nim 20 se diferenció de la Azatina y del testigo ( $P < 0,05$ ) y fue similar al Nim 80 (Cuadro 4). Los valores de reducción

del Nim 80, Nim-oil y endosulfán para los adultos extraídos variaron entre 65-100% y, para huevos depositados, entre 68-100%.

**Cuadro 3.** Número promedio de adultos de *B. tabaci* posados a las 2, 4 y 24 h después de aplicados los derivados del nim, y porcentaje de reducción con respecto al testigo. Experimento II.

| Tratamiento | 2 h      |       | 4 h      |      | 24 h     |     |
|-------------|----------|-------|----------|------|----------|-----|
|             | No.      | %     | No.      | %    | No.      | %   |
| Testigo     | 74,75 a  | ---   | 82,75 a  | ---  | 88,00 a  | --- |
| Azatina     | 75,00 a  | -0,33 | 80,75 a  | 2    | 80,50 a  | 9   |
| Nim 20      | 64,00 ab | 14    | 67,50 ab | 18   | 73,25 a  | 17  |
| Nim 80      | 48,75 b  | 35    | 45,75 bc | 45   | 34,50 b  | 61  |
| Nim-oil     | 21,00 c  | 72    | 27,00 c  | 67   | 21,00 bc | 76  |
| Endosulfán  | 1,00 d   | 99    | 0,50 d   | 0,60 | 0,00 c   | 100 |

Los valores de una misma columna seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente ( $P < 0,05$ ), según la prueba de Duncan.

**Extractos vegetales.** En relación con el número de adultos posados, el tratamiento con los menores valores en el intervalo 2-24 h fue el endosulfán, que difirió del resto de los tratamientos ( $P < 0,05$ ) (Cuadro 5). Entre éstos y el testigo no siempre hubo diferencia clara, excepto con el anisillo, Ech-dicloro y Ech-éter, pero éstos no siempre se diferenciaron de otros tratamientos; sus valores de reducción variaron entre 51-98%. Sin embargo, al considerar el número de adultos extraídos, solo el endosulfán, anisillo y Ech-éter se diferenciaron claramente ( $P < 0,05$ ), con valores de reducción de 42-100% (Cuadro 6), pero en la cantidad de huevos depositados únicamente lo hicieron los dos primeros, más la pimienta y Ech-dicloro; los valores de reducción fueron de 46-100%.

**Cuadro 4.** Número promedio de adultos y de huevos de *B. tabaci*, extraídos 48 h después de aplicados los derivados del nim, y porcentaje de reducción con respecto al-testigo. Experimento II.

| Tratamiento | Adultos  |     | Huevos    |     |
|-------------|----------|-----|-----------|-----|
|             | No.      | %   | No.       | %   |
| Testigo     | 86,50 a  | --- | 630,00 a  | --- |
| Azatin a    | 74,25 a  | 14  | 482,25 a  | 23  |
| Nim 20      | 71,75 a  | 17  | 292,25 b  | 54  |
| Nim 80      | 30,00 b  | 65  | 200,00 bc | 68  |
| Nim-oil     | 17,75 bc | 80  | 107,25 cd | 83  |
| Endosulfán  | 0,00 c   | 100 | 0,75 d    | 100 |

Los valores de una misma columna seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente ( $P < 0,05$ ), según la prueba de Duncan.

**Cuadro 5.** Número promedio de adultos de *B. tabaci* posados a las 2, 4 y 24 h después de aplicados los extractos vegetales, y porcentaje de reducción con respecto al testigo. Experimento III.

| Tratamiento | 2 h      |     | 4 h      |     | 24 h     |     |
|-------------|----------|-----|----------|-----|----------|-----|
|             | No.      | %   | No.      | %   | No.      | %   |
| Testigo     | 61,00 a  | --- | 54,25 a  | --- | 68,00 a  | --- |
| Mad. negro  | 43,00 ab | 29  | 53,50    | 1   | 51,75 ab | 24  |
| Ech-dicloro | 38,50 ab | 37  | 25,00 b  | 54  | 33,25 b  | 51  |
| Ech-etanol  | 33,00 b  | 46  | 38,00 ab | 30  | 60,25 a  | 11  |
| Ech-éter    | 32,25 b  | 47  | 21,50 bc | 60  | 33,50 b  | 51  |
| Ech-agua    | 28,75 b  | 53  | 35,25 ab | 35  | 55,50 ab | 18  |
| Ech-acetona | 28,50 b  | 53  | 33,00 ab | 39  | 43,25 ab | 36  |
| Pimienta    | 34,75 b  | 43  | 42,75 ab | 21  | 54,50 ab | 20  |
| Albahaca    | 34,75 b  | 43  | 31,50 ab | 42  | 42,00 ab | 38  |
| Anisillo    | 29,50 b  | 52  | 30,50 ab | 44  | 30,50 b  | 55  |
| Endosulfán  | 2,00 c   | 97  | 1,00 c   | 98  | 1,00 c   | 98  |

Los valores de una misma columna seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente ( $P < 0,05$ ), según la prueba de Duncan.

## Discusión

Para determinar la repelencia de las sustancias evaluadas contra *B. tabaci*, se utilizaron los criterios indicados previamente (Gómez *et al.* 1997a, b), es decir, la cantidad de adultos posados a las 24 h y de los adultos vivos a las 48 h, así como la poca o nula oviposición.

En el experimento I, el endosulfán y el Trebon causaron alta mortalidad hasta las 48 h (100 y 62%, respectivamente), y lo habían hecho desde las 2 h. Esto indica que los bajos valores de adultos posados en los intervalos previos, así como la baja oviposición, obedecieron a mortalidad y no a repelencia. El endosulfán es eficaz como insecticida contra *B. tabaci* (Cubillo *et al.* 1994, Gómez *et al.* 1997a, b), y por ello fue seleccionado como testigo relativo. Por su parte, el Trebon actúa por contacto e ingestión, y tiene acción translaminar en la planta (Trebon s.f.).

El Biomel no causó mortalidad ni redujo la oviposición, por lo que no tuvo efecto insecticida ni repelente. Funciona al bloquear los espiráculos del insecto, impidiendo el intercambio de oxígeno, y afecta la capa cerosa de la cutícula, causando desecación (Biomel s.f.). Sin embargo, en el presente experimento el producto se aplicó antes de liberar los adultos de *B. tabaci* dentro de las jaulas, por lo que no quedaron recubiertos, lo cual no causó asfixia ni desecación. Su supuesto efecto disuasivo o repelente de la alimentación y la oviposición de *B. tabaci* (Biomel s.f.) no fue sustentado con este experimento.

**Cuadro 6.** Número promedio de adultos y de huevos de *B. tabaci*, extraídos 48 h después de aplicados los extractos vegetales, y porcentaje de reducción con respecto al testigo. Experimento III.

| Tratamiento | Adultos   |     | Huevos    |     |
|-------------|-----------|-----|-----------|-----|
|             | No.       | %   | No.       | %   |
| Testigo     | 71,75 a   | --- | 248,50 a  | --- |
| Mad. negro  | 60,25 abc | 16  | 169,25 ab | 32  |
| Ech-dicloro | 49,75 abc | 31  | 133,75 b  | 46  |
| Ech-etanol  | 49,50 abc | 31  | 185,00 ab | 26  |
| Ech-éter    | 41,50 bc  | 42  | 151,75 ab | 39  |
| Ech-agua    | 55,75 abc | 22  | 153,00 ab | 38  |
| Ech-acetona | 65,50 ab  | 9   | 191,50 ab | 23  |
| Pimienta    | 53,00 abc | 26  | 117,50 b  | 53  |
| Albahaca    | 46,75 abc | 35  | 152,00 ab | 39  |
| Anisillo    | 36,25 c   | 49  | 99,00 b   | 60  |
| Endosulfán  | 0,00 d    | 100 | 0,25 c    | 100 |

Los valores de una misma columna seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente ( $P < 0,05$ ), según la prueba de Duncan.

Aunque los valores de adultos posados y de huevos depositados con el True Stop podrían indicar un efecto mixto, insecticida y repelente, la coincidencia entre el número de adultos posados a las 24 h y el de adultos extraídos a las 48 h sugiere más bien el efecto insecticida, el cual provocó valores intermedios de oviposición. El efecto insecticida fue demostrado para ninfas de *B. tabaci* en la planta ornamental *Euphorbia pulcherrima* (Faye y Fox 1997), y posiblemente obedece a la rotenona, que actúa como insecticida de contacto sobre varias especies de insectos (Metcalf y Flint 1965).

Para los derivados del nim, tanto el Nim 80 como el Nim-oil mostraron un claro efecto insecticida, que repercutió en la baja oviposición. Esto contradice datos previos (Cubillo *et al.* 1994, Gómez *et al.* 1997a). La metodología empleada por los primeros autores fue sustancialmente mejorada en el estudio de Gómez *et al.* (1997a), y ésta fue la misma utilizada en el presente estudio. Se desconocen las razones de estas discrepancias, pero es llamativo que en el segundo estudio los valores para la mayoría de las variables fueron superiores; por ejemplo, en el testigo la sobrevivencia fue del doble a las 24 y 48 h, y el número de huevos fue siete veces mayor. Una posible explicación es que la colonia mantenida en el invernadero fue vigorizada unos cuatro meses antes del presente experimento, lo cual quizás permitió un aumento en su sobrevivencia y fecundidad.



El Nim 80 y el Nim-oil tienen en común el hecho de contener el aceite de la semilla de nim, mientras que el Nim 20 fue un extracto acuoso de la semilla molida. Por su parte, la Azatina es rica en azadiractina, la cual es un regulador del crecimiento de las ninfas de *B. tabaci* (Agrydine Technologies 1992); aunque también es un fagodisuasivo para unas 50 especies de insectos (Mordue y Blackwell 1993), esto no se ha demostrado para *B. tabaci*.

El hecho de que los cuatro derivados del nim también contengan otros limonoides propios de la semilla (melantriol, salinina, nimbina, nimbidina, deacetilazadiractinol, 3-deacetilsalanina y salanol) (BOSTID 1992) en proporciones variables, sugiere que la mayor mortalidad causada por el Nim 80 y el Nim-oil obedeció al efecto del aceite *per se*, más que a estos constituyentes. No obstante, puesto que los productos se aplicaron antes de introducir los adultos de *B. tabaci* en las cajas, es difícil explicar cómo causaron su mortalidad. Veierov (1996) observó algo análogo al evaluar varios tipos de aceites de origen vegetal, y sugiere como posible explicación que los adultos mueren por el efecto indirecto de estas sustancias, quizás por inanición o deshidratación. Al respecto, es interesante que el Biomel no causó mortalidad, a pesar de estar compuesto por aceites de origen vegetal.

Es posible que este efecto de mortalidad repercutiera directamente sobre la oviposición, lo cual explica los valores observados con Nim 80 y Nim-oil. Sin embargo, el Nim 20, aunque no difirió del testigo ni de la Azatina en la mortalidad, lo hizo en la oviposición, lo cual sugiere que alguno de los otros limonoides podría actuar como disuasivo de la oviposición; Gómez *et al.* (1997a) también documentaron tal efecto con esta sustancia. Asimismo, los datos de dichos autores sugieren que el Nim-oil podría estimular la oviposición, pero los presentes resultados contradicen dicha idea.

En el caso de los extractos vegetales, solamente el de raíz de anisillo y el de equinácea en éter (Ech-éter) mostraron tendencias bien definidas en cuanto a mortalidad, pero en la cantidad de huevos depositados el efecto de Ech-éter no difirió del testigo. Los datos del

primer extracto coinciden con datos previos para extractos del follaje de especies congéneres, como *Tagetes jalisciensis* y *T. microglossa* (Gómez *et al.* 1997b); además, se ha documentado que los extractos foliares y aceites esenciales de *T. erecta*, *T. patula* y *T. minuta* son tóxicos para varias especies de insectos (Atal *et al.* 1978).

La pimienta presentó una baja cantidad de huevos depositados, a pesar de que el número de adultos posados no difirió del testigo, lo cual sugiere que actúa como disuasivo de la oviposición. Por su parte, el extracto de raíz de madero negro no causó mortalidad, pero en experimentos previos el extracto de su follaje actuó como un insecticida muy potente (Thunder 1994, Gómez *et al.* 1997b). Esto posiblemente se deba a diferentes tipos de compuestos contenidos en cada una de esas estructuras, algunos de los cuales podrían matar a *B. tabaci*, o a condiciones experimentales específicas, en cada caso.

En síntesis, entre las sustancias evaluadas fue obvia la ausencia de repelencia clara y fuerte sobre los adultos de *B. tabaci*, al menos en la modalidad y dosis evaluadas. Los productos comerciales tuvieron efecto insecticida, excepto el Biomel, y de los derivados del nim solamente los que contienen aceite (Nim 80 y Nim-oil) lo mostraron. De los extractos vegetales, el anisillo y la fracción de *E. purpurea* en éter causaron mortalidad, mientras que la pimienta causó baja oviposición.

### Agradecimientos

A Doudou D. Faye (Sphere Corporation, Georgetown, Texas), Alejandro Madrigal (Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín) y Manuel Murillo (Rohm & Haas, Costa Rica) por las muestras de los insecticidas. A Jorge Loaiza y Mariano Barrios (Departamento de Química, Universidad Nacional, Costa Rica), la preparación de los extractos vegetales y el aporte de la información pertinente. A Jorge Blanco, su ayuda en el análisis de los datos. A Paul Gómez y Arturo Ramírez, su colaboración en el experimento.

y de un aceite agrícola para disminuir la incidencia de virosis transmitida por *Bemisia tabaci* (Gennadius) en el tomate. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No. 27:27-34. ATAL, C.K.; SRIVASTAVA, J.B.; WALI, B.K.; CHAKRAVARTY, R.B.; DHAWAN, B.N.; RASTOGI, R.P. 1978. Screening of Indian plants for biological activity. Indian J. Exp. Biol. (India) 16:330-349.

### Literatura citada

ACUÑA, W. 1993. Efecto de la infección de un geminivirus sobre el rendimiento del tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) a geminivirus. Tesis Lic. Agr. Turrialba, Costa Rica, Sede Universitaria Regional del Atlántico, Universidad de Costa Rica. 73 p. AGRYDINE TECHNOLOGIES INC. 1992. Azatin: Nature's own insecticide. Salt Lake City, Utah. 12 p. ARIAS, R.; HILJE, L. 1993. Uso del frijol como cultivo trampa

- BIOMEL. s.f. Biomel: Insecticida-acaricida biológico. Medellín, Colombia. 2 p.
- BOSTID (Board on Science and Technology for International Development). 1992. Neem: A tree for solving global problems. Washington D.C., National Academy Press. 139 p.
- BUTLER, G.D.; HENNEBERRY, T.J. 1990. Pest control on vegetables and cotton with household cooking oils and liquid detergents. Southwest. Entomol. 15(2):123-131.
- BUTLER, G.D.; HENNEBERRY, T.J. 1991a. Sweetpotato whitefly control: Effect of tomato cultures and plant derived oils. Southwest. Entomol. 16(1):37-43.
- BUTLER, G.D.; HENNEBERRY, T.J. 1991b. Effect of oil sprays on sweetpotato whitefly and phytotoxicity on watermelons, squash and cucumbers. Southwest. Entomol. 16(1):63-72.
- BUTLER, G.D.; COUDRIET, D.L.; HENNEBERRY, T.J. 1988. Toxicity and repellency of soybean and cottonseed oils to the sweetpotato whitefly and the cotton aphid on cotton in greenhouse studies. Southwest. Entomol. 13(2):81-86.
- BUTLER, G.D.; COUDRIET, D.L.; HENNEBERRY, T.J. 1989. Sweetpotato whitefly: Host plant preference and repellent effect of plant-derived oils on cotton, squash, lettuce and cantaloupe. Southwest. Entomol. 14(1):9-16.
- COUDRIET, D.L.; PRABHAKER, N.; MEYERDIK, D.E. 1985. Sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae): Effects of neem seed extract on oviposition and immature stages. Environ. Entomol. 14 (6):776-779.
- CUBILLO, D.; HILJE, L. 1996. Repelentes. In Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus. L. Hilje (Ed.). CATIE. Turrialba, Costa Rica. Serie Materiales de Enseñanza No. 37. p. 77-83.
- CUBILLO, D.; SANABRIA, G.; HILJE, L. 1999. Eficacia de coberturas vivas para el manejo de *Bemisia tabaci* como vector de geminivirus, en tomate. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No. 51:10-20.
- CUBILLO, D.; LARRIVA, W.; QUIJIJE, R.; CHACON, A.; HILJE, L. 1994. Evaluación de la repelencia de varias sustancias sobre la mosca blanca, *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). Manejo integrado de Plagas (Costa Rica) No. 33:26-28.
- FAYE, D.D.; FOX, C. 1997. Evaluation of doses and modes of application of True Stop efficacy on greenhouse whitefly (*Bemisia tabaci*, Homoptera: Aleyrodidae) control. 3 p. (Inédito).
- FRANKE, G.; VAN BALEN, L.; DEBROT, E. 1983. Efecto de la época de infección por el mosaico amarillo sobre el rendimiento del tomate. Revista de la Facultad de Agronomía (Venez.) 6(2):741-743.
- GOMEZ, P.; CUBILLO, D.; MORA, G.A.; HILJE, L. 1997a. Evaluación de posibles repelentes de *Bemisia tabaci*: I. Productos comerciales. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica). No. 46:9-16.
- GOMEZ, P.; CUBILLO, D.; MORA, G.A.; HILJE, L. 1997b. Evaluación de posibles repelentes de *Bemisia tabaci*: II. Extractos vegetales. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica). No. 46:17-25.
- HILJE, L. 1993. Un esquema conceptual para el manejo integrado de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), en el cultivo de tomate. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No. 29:53-60.
- LAREW, H.G.; LOCKE, J.C. 1990. Repellency and toxicity of a horticultural oil against whiteflies on chrysanthemum. HortScience 25(11):1406-1407.
- LASTRA, R. 1993. Los geminivirus: un grupo de fitovirus con características especiales In Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. L. Hilje y O. Arboleda (Eds.). CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 205. p. 16-19.
- LIU, T.; STANSLY, P.A. 1995. Toxicity and repellency of some biorational insecticides to *Bemisia argentifolii* on tomato plants. Ent. Exp. et Appl. 74:137-143.
- METCALF, C.L.; FLINT, W.P. 1965. Insectos destructivos e insectos útiles. 1 ed. español. CECSA, México. 1208 p.
- MORDUE, A.J.; BLACKWELL, A. 1993. Azadirachtin: An update. J. Insect Physiol. 39(11):903-924.
- NARDO, E.A.D. DE; COSTA, A.S.; LORENCAO, A.L. 1997. Melia azederach extract as an antifeedant to *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). Florida Entomologist 80(1):92-94.
- SAS INSTITUTE INC. 1985. Guide for personal computers. Version 6 ed. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina. 378 p.
- SERRA, C. 1996. Biología de moscas blancas In Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus. L. Hilje (ed.). Turrialba, Costa Rica. CATIE. Serie Materiales de Enseñanza No. 37. p. 11-21.
- SCHUSTER, D.J.; STANSLY, P.A.; POLSTON, J.E. 1996. Expressions of plant damage of *Bemisia*. In *Bemisia 1995: Taxonomy, biology, damage control and management*. D. Gerling & R.T. Mayer (eds.). Andover, Hants, UK. p. 153-165.
- SIMONS, J.N.; SIMONS, J.E.; SIMONS, J.L. 1992. JMS Stylet-Oil User Guide. JMS Flower Farms Inc. Vero Beach, Florida. 34 p.
- THOMSON, W.T. 1989. Agricultural chemicals. I. Insecticides, acaricides and ovicides. Fresno, California, Thomson Publ. 288 p.
- THUNDER, F. 1994. Evaluación de dos formulaciones de madero negro (*Grircida sepium*) y su efecto contra la mosca blanca (*B. tabaci*) en el cultivo del tomate. In Biología y manejo del complejo mosca blanca-virosis. M. de Mata, D.E. Dardón; V.E. Salguero (eds.). Guatemala. p. 208. (Resumen).
- TREBON s.f. Trebon: Insecticida de bajo impacto ambiental. Rohm & Haas. 12 p.
- UK, S.; DITTRICH, V. 1986. The behaviour-modifying effect of chlordimeform and endosulfan on the adult whitefly *Bemisia tabaci* Genn. which attacks cotton In Sudan. Crop Protection 5(5):341-347.
- VEIEROV, D. 1996. Physically and behaviorally active formulations for control of *Bemisia*. In *Bemisia 1995: Taxonomy, biology, damage control and management*. D. Gerling; R.T. Mayer (eds.). Andover, Hants, UK. p. 557-576.
- ZELEDON, B. 1990. Uso de extractos del árbol nim *Azadirachta indica* A. Juss en la protección de plántulas de fíjol común *Phaseolus vulgaris* L. contra mosca blanca *Bemisia tabaci* Genn. Tesis. Escuela de Sanidad Vegetal. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Managua, Nicaragua. 40 p.

# Efecto de los niveles de fertilización en la intensidad de ataque de *Tuta absoluta* en *Lycopersicon hirsutum* y *L. esculentum*

Germano Leão Demolin Leite\*  
Marcelo Picanço\*  
José Cola Zanuncio\*  
Gulab Newandram Jham\*\*  
Marcelo Fialho Moura\*

**RESUMEN.** Se evaluó el efecto de cuatro niveles de fertilización de N y K en la resistencia de *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum* (PI 134417) y la susceptibilidad de *L. esculentum* cv. Santa Clara, a la polilla del tomate, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae), en condiciones de invernadero. En plantas de *L. hirsutum* y de *L. esculentum* se determinó el contenido de trideca-2-nona (2-TD), undeca-2-nona (2-UD), N, P, K, Ca y Mg, densidad y tipos de tricomas y tamaño de hojas. También se estudió el efecto de la fertilización sobre la oviposición y ataque de *T. absoluta*. El aumento en la fertilización con N y K no redujo las concentraciones de 2-TD y 2-UD en las hojas de *L. hirsutum* ni su resistencia a *T. absoluta*. En plantas de *L. esculentum* con niveles de fertilización bajos se observó mayor oviposición del insecto y el aumento en la fertilización con N y K favoreció el ataque de *T. absoluta*.

**Palabras claves:** Tomate, Resistencia, *Tuta absoluta*, Oviposición, Polilla del tomate, Nitrógeno, Potasio, *Lycopersicon hirsutum*.

**ABSTRACT.** Effect of the levels of fertilization on the intensity of attack by *Tuta absoluta* in *Lycopersicon hirsutum* and *L. esculentum*. The effect of four levels of N and K fertilization on the resistance of *L. hirsutum* f. *glabratum* (PI 134417) and the susceptibility of *L. esculentum* cv. Santa Clara, to the tomato leaf miner, *T. absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae), were evaluated under greenhouse conditions. In *L. hirsutum* and *L. esculentum* plants the trideca-2-nona (2-TD), undeca-2-nona (2-UD), N, P, K, Ca and Mg contents, density and types of trichomas and leaf size, were determined. The effect of fertilization on *T. absoluta* oviposition and attack was also studied. The increase in fertilization with N and K did not reduce the concentrations of 2-TD and 2-UD in the leaves of *L. hirsutum* nor its resistance to *T. absoluta*. In *L. esculentum* plants with low levels of fertilization, greater oviposition by the insect was observed and an increase in fertilization with N and K favored attack by *T. absoluta*.

**Key words:** Tomato, Resistance, Oviposition, *Tuta absoluta*, Tomato leaf miner, Nitrogen, Potassium, *Lycopersicon hirsutum*.

## Introducción

La polilla del tomate, *Tuta* (= *Scrobipalpuloidea*) *absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), es considerada una plaga importante de *Lycopersicon esculentum* en la mayoría de los países de América del Sur, incluyendo Brasil. Su control se ha basado en el uso de insecticidas, llegando a realizarse hasta tres

aplicaciones semanales (Guedes *et al.* 1994, Picanço *et al.* 1996a, 1996b). Una alternativa para el manejo de *T. absoluta* es el uso de variedades resistentes al insecto (Giustolin y Vendramim 1994, Leite *et al.* 1995, Picanço *et al.* 1995). El tomate silvestre *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum* (PI 134417) ha mostrado resistencia a esta polilla (Giustolin y Vendramim 1994, Leite *et al.* 1995).

Recibido: 20/10/99. Aprobado: 24/09/99.

\* Departamento de Biología Animal, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa/MG, 36571-000 Brasil. Fax (0055) (31) 899-2537. E-mail: gldleite@alunos.ufv.br

\*\* Departamento de Química, UFV, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa/MG, 36571-000 Brasil.

La resistencia de *L. hirsutum* a *T. absoluta* ha sido atribuida a la presencia de los aleloquímicos trideca-2-nona (2-TD) y undeca-2-nona (2-UD) presentes en exudados producidos por los tricomas glandulares de las hojas (Giustolin y Vendramim 1994). Otros posibles factores de resistencia son: barreras mecánicas, densidad, posición, tamaño y forma de los tricomas, lo cual afecta la oviposición, alimentación y protección de los insectos, incluyendo a *T. absoluta* (Norris y Kogan 1980, Sotirova y Georgiev 1981). Sin embargo, una de las limitaciones de utilizar *L. hirsutum* f. *glabratum* (PI 134417) como fuente de resistencia es el posible efecto de la fertilización en la resistencia. Se ha señalado que el aumento en la dosis de N, P, y K disminuye la densidad de tricomas (tipo VI), así como la resistencia de la planta a los insectos (Barbour *et al.* 1991).

El objetivo de este estudio fue la identificación de los tipos de tricomas, así como la determinación de 2-TD, 2-UD, N, P, K, Ca y Mg, así como la densidad de tricomas y área foliar de *L. hirsutum* f. *glabratum* (PI 134417) y su efecto en la intensidad del ataque de *T. absoluta*.

## Materiales y métodos

Esta investigación se realizó, entre mayo y agosto de 1996, en un invernadero de la sección de Entomología del Departamento de Biología Animal de la Universidad Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil. El diseño experimental fue de bloques al azar con cinco repeticiones. La parcela experimental estaba constituida por una maceta de polietileno de 5 L de capacidad, que contenía una planta de tomate de tres meses de edad. Al inicio de la investigación se liberaron aproximadamente 100 adultos de *T. absoluta*. Posteriormente, y hasta finalizar el experimento (cuatro semanas), se liberaron 100 adultos por semana. Se evaluaron dos especies de tomate *L. esculentum* cv. Santa Clara (susceptible al insecto) y *L. hirsutum* f. *glabratum* (PI 134417) (resistente al insecto) y cuatro niveles de fertilización [ $N_{100}K_0$  (100 mg de N/kg de suelo);  $N_{100}K_{200}$  (100 mg de N y 200 mg de K/kg de suelo);  $N_{300}K_0$  (300 mg de N/kg de suelo) y  $N_{300}K_{200}$  (300 mg de N y 200 mg de K/kg de suelo)].

Las evaluaciones fueron realizadas a los 60, 67, 74 y 81 días después de la germinación. Se registró el número de huevos de *T. absoluta* presentes en ambos lados de las hojas en cada parcela. En la última evaluación, se registró el número de minas de *T. absoluta*, las cuales fueron clasificadas como pequeñas (< 0,5 cm) y grandes (> 0,5 cm) (Picanço *et al.* 1995).

Para la extracción y cuantificación de los dos aleloquímicos trideca-2-nona (2-TD) y undeca-2-nona (2-UD), los genotipos fueron recolectados y pesados individualmente por la mañana. Para cada genotipo se recolectaron tres muestras de 5 g de hojas por tratamiento. Esas hojas fueron depositadas en un recipiente de vidrio (15 cm altura x 7,5 cm diámetro) que contenía 50 ml de hexano. Los recipientes se cerraron con tapa y sellaron con cinta adhesiva, para evitar la evaporación de estos aleloquímicos. Las hojas permanecieron en estas condiciones por 24 h. Después de la extracción, la solución hexánica fue deshidratada con  $Na_2SO_4$  anhidro, y concentrada utilizando un evaporador rotativo al vacío, a 30°C, para obtener aceite. Los análisis fueron realizados en un cromatógrafo de gases, modelo CG 37 equipado con programador de temperatura, detector de ionización de llama (FID) e integrador CG 100. Se utilizó una columna de vidrio de 2 m x 2 mm, empaquetada con OV 17 (1% sobre Chromosorb), con detector a 260°C e inyector a 280°C. El flujo de gases,  $H_2/N_2/Ar$ , fue: 30: 30: 300 ml minuto<sup>-1</sup>. La temperatura inicial de la columna fue de 80°C, la cual se mantuvo durante dos minutos. Posteriormente, la temperatura fue aumentando hasta llegar a 150°C a una velocidad de 6°C minuto<sup>-1</sup>.

Para la determinación de la densidad de tricomas, se recolectaron tres hojas por tratamiento y se almacenaron en alcohol de 70 y diafanizadas utilizando hidróxido de sodio al 10%, por dos h, en una solución de hipoclorito de sodio comercial al 20% por 18 h. Después de lavarlas y durante la deshidratación, los materiales fueron teñidos y montados, entre lámina y un cubreobjeto, utilizando bálsamo de Canadá. Para la coloración, las muestras se sumergieron por tres minutos en el colorante "fast green" (Johansen 1940). Las densidades de tricomas/mm<sup>2</sup> fueron calculadas en folíolos diafanizados en recuentos realizados en la región media del tercer folíolo contando a partir del ápice de las hojas (Channarayappa *et al.* 1992). En cada muestra se analizaron 24 campos, en la porción media del limbo (región equidistante entre la nervadura media y el margen). Por diferencia de focalización en este campo, se realizaron conteos de tricomas en la epidermis adaxial y abaxial. Por la mañana se recolectaron tres hojas/tratamiento para evaluar el tamaño (cm<sup>2</sup>) utilizando el Sistema de Medición de Área Foliar Delta T.

En esta investigación se clasificaron los tricomas con ambos genotipos de *Lycopersicon* en glandulares y no glandulares, a pesar de que en este género existen siete tipos de tricomas (Luckwill 1943, Channara-

yappa *et al.* 1992). Esto se realizó porque las accesiones de *L. hirsutum* presentaban casi solo tricomas glandulares (tipo I, IV, VIc y VII), principalmente del tipo VIc (productores de 2-TD y 2-UD). Por el contrario, *L. esculentum* presenta casi solo tricomas no glandulares (tipos III, Va y Vb) y el tricoma glandular de tipo VIa (Channarayappa *et al.* 1992).

Para la clasificación de los tricomas utilizó un microscopio de luz; la recolección y preparación del material fue similar al descrito para el conteo de los tricomas.

Para la evaluación de la concentración de nutrientes se recolectaron tres hojas para cada tratamiento. Estas hojas fueron colocadas en bolsas de papel Kraft y secadas a 67°C durante tres días. Después se maceraron en un molino Willey con un tamiz no. 20 (Braga y Novais 1970). La preparación de la solución mineral para la determinación de los nutrimentos se realizó por digestión en seco. Del extracto obtenido, se determinó el potasio utilizando un fotómetro de llama marca Coleman, modelo 22. Las concentraciones de calcio y magnesio fueron obtenidas mediante un fotómetro de absorción atómica Perkin Elmer, modelo 290 B; previamente se agregó clorato de estroncio para eliminar la interferencia de otros elementos minerales, principalmente fósforo (Braga y Defelipo 1974). Los análisis de nitrógeno se realizaron siguiendo el método de Nessler (Jackson 1958). El fósforo se determinó por el método colorimétrico de vitamina C (Braga y Defelipo 1974).

Los resultados sobre el ataque de *T. absoluta*, área foliar, densidad de tricomas, concentración de 2-TD, 2-UD, N, P, K, Ca y Mg fueron sometidos a un análisis de varianza y prueba de media de Scott-Knott al 5% de significancia (Scott y Knott 1974). También se realizaron análisis de regresión para *L. hirsutum f. glabratum* y *L. esculentum*, para las características del insecto y de la planta, en función de las densidades de tricomas y proporción de 2-TD, 2-UD, N, P, K, Ca y Mg. Las ecuaciones para estimar las curvas de los gráficos se generaron a partir de los datos crudos, utilizando el programa de Jandel Scientific o Table Curve, el cual permite obtener valores confiables ( $P < 0,05$ ) para estimar el número de huevos o minas para una determinada concentración de 2-TD, 2-UD.

## Resultados y discusión

*L. esculentum* presentó 90,31% de tricomas no glandulares; mientras que *L. hirsutum* 97,12% fueron tricomas glandulares.

No se encontraron diferencias significativas en el contenido de Mg en hojas de *L. esculentum* y *L. hirsutum* (0,04% de la materia seca), con respecto a 2-TD y 2-UD (0,309% y 0,0015%, respectivamente, en peso fresco). Tampoco se detectaron diferencias en la densidad de tricomas y área foliar (Cuadro 1) en hojas de *L. hirsutum* en función de los niveles de fertilización. Esto indica que *L. hirsutum* mantuvo el factor de resistencia al insecto con todos los niveles de N y K evaluados en este estudio. Barbour *et al.* (1991) observó que un aumento en la fertilización con N, P y K (20-20-20) de 1,4 g - 2,8 g/kg de suelo no afectó el área foliar de *L. hirsutum*, pero redujo la densidad de tricomas de tipo VI (productores de 2-TD) y la concentración de 2-TD en las hojas.

**Cuadro 1.** Densidad de tricomas (adaxial + abaxial/2) y área foliar de *Lycopersicon esculentum* y *L. hirsutum* en función de cuatro niveles de fertilización. Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 1996.

| Fertilización                     | Tricomas/mm <sup>2</sup> |                    | Área foliar (cm <sup>2</sup> ) |                    |
|-----------------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------|
|                                   | <i>L. esculentum</i>     | <i>L. hirsutum</i> | <i>L. esculentum</i>           | <i>L. hirsutum</i> |
| N <sub>100</sub> K <sub>0</sub>   | 13,6 aA*                 | 9,2 bA             | 281,75 aB                      | 177,54 aA          |
| N <sub>100</sub> K <sub>200</sub> | 11,3 aB                  | 10,7 aA            | 260,33 aB                      | 170,96 aA          |
| N <sub>300</sub> K <sub>0</sub>   | 10,6 aB                  | 10,0 aA            | 370,76 aA                      | 176,09 bA          |
| N <sub>300</sub> K <sub>200</sub> | 9,2 aC                   | 9,8 aA             | 370,73 aA                      | 147,90 bA          |

\*Los valores seguidos por la misma letra minúscula en la fila y la mayúscula en la columna no difieren entre sí según la prueba de Scott-Knott  $P < 0,05$ .

N<sub>100</sub> e N<sub>300</sub> = 100 y 300 mg de N/kg de suelo, respectivamente. K<sub>0</sub> y K<sub>200</sub> = 0 y 200 mg de K/kg de suelo, respectivamente.

Dimock *et al.* (1982) obtuvieron niveles más altos de 2-UD (0,066% en peso fresco) que los determinados en esta investigación. Esta diferencia podría deberse a que este estudio fue realizado en invierno (Nichoul 1994). La concentración de 2-TD (0,301% en peso fresco), determinado en esta investigación fue similar a la señalada por Dimock *et al.* (1982) (0,369% en peso fresco). Las áreas foliares de *L. esculentum* fueron mayores para los niveles de fertilización N<sub>300</sub>K<sub>0</sub> y N<sub>300</sub>K<sub>200</sub> que para N<sub>100</sub>K<sub>0</sub> y N<sub>100</sub>K<sub>200</sub> (Cuadro 1). Esto indicaría que las diferencias en el área foliar posiblemente se deben a los altos niveles de fertilización con nitrógeno.

La oviposición de *T. absoluta* fue más alta en plantas de *L. esculentum* que en *L. hirsutum* con un nivel de fertilización de N<sub>100</sub>K<sub>0</sub> (Cuadro 2), probablemente ésto se debió a los niveles de 2-TD y a la densidad de tricomas que no favorecieron la oviposición

de *T. absoluta* en hojas de *L. hirsutum* (Fig. 1). No se observaron diferencias estadísticas entre *L. esculentum* y *L. hirsutum* con otros niveles de fertilización, probablemente debido al bajo número de huevos de esta plaga (Cuadro 2).

La cantidad de minas pequeñas observada en las hojas de *L. esculentum* fue mayor que en *L. hirsutum* con un nivel de fertilización de  $N_{300}K_0$  (Cuadro 2). Esto podría explicarse por el bajo contenido de Ca, que constituye la lámina de la pared celular de los vegetales, (Marschner 1995) en las hojas de *L. esculentum* con respecto a las hojas de *L. hirsutum*. Por tanto, las hojas de *L. esculentum* fueron más suaves que las de *L. hirsutum*, lo cual facilitó la penetración y formación de minas por parte de este insecto. No se observaron diferencias significativas en los demás niveles de fertilización entre las dos especies de tomate en cuanto a las concentraciones de Ca (Cuadro 3, Fig. 1). Otra posibilidad fue el hecho de que las hojas de *L. esculentum*, además de ser más suaves, tenían mayor valor nutritivo o mayor digestibilidad, comparadas con las de *L. hirsutum*, lo que podría haber aumentado la viabilidad larval y, consecuentemente la cantidad de minas en la primera especie de tomate. A pesar de la gran cantidad de huevos de *T. absoluta* en *L. esculentum* con un nivel de fertilización de  $N_{100}K_0$ , comparado con los demás niveles de N y K, las hojas de estas plantas no fueron un buen alimento para esta plaga, ocasionando alta mortalidad larval.

Se observó mayor cantidad de minas grandes/hoja, para todos los niveles de fertilización, en *L. esculentum* que en *L. hirsutum* (Cuadro 2). Esto, probablemente se debió a la mayor cantidad de huevos puestos en hojas de *L. esculentum*, además del posible efecto antibiótico de 2-TD sobre las larvas de esta plaga, o que puede aumentar la mortalidad larval en *L. hirsutum*. Picanço *et al.* (1995) en pruebas de selección libre, no

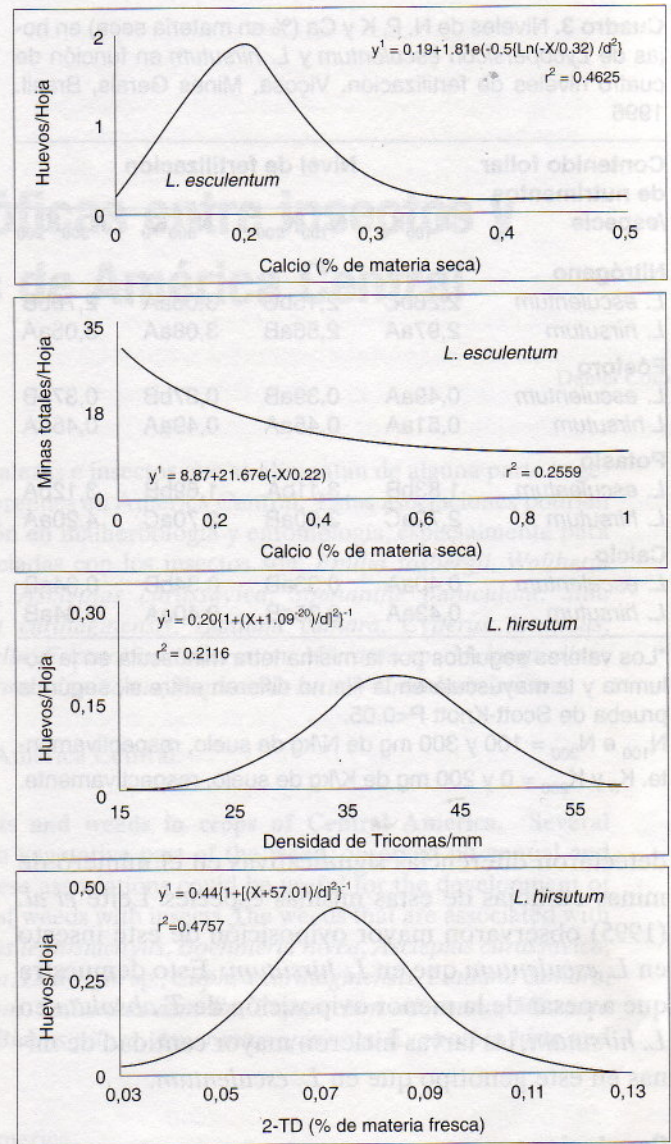


Figura 1. Número de huevos y de minas/hoja de *Tuta absoluta* en *Lycopersicon esculentum* y *L. hirsutum* en función de los niveles de Ca y trideca-2-nona y densidad de tricomas. Viçosa, Minas Gerais. Brasil. 1996.

Cuadro 2. Número de huevos, minas pequeñas (< 0,5 cm) y minas grandes (> 0,5 cm) de *Tuta absoluta* por hoja en *Lycopersicon esculentum* y *L. hirsutum* en función de cuatro niveles de fertilización. Viçosa, Minas Gerais, Brasil. 1996.

| Fertilización    | Huevos/hoja          |                    | Minas pequeñas       |                    | Minas grandes        |                    |
|------------------|----------------------|--------------------|----------------------|--------------------|----------------------|--------------------|
|                  | <i>L. esculentum</i> | <i>L. hirsutum</i> | <i>L. esculentum</i> | <i>L. hirsutum</i> | <i>L. esculentum</i> | <i>L. hirsutum</i> |
| $N_{100}K_0$     | 0,86 aA*             | 0,03 bA            | 0,76 aB              | 0,71 aA            | 11,77 aA             | 3,67 bA            |
| $N_{100}K_{200}$ | 0,21 aB              | 0,09 aA            | 0,80 aB              | 0,85 aA            | 15,25 aA             | 2,22 bA            |
| $N_{300}K_0$     | 0,23 aB              | 0,01 aA            | 3,08 aA              | 0,90 bA            | 17,88 aA             | 5,68 bA            |
| $N_{300}K_{200}$ | 0,32 aB              | 0,03 aA            | 1,97 aA              | 1,39 aA            | 11,01 aA             | 3,31 bA            |

\*Los valores seguidos por la misma letra minúscula en la fila y la mayúscula en la columna no difieren entre si, según la prueba de Scott-Knott  $P < 0,05$ .

$N_{100}$  y  $N_{300}$  = 100 y 300 mg de N/kg de suelo, respectivamente.  $K_0$  y  $K_{200}$  = 0 y 200 mg de K/kg de suelo, respectivamente.

**Cuadro 3.** Niveles de N, P, K y Ca (% en materia seca) en hojas de *Lycopersicon esculentum* y *L. hirsutum* en función de cuatro niveles de fertilización. Viçosa, Minas Gerais, Brasil. 1996

| Contenido foliar de nutrientes /especie | Nivel de fertilización          |                                   |                                 |                                   |
|---|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
|   | N <sub>100</sub> K <sub>0</sub> | N <sub>100</sub> K <sub>200</sub> | N <sub>300</sub> K <sub>0</sub> | N <sub>300</sub> K <sub>200</sub> |
| <b>Nitrógeno</b>                        |                                 |                                   |                                 |                                   |
| <i>L. esculentum</i>                    | 2,28bC*                         | 2,15bC                            | 3,03aA                          | 2,70bB                            |
| <i>L. hirsutum</i>                      | 2,97aA                          | 2,56aB                            | 3,08aA                          | 3,05aA                            |
| <b>Fósforo</b>                          |                                 |                                   |                                 |                                   |
| <i>L. esculentum</i>                    | 0,49aA                          | 0,39aB                            | 0,37bB                          | 0,37bB                            |
| <i>L. hirsutum</i>                      | 0,51aA                          | 0,45aA                            | 0,49aA                          | 0,45aA                            |
| <b>Potasio</b>                          |                                 |                                   |                                 |                                   |
| <i>L. esculentum</i>                    | 1,83bB                          | 3,11bA                            | 1,69bB                          | 3,12bA                            |
| <i>L. hirsutum</i>                      | 2,79aC                          | 3,60aB                            | 2,70aC                          | 4,20aA                            |
| <b>Calcio</b>                           |                                 |                                   |                                 |                                   |
| <i>L. esculentum</i>                    | 0,40aA                          | 0,33aB                            | 0,34bB                          | 0,34aB                            |
| <i>L. hirsutum</i>                      | 0,42aA                          | 0,35aB                            | 0,40aA                          | 0,34aB                            |

\*Los valores seguidos por la misma letra minúscula en la columna y la mayúscula en la fila no difieren entre sí, según la prueba de Scott-Knott  $P < 0,05$ .

N<sub>100</sub> e N<sub>300</sub> = 100 y 300 mg de N/kg de suelo, respectivamente. K<sub>0</sub> y K<sub>200</sub> = 0 y 200 mg de K/kg de suelo, respectivamente.

detectaron diferencias significativas en el número de minas en hojas de estas mismas especies. Leite *et al.* (1995) observaron mayor oviposición de este insecto en *L. esculentum* que en *L. hirsutum*. Esto demuestra que a pesar de la menor oviposición de *T. absoluta* en *L. hirsutum*, las larvas hicieron mayor cantidad de minas en este genotipo que en *L. esculentum*.

## Conclusiones

*L. hirsutum* mantuvo los niveles de sus factores de resistencia a *T. absoluta* para todos los niveles de fertilización evaluados en este estudio.

Las plantas de *L. esculentum* con bajo nivel nutricional en N son más atractivos a *T. absoluta* para su oviposición. El aumento en los niveles de N y K en plantas de *L. esculentum* favorece el ataque de larvas pequeñas de la polilla del tomate.

## Literatura citada

- BARBOUR, J.D.; FARRAR JUNIOR, R.R.; KENNEDY, G.G. 1991. Interaction of fertilizer regime with host-plant resistance in tomato. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 60:289-300.
- BRAGA, J.M.; DEFELIPO, B.V. 1974. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e planta. *Revista Ceres* 21:73-85.
- CHANNARAYAPPA, C.; SHIVASHANKAR, G.; MUNIYAPPA, V.; FRIST, R.H. 1992. Resistance of *Lycopersicon* species to Bemisia tabaci, a tomato leaf curl virus vector. *Canadian Journal of Botany* 70:2184-2192.
- DIMOCK, M.B.; KENNEDY, G.G.; WILLIAMS, W.G. 1982. Toxicity studies of analogs of 2-tridecanone, a naturally occurring toxicant from a wild tomato. *Journal Chemical Ecology* 8:837-842.
- GIUSTOLIN, T.A.; VENDRAMIM, J.D. 1994. Efeito de duas espécies de tomateiro na biologia de *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 23:511-517.
- GUEDES, R.N.C.; PICANÇO, M.C.; MATIOLI, A.L.; ROCHA, D.M. 1994. Efeito de inseticidas e sistemas de condução do tomateiro no controle de *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick), (Lepidoptera:Gelechiidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 23:321-325.
- JACKSON, M.L. 1958. *Soil Chemical Analysis*. New Jersey, Prentice Hall. 498 p.
- JOHANSEN, D.A. 1940. *Plant Microtechnique*. New York, McGraw Hill. 470 p.
- LEITE, G.L.D.; PICANÇO, M.; SILVA, D.J.H.; MATA, A.C.; JHAM, G.N. 1995. Distribuição de oviposição de *Scrobipalpuloides absoluta* no dossel de *Lycopersicon esculentum*, *L. hirsutum* e *L. peruvianum*. *Horticultura Brasileira* 13:47-51.
- LUCKWILL, L.C. 1943. The genus *Lycopersicon*: Anhistorical, biological and taxonomic survey of the wild and cultivated tomatoes. Scotland, Aberdeen Univ. 44 p.
- MARSCHNER, H. 1995. *Mineral nutrition of higher plants*. London, Academic Press. 889 p.
- NICHOL, P. 1994. Phenology of glandular trichomes related to entrapment of Phytoseiulus persimilis A.-H. in the glasshouse tomato. *Journal of Horticultural Science* 69:783-789.
- NORRIS, D.M.; KOGAN, M. 1980. Biochemical and morphological bases of resistance. In Maxwell, F.G. & P.R. Jennings (eds). *Breeding Plants Resistance to Insects*. New York, John Wiley. p.23-61.
- PICANÇO, M.C.; SILVA, D.J.H.; LEITE, G.L.D.; MATA, A.C.; JHAM, G.N. 1995. Intensidade de ataque de *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) ao dossel de três espécies de tomateiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 30:429-433.
- PICANÇO, M.C.; SILVA, E.A. DA; LÔBO, A.P.; LEITE, G.L.D. 1996a. Adição de óleo mineral a inseticidas no controle de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) e *Helicoverpa zea* (Bod.) (Lepidoptera: Noctuidae) em tomateiro. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 25:497-501.
- PICANÇO, M.C.; LEITE, G.L.D.; MADEIRA, N.R.; SILVA, D.J.H.; MYAMOTO, A.N. 1996b. Efeito do tutoramento do tomateiro e seu policultivo com o milho no ataque de *Scrobipalpuloides absoluta* e *Helicoverpa zea* ao tomateiro. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 25:175-180.
- SCOTT, A.J.; KNOTT, M.A. 1974. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. *Biometrics* 30:507-512.
- SOTIROVA, V.; GEORGIEV, H. 1981. The resistance of wild tomato species of varying origin to the glasshouse white fly (*Trialeurodes vaporariorum* West). *Genetika I Selektsiya* 14:372.

NOTA TECNICA

## Algunas relaciones tróficas entre insectos y malezas en cultivos de América Central

Daniel Coto\*

**RESUMEN.** Se describen varias asociaciones entre malezas e insectos que se alimentan de alguna parte vegetativa de la maleza, observadas en cultivos anuales y perennes en América Central. Estas asociaciones podrían ser útiles para el desarrollo de trabajos de investigación en malherbología y entomología, especialmente para el control de malezas con insectos. Las malezas asociadas con los insectos son: *Emilia fosbergii*, *Waltheria indica*, *Loranthus leptostachyus*, *Boehmeria nivea*, *Asclepias curassavica*, *Spananthe paniculata*, *Sida rhombifolia*, *Mimosa pudica*, *Ludwigia* sp., *Cuphea carthaginensis*, *Lantana camara*, *Cyperus rotundus*, *Chenopodium* sp., *Panicum maximun*, *Spilanthus acmella*, *Eupatorium odoratum*, *Micranta* sp., *Melampodium perfoliatum*, *Tithonia tubaeformis*, *Bidens pilosa*, *Amarantus spinosus*, *Euphorbia hirta* y *Crotalaria micans*.

**Palabras clave:** Relaciones tróficas, Insectos, Malezas, América Central.

**ABSTRACT. Some trophic relations between insects and weeds in crops of Central America.** Several associations between weeds and insects that feed on a vegetative part of the weed, observed on annual and perennial crops in Central America, are described. These associations could be useful for the development of research in and entomology, especially for the control of weeds with insects. The weeds that are associated with insects are: *Emilia fosbergii*, *Waltheria indica*, *Loranthus leptostachyus*, *Boehmeria nivea*, *Asclepias curassavica*, *Spananthe paniculata*, *Sida rhombifolia*, *Mimosa pudica*, *Ludwigia* sp., *Cuphea carthaginensis*, *Lantana camara*, *Cyperus rotundus*, *Chenopodium* sp., *Panicum maximun*, *Spilanthus acmella*, *Eupatorium odoratum*, *Micranta* sp., *Melampodium perfoliatum*, *Tithonia tubaeformis*, *Bidens pilosa*, *Amarantus spinosus*, *Euphorbia hirta* and *Crotalaria micans*.

**Key words:** Tophic relations, Insects, Weeds, Central America.

### Introducción

Las malezas son perjudiciales en muchos cultivos porque compiten por espacio, nutrimentos y luz, afectando la producción. Por tanto, su manejo es importante. Sin embargo, éste se ha basado, casi exclusivamente, en la aplicación de herbicidas. No obstante, algunos de estos productos no han sido muy eficaces o son agroquímicos de alta residualidad, que contaminan el ambiente.

Por tanto, se debe mejorar el manejo de las malezas mediante tácticas que procuren la sostenibilidad de los agroecosistemas. Una de las alternativas potenciales es la del uso de insectos fitófagos. Sin embargo, su éxito dependerá del impacto del insecto sobre las

poblaciones de plantas indeseables. Es necesario considerar que los daños en las plantas deben ser menores que el valor competitivo de la maleza, lo cual puede lograrse con diferentes grados de alimentación sobre la planta.

La acción directa de algunos insectos sobre las malezas ayuda a disminuir sus poblaciones, y su acción indirecta favorece la entrada de hongos, bacterias u otros organismos patógenos.

Los insectos que se alimentan de la raíz, tallo, semilla y flores causan mayor daño a la planta hospedante que los que atacan el follaje.

La observación de algunas malezas de importancia en cultivos anuales y perennes en América Central

Recibido: 18/03/99. Aprobado: 24/09/99.

\*CATIE. Unidad de Fitoprotección 7170 Turrialba, Costa Rica. EMail: dcoto@catie.ac.cr



permitirán determinar asociaciones tróficas de insectos con malezas. El objetivo de este trabajo fue establecer un registro de asociaciones en agroecosistemas de América Central con el propósito de identificar posibles alternativas para futuras investigaciones en el tema.

### Asociaciones tróficas entre insectos y malezas

Las asociaciones se presentan en el Cuadro 1.

**Melanchroia chephise (Cramer).** La larva se observó en Turrialba, Cartago, Costa Rica defoliando a la maleza *Emilia fosbergii* (L.) (Compositae), la cual estaba asociada al cultivo de frijol. Las larvas son gusanos medidores con dos pares de patas falsas, que caminan en forma ondulada. El adulto es una mariposa negra, con los ápices de las alas delanteras blancos.

La maleza es una dicotiledónea, herbácea, anual, de 0,20 a 0,60 m de altura; con hojas alternas, pubescentes, de bordes ondulados, flor púrpura lila, naranja o escarlata. Se propaga por semilla y es maleza en plantaciones, rastrojos, pastizales y bordes de carretera.

**Noropsis hieroglyphica (Cramer).** La larva de este defoliador se ha observado sobre la maleza *Waltheria indica* L. (Sterculiaceae) en Cañas, Guanacaste, Costa Rica, asociada con el cultivo de arroz. El adulto es una mariposa con las alas delanteras amarillo pálido con franjas negras en la mitad anterior del ala y puntos negros en la mitad posterior. Las alas traseras son pardo oscuro. Las larvas se alimentan del follaje, defoliando la maleza; la cual es una planta herbácea o semileñosa que comúnmente alcanza 1 m de altura, es erecta o decumbente. Sus hojas son alternas y gruesas, oblonga o redondeada-ovada, con el ápice obtuso o redondeado. Se propaga por semilla y es maleza en pastizales y varios cultivos.

**Hesperocharis crocea Bates.** Las larvas fueron observadas en Turrialba, Cartago, Costa Rica, defoliando la planta parásita *Loranthus leptostachyus* H.B.K. (Loranthaceae), conocida como matapalo. Se encontró asociada con el cultivo de cítricos. El adulto es una mariposa con las alas posteriores amarillas en su tercio anterior y anaranjadas en el resto del ala; las alas anteriores son amarillas. Las larvas son pardo oscuro, con chalazas sobre el tegumento; son gregarias y se encuentran sobre hojas y tallos. Se alimentan de las hojas llegando a defoliar totalmente la planta. La maleza es una dicotiledónea, hemiparásita, trepadora que crece sobre árboles maderables, frutales, cacao y café, entre otros. Mide de 0,30 a 1,50 m de largo. Las raíces adventicias o haustorios le permiten asirse a las ra-

mas de la planta hospedante. Sus hojas son simples, opuestas, ovaladas, membranosas y semicoreáceas. Se propaga por semillas.

**Pleuroptya silicalis (Guenée).** La larva fue observada atacando a la maleza *Boehmeria nivea* (L.) Gaud. (Urticaceae), en Santa Cruz de Turrialba, Cartago, Costa Rica. El adulto es una mariposa pardoclaro con franjas transversales más oscuras en zigzag en ambas alas. Las larvas se alimentan del área foliar de la maleza, ocasionando severos daños; cuando la densidad poblacional es alta pueden acabar con la planta. La maleza es una dicotiledónea, herbácea anual, de 1,50 a 2,00 m de altura, con hojas alternas, simples, ovadas, acuminadas y de bordes dentados. Se propaga por semilla, o por rizomas. Es una maleza agresiva y persistente e interfiere en la producción de café.

**Aphis nerii Fonscolombe.** Ninfas y adultos de éstos pulgones se encontraron alimentándose de la maleza *Asclepias curassavica* L. (Asclepiadaceae) en Turrialba, Cartago, Costa Rica. La maleza estaba asociada a pastizales destinados a la ganadería. Las ninfas y adultos tienen el cuerpo negro, sus alas son transparentes con venas negras, antenas uniformemente oscuras; cornículos fuertes, dos veces más largos que la cauda, esclerito postcornicular ancho y negro. Se alimentan de tallos y hojas de la planta, para la extracción de la savia introduce el estilete del aparato bucal hasta los haces vasculares y especialmente hasta el floema, en donde está su principal fuente de alimento; las plantas se tornan amarillas por la pérdida de nutrimentos. La maleza es una dicotiledónea, herbácea, perenne, de 0,50 a 1,30 m de altura. Todos sus órganos contienen látex blanquecino, el cual fluye de las heridas; sus hojas son opuestas o algunas veces en grupos radiados de 3, con pecíolo corto, lanceoladas a oblongas. Se propaga por semilla. Es maleza de cultivos, rastrojos, pastizales, tacotales y bordes de carreteras.

**Papilio polyxenes Fabricius.** Las larvas se observaron alimentándose sobre la maleza *Spananthe paniculata* Jacq. (Apiaceae), en Turrialba, Cartago, Costa Rica. La maleza estaba asociada al cultivo de maíz. El adulto es una mariposa con las alas anteriores y posteriores negras, con una franja diagonal de manchas amarillas a lo largo de ambas alas; al final de las alas posteriores hay dos ocelos anaranjados o amarillos con un punto negro al centro. Los bordes marginales de ambas alas tienen manchas amarillas. Las larvas son negras con verde, se alimentan frecuentemente

del follaje e inflorescencias de la maleza; la cual es una dicotiledónea, herbácea anual, de 0,30 – 1,00 m de altura; con hojas cordiformes o deltoides, dentadas o aserradas. Se propaga por semilla y vegetativamente por cepas. Es maleza en cultivos y bordes de carreteras.

**Calligrapha fulvipes Stal.** En San Rafael, Cartago, Costa Rica se observaron adultos alimentándose de la maleza *Sida rhombifolia* L. (Malvaceae). El adulto tiene la cabeza y el pronoto negro, los élitros tienen fondo amarillo con manchas negras de varios tamaños, hay dos manchas sobresalientes con forma de coma en la parte anterior de los élitros y dos semio-

vales en la parte posterior. Los adultos comen el follaje y flores, llegando a defoliar la planta. Esta es una maleza dicotiledónea, perenne, sub-arbustiva, erecta, de 0,50 a 2,00 m de altura, hojas alternas, con pecíolo corto, estipuladas, de forma romboide a ovadas con bordes aserrados menos en la base. Se propaga por semilla. Es maleza en cultivos, terrenos baldíos, pastizales y bordes de carreteras. Es altamente competitiva con cultivos debido a su sistema radical profundo.

**Utetheisa ornatix (L.), Hyalymenus tarsatus (F.), Nezara viridula (L.).** Las tres especies se observaron alimentándose de la maleza *Crotalaria micans*

**Cuadro 1.** Asociaciones tróficas entre insectos y malezas en agroecosistemas de Centro América.

| Orden       | Insecto       |                       |                       | Maleza             |                       |
|-------------|---------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|
|             | Familia       | Genero                | Especie               | Genero             | Especie               |
| Lepidoptera | Geometridae   | <i>Melanchroia</i>    | <i>chephise</i>       | <i>Emilia</i>      | <i>fosbergii</i>      |
| Lepidoptera | Noctuidae     | <i>Noropsis</i>       | <i>hieroglyphica</i>  | <i>Waltheria</i>   | <i>indica</i>         |
| Lepidoptera | Noctuidae     | <i>Platysenta</i>     | <i>sutor</i>          | <i>Spilanthus</i>  | <i>acmella</i>        |
| Lepidoptera | Pieridae      | <i>Hesperocharis</i>  | <i>crocea</i>         | <i>Loranthus</i>   | <i>leptostachyus</i>  |
| Lepidoptera | Pyralidae     | <i>Pleuroptya</i>     | <i>silicalis</i>      | <i>Boehmeria</i>   | <i>nivea</i>          |
| Lepidoptera | Pyralidae     | <i>Herpetogramma</i>  | <i>bipunctalis</i>    | <i>Amaranthus</i>  | <i>spinosus</i>       |
| Lepidoptera | Papilionidae  | <i>Papilio</i>        | <i>polyxenes</i>      | <i>Spananthe</i>   | <i>paniculata</i>     |
| Lepidoptera | Arctiidae     | <i>Utetheisa</i>      | <i>ornatrix</i>       | <i>Crotalaria</i>  | <i>micans</i>         |
| Lepidoptera | Arctiidae     | <i>Ecpantheria</i>    | sp.                   | <i>Melampodium</i> | <i>perfoliatum</i>    |
| Lepidoptera | Arctiidae     | <i>Estigmene</i>      | <i>columbiana</i>     | <i>Melampodium</i> | <i>perfoliatum</i>    |
| Lepidoptera | Sphingidae    | <i>Hyles</i>          | <i>lineata</i>        | <i>Euphorbia</i>   | <i>hirta</i>          |
| Lepidoptera | Tortricidae   | <i>Bactra</i>         | sp.                   | <i>Cyperus</i>     | <i>rotundus</i>       |
| Lepidoptera | Nymphalidae   | <i>Actinote</i>       | <i>anteas</i>         | <i>Eupatorium</i>  | <i>odoratum</i>       |
| Homoptera   | Aphididae     | <i>Aphis</i>          | <i>nerii</i>          | <i>Asclepias</i>   | <i>curassavica</i>    |
| Homoptera   | Aleyrodidae   | <i>Trialeurodes</i>   | <i>abutiloneus</i>    | <i>Tithonia</i>    | <i>tubaeformis</i>    |
| Coleoptera  | Chrysomelidae | <i>Calligrapha</i>    | <i>fulvipes</i>       | <i>Sida</i>        | <i>rhombifolia</i>    |
| Coleoptera  | Chrysomelidae | <i>Oedionychus</i>    | <i>virgata</i>        | <i>Amaranthus</i>  | <i>spinosus</i>       |
| Coleoptera  | Chrysomelidae | <i>Altica</i>         | sp.                   | <i>Ludwigia</i>    | sp.                   |
| Coleoptera  | Chrysomelidae | <i>Macrohaltica</i>   | sp.                   | <i>Cuphea</i>      | <i>carthaginensis</i> |
| Coleoptera  | Chrysomelidae | <i>Oedionychus</i>    | <i>virgata</i>        | <i>Chenopodium</i> | sp.                   |
| Coleoptera  | Chrysomelidae | <i>Zygogramma</i>     | <i>signatipennis</i>  | <i>Tithonia</i>    | <i>tubaeformis</i>    |
| Coleoptera  | Chrysomelidae | <i>Omoplata</i>       | <i>quadristillata</i> | <i>Micranta</i>    | sp.                   |
| Coleoptera  | Chrysomelidae | <i>Anomoea</i>        | sp.                   | <i>Mimosa</i>      | <i>pudica</i>         |
| Coleoptera  | Coccinellidae | <i>Epilachna</i>      | <i>mexicana</i>       | <i>Amaranthus</i>  | <i>spinosus</i>       |
| Coleoptera  | Curculionidae | <i>Crotanius</i>      | <i>trivittatus</i>    | <i>Bidens</i>      | <i>pilosa</i>         |
| Coleoptera  | Curculionidae | <i>Linogeraeus</i>    | sp.                   | <i>Bidens</i>      | <i>pilosa</i>         |
| Coleoptera  | Curculionidae | <i>Nicentrus</i>      | sp.                   | <i>Bidens</i>      | <i>pilosa</i>         |
| Coleoptera  | Curculionidae | <i>Cholus</i>         | <i>aureus</i>         | <i>Panicum</i>     | <i>maximun</i>        |
| Hemiptera   | Alydidae      | <i>Hyalymenus</i>     | <i>tarsatus</i>       | <i>Crotalaria</i>  | <i>micans</i>         |
| Hemiptera   | Pentatomidae  | <i>Nezara</i>         | <i>viridula</i>       | <i>Crotalaria</i>  | <i>micans</i>         |
| Hemiptera   | Pentatomidae  | <i>Euthyrhynchus</i>  | <i>floridanus</i>     | <i>Bidens</i>      | <i>pilosa</i>         |
| Hemiptera   | Coreidae      | <i>Hypselonotus</i>   | sp.                   | <i>Euphorbia</i>   | <i>hirta</i>          |
| Hemiptera   | Coreidae      | <i>Acanthocerus</i>   | <i>clavipes</i>       | <i>Bidens</i>      | <i>pilosa</i>         |
| Hemiptera   | Coreidae      | <i>Acanthocephala</i> | sp.                   | <i>Bidens</i>      | <i>pilosa</i>         |
| Hemiptera   | Tingidae      | <i>Teleonemia</i>     | <i>scrupulosa</i>     | <i>Lantana</i>     | <i>camara</i>         |
| Hemiptera   | Tingidae      | <i>Gargaphia</i>      | <i>patricia</i>       | <i>Euphorbia</i>   | <i>camara</i>         |

L. (Leguminosae), en Turrialba, Cartago; Costa Rica. El adulto de *U. ornatix* es una mariposa con las alas delanteras rosado pálido, con franjas rojas discontinuas en los márgenes y algunos puntos negros. Las alas posteriores tienen un fondo blanco, con manchas negras grandes en la parte posterior. Las larvas de las orugas minan los frutos consumiendo las semillas, también se alimentan del follaje.

Los adultos de *H. tarsatus* son delgados, verde o pardo rojizo; en cada lado del tórax; posee manchas bien definidas amarillo pálido, los fémures traseros están hinchados y dentados, las tibias en el macho son curvas.

Los adultos de *N. viridula* son ovalados y ligeramente convexos en el dorso. El cuerpo es verde, con la cabeza saliente, triangular y con márgenes rojizos. En la base del escutelo muy cerca del pronoto, hay tres manchas amarillentas y próximo a cada ángulo anterior del mismo existe un punto negro. Las ninfas y adultos de ambas especies se alimentan de la savia de la planta, succionando los jugos de los frutos, hojas y tallos, ambas especies completan su ciclo de vida en la maleza. La planta es una dicotiledónea herbácea anual, subarborescente, erecta y ramificada de 0,60 - 3,00 m de altura. Las hojas son alternas, compuestas y trifoliadas, las flores son de color amarillo, se propaga por semilla. Crece en terrenos baldíos, pastizales, algunos cultivos y bordes de caminos.

***Hyles lineata* (F.), *Hypselonotus* sp., *Gargaphia patricia* (Stal).** Las tres especies se encontraron causando daño sobre la maleza *Euphorbia hirta* L. (Euphorbiaceae). El adulto de *H. lineata* se recolectó en San Andrés, San Salvador, El Salvador y es una mariposa con las alas delanteras pardo, con una franja blanca diagonal y las venas internas blancas. Las alas posteriores muestran una franja ancha, parda en la parte posterior, una rosada en la sección media y una mancha parda blancuzca pequeña en la parte anterior. Las larvas se alimentan del follaje de la maleza.

El chinche *Hypselonotus* se recolectó en Turrialba, Cartago, Costa Rica. El adulto tiene los hemiélitros negros con una mancha amarilla al centro de cada hemiélitros, cabeza roja; patas y antenas negras.

La especie *G. patricia* se recolectó en San Rafael, Cartago, Costa Rica. El adulto tiene aspecto de encaje; protórax pardo oscuro con los bordes blancos. El abdomen y parte de los hemiélitros que lo cubren son pardo oscuro; hemiélitros con dos pequeñas franjas negras en el primer tercio. Cabeza negra, antenas pardo claro con el ápice negro. Ambas especies se alimentan de la maleza, succionando la savia de las hojas

y tallos. La maleza es una dicotiledónea, herbácea anual, de 0,20 a 0,60 m de largo y sus hojas son opuestas; se propaga por semilla. Es maleza de cultivos, rastrojos, pastizales y bordes de caminos.

***Oedionychus virgata* Har., *Epilachna mexicana* (Guérin), *Herpetogramma bipunctalis* (F.).** *O. virgata* se observó en Hattieville, Belize y El Progreso, Panamá. El adulto tiene los tres primeros segmentos de la antena pardo claro, los demás son negros. Su pronoto es amarillo, los élitros tienen el fondo amarillo, con tres franjas negras longitudinales.

*E. mexicana* se recolectó en Sacatepeque, Guatemala; los adultos son negros, con diez manchas grandes amarillo pálido o rojizas sobre los élitros, algunas de las manchas pueden confluir. Los adultos de ambas especies se alimentan del follaje de la maleza, ***Amaranthus spinosus* L.** (Amarantaceae). La especie *H. bipunctalis* se observó alimentándose del follaje de esta maleza en El Progreso, Panamá. Las larvas son translúcidas, amarillas a verde gris, la cabeza es pardo oscura o morada oscura, escudo protorácico con dos manchas negras diagonales. El adulto es una mariposa gris-amarillo pálido, con algunas manchas más oscuras y líneas indistintas en las alas delanteras. La maleza es una dicotiledónea anual, herbácea, erecta, espinosa y ramificada, de 0,40 a 1,50 m de altura. Hojas alternas, simples y ovaladas. Se propaga por semilla. Esta especie es maleza en pastizales, rastrojos, cultivos anuales, perennes y bordes de caminos.

***Anomoea* sp.** Se encontró alimentándose del follaje de la maleza ***Mimosa pudica* L.** (Mimosaceae) en El Zamorano, Tegucigalpa, Honduras. Los adultos tienen la cabeza negra, con dos manchas anaranjadas en el centro de los ojos; el pronoto es negro con una mancha anaranjada en el borde anterior. Los élitros tienen el fondo amarillo con dos manchas negras en el tercio anterior y una banda transversal negra en la parte posterior. La maleza es una dicotiledónea, arbustiva, perenne, postrada, espinosa y ramificada, de 0,25 a 0,50 m de longitud. Hojas bipinnadas, con cuatro hojas primarias que parten de un solo punto del pecíolo. Las hojas se cierran al ser tocadas. Se propaga por semilla. Es maleza en pastizales, plantaciones abandonadas, cultivos y bordes de caminos. Su carácter espinoso y perenne la hace una planta nociva en pastizales, así como en algunos cultivos.

***Altica* sp.** Se encontró gran cantidad de adultos sobre la maleza ***Ludwigia* sp.** (Onagraceae) en la localidad de Batán, Limón, Costa Rica. Los adultos son negros, excepto los tres primeros segmentos de las ante-

nas que son pardo oscuro. Se alimentan en forma gregaria en el haz y envés de las hojas, ocasionando gran cantidad de agujeros en el follaje. La maleza es una dicotiledónea, anual o perenne, herbácea o sub-leñosa, erecta y muy ramificada; de 0,70 a 1,80 m de altura. Las hojas son de bordes lisos, alternas, pecioladas y oblongo-lanceoladas, se propaga por semilla. Es maleza en cultivo de arroz irrigado e inundado, canales de drenaje y riego, lagos, pastizales y bordes de caminos.

**Macrohaltica sp.** Se ha informado la presencia de grandes grupos de adultos, sobre la planta silvestre *Cuphea carthagenensis* (Jacq.) J. Macbr. (Lythraceae), en la estación seca, en Trojas de Valverde Vega, Alajuela, Costa Rica (Hilje y Coto 1994). Los adultos son púrpura tornasol. Las plantas no alcanzan más de 30 cm de altura, y estaban adyacentes a una plantación de tomate irrigado. Los adultos se localizaban en el haz y envés de las hojas; las cuales presentaban varios agujeros. *C. carthagenensis* es una dicotiledónea, herbácea, anual, de 0,15 a 0,50 m de altura. Sus hojas son ovaladas a oval-lanceoladas, de bordes lisos, pecioladas y opuestas. Se propaga por semilla y vegetativamente.

**Teleonemia scrupulosa Stal.** Se observó sobre la planta silvestre *Lantana camara* L. (Verbenaceae) en Esparza, Puntarenas, Costa Rica. El adulto es pardo con aspecto de encaje. El pronoto hacia el centro presenta tres protuberancias en forma de línea; hemiólitros sobre el abdomen totalmente reticulados. Las ninfas y adultos se alimentaban del follaje y flores, se encuentran en grupos de cinco a ocho individuos por flor. La planta es una dicotiledónea, arbustiva, perenne, de 1 a 3 m de altura, hojas opuestas, aserradas, pecioladas, ovadas o algo oblongas y acuminadas, arrugadas y con el haz y envés ásperos; las flores son pequeñas, amarillas, anaranjadas o rojas. Se propaga por semillas y estacas. Esta especie es maleza en cultivos, pastizales, tacotales y bordes de caminos.

**Bactra sp. ca.** Este barrenador se observó sobre la maleza *Cyperus rotundus* L. (Cyperaceae) en Parrita, Puntarenas y en Cañas, Guanacaste, Costa Rica. El adulto es un microlepidóptero con las alas delanteras y traseras crema brillante. Las delanteras presentan en su borde marginal muchas franjas cortas de color pardo, el ápice del ala es crema entre mezclado con pardo. Las larvas barrenan los bulbos de la planta ocasionando su muerte. La planta es una monocotiledónea, herbácea, perenne, de 0,10 a 0,50 m de altura; con raíz fibrosa que se desarrolla a partir de tallos subterráneos largos, delgados, con rizomas estoloniformes delgados que producen numerosas cadenas de tubér-

culos. Se propaga por semilla o vegetativamente por bulbos y esquejes. Es maleza de cultivos perennes y anuales, pastizales y bordes de caminos. Es una de las malezas más agresivas del trópico y subtropico.

**Oedionychus virgata Har** Se observaron alimentándose del follaje de *Chenopodium sp.* (Chenopodiaceae) en El Progreso, Panamá y en Hattievill, Belice. En el adulto, los tres primeros y último segmento de la antena son amarillos, los restantes pardo oscuro. La cabeza es amarilla, el pronoto amarillo pálido, los élitros tienen cuatro franjas longitudinales amarillas y tres negras y bordes marginales negros. El fémur y tres tercios de la tibia son amarillos, el otro tercio y tarsos pardo oscuro. La maleza es una dicotiledónea herbácea, anual de 0,20 a 1,50 m de altura; hojas alternas o lanceoladas. Se propaga por semilla. Es maleza en cultivos, pastizales y orillas de camino.

**Crotanius trivittatus (Champion), Linogeraeus sp., Nicentrus sp., Acanthocerus clavipes (F.), Acanthocephala sp., Euthyrhynchus floridanus (L.).** Estas especies se observaron sobre la maleza *Bidens pilosa* L. (Asteraceae), en la localidad de Turrialba, Cartago, Costa Rica. Los adultos de *C. trivittatus* miden aproximadamente 4 mm de largo, están cubiertos por escamas amarillo claro, excepto por tres líneas negras sobre los élitros y dos en el pronoto que están cubiertas de escamas negras.

Los picudos adultos del género *Linogeraeus* son pequeños, negros y en forma de diamante, con un pico o rostrum largo y rojo al igual que las patas. El pronoto es densamente punteado y cubierto de escamas amarillo claro, los élitros tienen surcos longitudinales punteados y densamente cubiertos por escamas amarillo pálido.

Los adultos de *Nicentrus sp.* son negros y de forma alargada. El pronoto es puntuado y cubierto por pocas escamas amarillo pálido; élitros con surcos longitudinales punteados, con una hilera de escamas por surco. Patas rojas y rostrum negro.

Los adultos del chinche *A. clavipes* tienen el pronoto pardo oscuro, con una mancha pardo claro al centro; márgenes con muchas proyecciones en forma de espinas, al igual que otras áreas del pronoto; ángulos humerales proyectados, terminando en una espina; los hemiólitros son pardo oscuro, con varias venas pardo claro en la región anterior. Los fémures posteriores tienen una pequeña mancha negra al final del mismo.

Los adultos del género *Acanthocephala* son pardo oscuro o negro, y en el macho los fémures traseros están hinchados.

Los adultos de *E. floridanus* tienen el escutelo y el pronoto azul metálico, el primero con tres manchas anaranjadas y el segundo con los ángulos humerales proyectados hacia los lados, y con una mancha anaranjada pequeña en la región anterior. Los hemiólitros verde oscuro metálico; los tarsos, tibias, mitad del fémur y coxa azul metálico.

Los adultos de *C. trivittatus*, *Linogeraeus* sp. y *Nicentrus* sp. se alimentan de las flores y del follaje tierno, ocasionando agujeros de diferente tamaño. Las ninfas y adultos de *A. clavipes*, *Acanthocephala* sp. y *E. floridanus* succionan la savia de tallos, hojas y flores, ocasionando amarillamiento de la planta. Esta es una dicotiledónea, herbácea, anual, de 0,25 - 1,20 m de altura, con hojas opuestas, generalmente trilobuladas o simples, se reproduce por semilla. Es maleza de cultivos, rastrojos, pastizales y orillas de caminos.

***Zygogramma signatipennis* (Stal), *Trialeurodes abutiloneus* (Haldeman).** Ambas especies se observaron sobre *Tithonia tubaeformis* (Jacq.) Cass (Asteraceae), en Guaymango, San Salvador, El Salvador. La maleza estaba asociada al cultivo de frijol. Los adultos se alimentan en forma gregaria del follaje, ocasionando abundantes agujeros.

Los adultos de *Z. signatipennis* tienen la cabeza y el pronoto pardo claro. Los élitros son pardo oscuro con manchas amarillas de forma variada y ocho círculos de color pardo entre las manchas amarillas. Los adultos de *T. abutiloneus* son blancos, las ninfas miden 0,88 mm de longitud y 0,55 de ancho, generalmente presentan una banda meso-dorsal oscura.

Las ninfas y los adultos de *T. abutiloneus* se alimentan en el envés de las hojas, ocasionando deformación y amarillamiento del follaje de la maleza. Esta es una planta anual de 1 - 3 m de alto, tallo inicialmente con pelos cortos, que se tornan glabros. El tallo, cuando está en contacto con el suelo produce raíces. Las hojas inferiores son opuestas y las superiores alternas, ovadas o ovadas-triángulares. Es maleza en cultivos y lugares abiertos y se reproduce por semilla.

***Cholus aureus* Champion.** Los adultos se encontraron alimentándose del follaje tierno de *Panicum maximum* Jacq. (Gramineae), en Oriente, Turrialba, Cartago, Costa Rica. El adulto tiene las patas y, el rostrum rojo con algunas escamas amarillo claro, el resto del cuerpo está cubierto de escamas del mismo color. La gramínea es una monocotiledónea herbácea, perenne de 0,80 - 2,50 m de altura; con hojas alternas, lineal-lanceoladas. Se propaga por semilla y vegetati-

vamente. Es maleza de cultivos, lugares desolados y bordes de caminos.

***Platysenta sutor.*** Las orugas se encontraron defoliando la maleza *Spilanthes acmella* L. (Asteraceae), en Turrialba, Cartago, Costa Rica. El adulto tiene las alas anteriores gris oscuro, y las posteriores gris perla. La planta es una dicotiledónea, anual, herbácea, de 0,20 - 0,30 m de largo. Las hojas son opuestas, de pecíolo largo, membranosas, de 6 - 9 cm de largo, con el envés más claro y pubescente; las flores son amarillas. Se propaga por semilla. Crece en cultivos, terrenos baldíos y bordes de caminos.

***Estigmene columbiana* Rothschild, *Ecpantheria* sp.** Las larvas de estas dos especies se registraron sobre la planta silvestre *Melampodium perfoliatum* (Cav.) H.B.K. (Asteraceae) en Turrialba, Cartago, Costa Rica. Ambas especies se alimentaban del follaje causando defoliación.

Los adultos de ambos sexos de *E. columbiana* son blancos con algunas manchas negras distribuidas por el cuerpo, en ocasiones ausentes y sin coloración amarilla. Las larvas presentan muchas verrugas con grupos de setas, al inicio pardo y posteriormente pardo oscuro.

Los adultos de *Ecpantheria* tienen las alas blancuzcas, semi-translúcidas, con círculos grises en las alas delanteras. El abdomen es anaranjado con bandas grises. Las larvas son pardo oscuro con setas negras largas y la cabeza negra.

La maleza es una hierba anual de 0,20 - 1,50 m de altura; tallo erecto y ramificado; hojas opuestas, sésiles o con pecíolos alados, basalmente unidas y envolviendo el tallo. Inflorescencia en cabeza solitaria de color amarillo-anaranjado. Se propaga por semillas.

***Actinote antea.*** Este ninfálido se observó sobre la planta *Eupatorium odoratum* (Asteraceae) en Turrialba, Cartago, Costa Rica.

Las larvas tienen la cabeza oscura con muchas espinas. Cuerpo verde amarillento, en los laterales tiene dos franjas longitudinales oscuras. Cada segmento dorsal tiene dos líneas transversales semioscuras en los extremos; muchos escolos o espinas sobre su tegumento, lo que le da una apariencia ramificada. El adulto tiene las alas delanteras con fondo pardo oscuro, con una banda central transversal formada por cinco manchas amarillas; la base del ala muestra cinco manchas amarillas pero en forma de semitriángulo. Las alas posteriores son anaranjadas con los márgenes pardo oscuro. Las larvas se alimentaban de las plantas jóvenes, causando su debilitamiento y hasta destruc-

ción; causan defoliación o retraso del crecimiento de las plantas de mayor edad. La maleza es un arbusto perenne que puede alcanzar hasta 3 m de alto. El tallo es muy ramificado, hojas opuestas, pecioladas, en forma de diamante. Las flores son blanco-azuladas, pequeñas, dispuestas en cabezuelas, en corimbos terminales. Se propaga por semillas.

***Omoplatia quadrastillata*.** Las larvas y los adultos se observaron alimentándose del follaje de la planta *Mikania micrantha* Kunth (Asteraceae), fueron recolectados en Turrialba, Cartago, Costa Rica.

Los adultos son de color azul intenso, los élitros presentan en la parte anterior cuatro manchas rojas muy visibles. La planta es un bejuco no leñoso, trepador, que se enreda sobre otras plantas y llega a medir hasta 10 m. El tallo es delgado y muy ramificado; las hojas son opuestas, delgadas de 6 – 15 cm de largo, de forma ovada y con el margen dentado. El peciolo tiene el tamaño de la hoja o un poco más pequeño. La inflorescencia es un ramillete de pequeñas flores blancuzcas y poco fragantes.

## Literatura consultada

- COTO, T.D. 1988. Descripción taxonómica de las plagas de importancia agrícola del orden Lepidoptera: familia Noctuidae. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) no. 8:50-60.
- COTO, T.D. 1988. Descripción taxonómica de plagas de importancia agrícola del orden Lepidoptera. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) no.10:72-110.
- DE BACH, P. 1968. Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. 1 ed. México. Continental. 949 p.
- GOMEZ, A.; RIVERA, H. 1987. Descripción de malezas en plantaciones de café. Colombia. Cenicafe. 490 p.
- HILJE, L.; COTO, T.D. 1994. Gregarismo en *Macrohaltica* sp. (Coleoptera: Chrysomelidae) Brenesia (Costa Rica). 41-42: 107.
- SAUNDERS, J.L.; COTO, D.T.; KING, A.B.S. 1998. Plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Turrialba, C.R., CATIE. Serie Técnica. Manual Técnico no. 29. 305 p.
- PITTY, A.; MUÑOZ, R., 1991. Guía práctica para el manejo de malezas. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 223 p.

NOTA TECNICA

## Evaluación de productos comerciales para el control de *Thrips palmi* en berenjena

Mayte Piñón  
Lázaro Hernández  
Aydee Hernández  
Olimpia Gómez  
Antonio Casanova  
Tomás Depestre  
Jesús Estrada

**RESUMEN.** En Cuba el cultivo de berenjena (*Solanum melongena*) es afectado por *Thrips palmi*, lo cual provoca la reducción de la producción y de la calidad del fruto. Con el propósito de buscar alternativas de manejo de la plaga se evaluaron los siguientes tratamientos: aceite de girasol, aceite agrícola Safer, Melitox (insecticida natural a base de extracto de semillas de *Melia azedarach*), Jovel (detergente líquido), usados al 2% en volumen; además de dos testigos, uno sin aplicaciones y otro químico (endosulfán, 2 kg/ha de 50% polvo mojable + cipermetrina 0,5 kg/ha, 10% emulsión concentrada). En los tratamientos con productos no convencionales la población del insecto se redujo durante el experimento, siendo el promedio final de 0,43 adultos/hoja; los mayores rendimientos se registraron con Melitox (24,5 t/ha) y aceite de girasol (23,7 t/ha). Además en estas parcelas se observó gran cantidad de enemigos naturales de la plaga. En el tratamiento con insecticida sintéticos la población se redujo después de la primera aplicación, pero al final del experimento fue superior a los otros tratamientos. Este tratamiento mostró el rendimiento menor (18,8 t/ha) y mayor daño en frutos.

**Palabras clave:** *Thrips palmi*, Berenjena, *Solanum melongena*, Aceite de girasol, Aceite agrícola, Insecticida botánico.

**ABSTRACT. Evaluation of commercial products for the control of *Thrips palmi* in aubergine.** In Cuba the aubergine crop (*Solanum melongena*) is affected by *Thrips palmi*, leading to a reduction in production and fruit quality. With the aim of finding management alternatives for the pest the following treatments were evaluated: sunflower oil, agricultural oil Safer, Melitox (natural insecticide extract of *Melia azedarach* seeds), Jovel (liquid detergent), used at 2% volume; also two controls, one without applications and the other chemical (endosulphan, 2kg/ha of 50% wettable powder and cypermethrin 0.5 kg/ha, 10% concentrated emulsion). In the treatments with non conventional products the insect population was reduced during the experiment, reaching a final average of 0.43 adults / leaf; the greatest yields were obtained with Melitox (24.5 t/ha) and sunflower oil (23.7 t/ha). Furthermore large numbers of natural enemies of the pest were observed in these plots. In the treatment with synthetic insecticides the population was reduced after the first application but at the end of the experiment it was greater than in the other treatments. The yield (18.8 t/ha) was lowest in this treatment and fruit damage was greater.

**Key words:** *Thrips palmi*, Aubergine, Eggplant, *Solanum melongena*, Sunflower oil, Agricultural oil, Natural insecticide.

### Introducción

*Thrips palmi* (Karny) (Thysanoptera: Thripidae) fue descrito por primera vez en 1925 en Sumatra y desde

hace muchos años se ha informado su presencia en varios países de Asia. En el Caribe, se reportó en 1985 en Guadalupe y Martinica (A.F.) donde ha ca

Recibido: 29/04/99. Aprobado: 24/09/99.

\* Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova", carr. Quivicán km 33, Quivicán, La Habana, Cuba

\*\* Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt", calle 1 esq. 2. Stgo. De las Vegas, Ciudad de La Habana, Cuba

sado serios daños en cultivos de melón, pepino, berenjena, pimiento y papa (Guyot 1988). Posteriormente, fue encontrado en Antigua, Puerto Rico y República Dominicana.

Este insecto posee un aparato bucal picador-sucionador, que le permite alimentarse del contenido de las células vegetales. En la planta se sitúa en lugares protegidos y en algunos cultivos, su población llega a niveles elevados.

En los primeros años después de la aparición de *T. palmi* en el Caribe, se evaluaron diferentes productos químicos para su control. También, se probaron otras tácticas basadas en el manejo integrado (Ryckewaert 1994).

En enero de 1997, en la finca del Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova", Quivicán, Cuba, se observaron daños intensos en una plantación de berenjena var. 'Larga de Verano' de 40 días de trasplantada, y destinada a la producción de semilla de categoría básica.

Los síntomas observados fueron una coloración gris-plateado entre las nervaduras de las hojas, que tornó marrón plateado la parte superior de la hoja, las cuales se secaron posteriormente. Además se observó retardo en el desarrollo de las plantas y caída de las flores.

La observación detallada de las hojas reveló la presencia profusa de tisanópteros identificados como *T. palmi*, lo cual constituyó el primer informe de esta plaga en esa localidad. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de varios tratamientos sobre las poblaciones de este insecto y el rendimiento de la berenjena.

### Materiales y métodos

La investigación se realizó entre enero y marzo de 1997, en la finca del Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova, localizado en el municipio de Quivicán, provincia de La Habana, Cuba, a 11 msnm. La temperatura media es de 24°C, la precipitación anual de 1428 mm y humedad relativa media de 90%. Las prácticas agronómicas realizadas en la plantación, fue el saneamiento o eliminación de las hojas afectadas por el insecto.

Los tratamientos evaluados fueron: aceite agrícola Safer, aceite de girasol, Melitox (insecticida natural formulado a partir de extracto crudo concentrado de semilla molida del árbol del paraíso, *Melia azederach*, L.) y detergente líquido comercial (Jovel). Estos tratamientos se aplicaron semanalmente, durante ocho semanas, a una concentración del 2% en volumen.

Además se evaluó un tratamiento químico que consistió de endosulfán (Thiodan) en dosis de 2 kg/ha (50% polvo mojable) más cipermetrina (Ripcord), en dosis de 0,5 L/ha (10% emulsión concentrada) y un tratamiento testigo, sin aplicaciones. La primera evaluación de los tratamientos se realizó siete días después de la primera aplicación, según la siguiente fórmula: conteo de adultos vivos en el testigo - conteo de adultos vivos en el tratamiento/conteo de adultos vivos en el testigo x 100. La unidad experimental fue de 56 m<sup>2</sup> para cada tratamiento y se utilizaron dos repeticiones por tratamiento.

Las poblaciones del insecto se determinaron en 14 plantas, seleccionadas al azar, para cada repetición; los conteos de adultos se realizaron semanalmente sobre hojas subapicales, de aproximadamente 100 cm<sup>2</sup>. El rendimiento del cultivo, para cada tratamiento, se calculó a partir del promedio del rendimiento de las repeticiones. Posteriormente, se estimó el daño promedio (suberización de la epidermis) provocado por el insecto en los frutos cosechados, según la siguiente escala: 0 = ausencia de daños; 1 = daños en el 25% del fruto; 2 = daños en el 50% del fruto; 3 = daños en el 75% del fruto y 4 = daños mayores del 75% en el fruto y deformaciones del mismo.

Se usó un diseño de bloques al azar con dos repeticiones. Los resultados se sometieron al análisis de varianza.

### Resultados y discusión

Se confirmó la identificación del insecto con la ayuda de la guía para el diagnóstico entomológico (Vázquez 1994) y de un microscopio.

Las poblaciones del insecto decrecieron a lo largo de los 60 días del experimento, con un promedio final de 0,43 adultos/hoja, en las parcelas tratadas con productos no convencionales. Los tratamientos de Melitox y aceite de girasol registraron los mayores rendimientos: 24,5 y 23,7t/ha, respectivamente (Cuadro 1).

En las parcelas sin tratamiento químico también se determinó la presencia de una cantidad considerable de enemigos naturales de *T. palmi* como: *Orius insidiosus* Say (Hem: Anthocoridae), *Cyrtopeltis tenuis*, *Franklinothrips vespiformis*, *Chrysopa* spp. (Neur: Chrysopidae), *Cycloneda sanguinea* (Col: Coccinellidae), los cuáles fueron observados atacando la plaga. En el tratamiento químico, el número de adultos de *T. palmi* se redujo luego de la primera aplicación, pero a los 60 días del conteo inicial, llegó a 18,7 adultos/hoja, siendo superior a los demás tratamientos (Cuadro 1). Es-



**Cuadro 1.** Efecto de los tratamientos sobre las poblaciones de *Thrips palmi* y sobre el rendimiento y daños en los frutos de berenjena, Quivicán, Cuba 1997.

| Tratamiento               | Adultos/hoja a los |        |         |         | Efectividad- Rendimiento del producto (t/ha) | Daño en el fruto |
|---------------------------|--------------------|--------|---------|---------|--|------------------|
|                           | 0 días             | 7 días | 30 días | 60 días |  |                  |
| Aceite Safer              | 942                | 180    | 95      | 0,72    | 72 b*  | 1,56 c           |
| Aceite de girasol         | 1120               | 157    | 69      | 0,25    | 83 a   | 1,26 d e         |
| Melitox                   | 1080               | 128    | 61      | 0,22    | 85 a   | 1,16 e           |
| Detergente líquido        | 728                | 248    | 103     | 0,53    | 65 c   | 1,38 c d         |
| Endosulfán + cipermetrina | 1010               | 110    | 160     | 18,70   | 87 a   | 2,25 a           |
| Testigo                   | 800                | 650    | 155     | 1,50    | -  | 1,93 b           |

\*Valores con igual letra en la misma columna no difieren al nivel de  $P < 0,05$ .

to podría indicar que en las parcelas donde no se aplicaron insecticidas sintéticos, la protección de los enemigos naturales pudo contribuir a mantener baja la población de *T. palmi*.

El tratamiento de insecticidas sintéticos también alcanzó el menor rendimiento y el daño en los frutos fue mayor con respecto a los otros tratamientos (Cuadro 1). Resultados similares fueron informados por Etienne *et al.* (1990), al evaluar aplicaciones sistemáticas de insecticidas químicos para el control de esta plaga en berenjena en Guadalupe. Etienne y Van Waetermeulen (1989) habían señalado que estos tratamientos incidían fuertemente en las regulaciones naturales que intervienen a nivel foliar y telúrico, indispensables para asegurar la limitación importante en la población del insecto.

En la parcela testigo sin aplicaciones, la reducción de la población de *T. palmi* al final del experimento (1,50 adultos/hoja) está relacionada a la presencia de enemigos naturales en cantidades considerables.

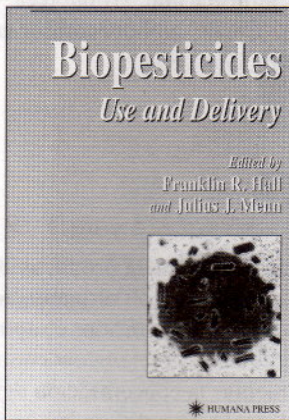
Además, se observaron correlaciones negativas y

significativas ( $P \leq 0,05$ ) entre el número de adultos/hoja y el rendimiento total (-0,754\*) y de frutos con calidad comercial por planta (-0,704\*) lo cual demuestra que este es buen indicador del nivel de daño en el cultivo.

### Literatura citada

- GUYOT, J. 1988. Revue bibliographique et premières observations en Guadeloupe sur *Thrips palmi* Karny. *Agronomie* 8(7):565-575.
- ETIENNE, J.; VAN WAETERMEULEN, X. 1989. *Thrips palmi* (Karny) (Thysanoptera: Thripidae) et les autres ravageurs de l'aubergine en Guadeloupe. *Mem. 25e Congrès Annuel CFCS*. Vol XXV. p. 398-410.
- ETIENNE, J.; GUYOT, J.; VAN WAETERMEULEN, X. 1990. Effect of insecticides, predation and precipitation on populations of *Thrips palmi* on aubergine (eggplant) in Guadeloupe. *Florida Entomologist* 73(2):339-342.
- RYCKEWAERT, P. 1994. Programmes de traitements sur cultures maraichères en lutte intégrée. *Dossiers Techniques Horticulture*. CIRAD-FLHOR-Martinique. 15 p.
- VAZQUEZ, L. 1994. Guía para el diagnóstico entomológico, *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae). Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Ed. CID- INISAV. Ciudad de La Habana.

## Reseñas de Publicaciones



HALL, F.R.; MENN, J.J. (Eds.). 1999. **Biopesticides. Use and delivery.** Totowa, N.J., Humana Press. 626 p.

Desde la perspectiva del manejo integrado de plagas (MIP), la utilización del control biológico es importante y clave en el desarrollo de estrategias de manejo de plagas potenciales. Este tipo de control no reemplaza el control químico, pero puede ser una alternativa a su utilización. En los últimos años, el uso de agentes naturales de control de plagas

("plaguicidas biológicos") ha mostrado una elevada tendencia de aplicación.

Este libro compila 31 capítulos que abordan diversas temáticas relacionadas con los "plaguicidas biológicos"; se incluyen aspectos teóricos que destacan un marco conceptual sobre el tema y la tecnología de producción de este nuevo insumo. Asimismo, se desarrollan experiencias con fungicidas e insecticidas biológicos (experiencias con el Neem (*Azadirachta indica*) y el *Bacillus thuringiensis* (Bt)).

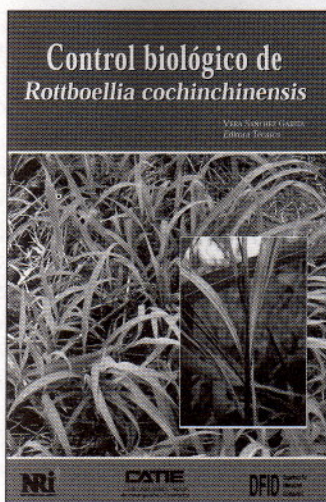
En cuanto al Bt, es muy importante la discusión sobre plantas transgénicas (p.e. algodón, maíz, tomate, papa, soya y árboles forestales) que pueden expresar toxinas del Bt. Asimismo, se comenta ampliamente lo relativo al uso de baculovirus en el manejo de insectos-plaga. También sobresale lo concerniente a la formulación, uso y eficacia de patógenos para el manejo de malezas, los micoherbicidas. Finalmente, en los capítulos de aplicación se documenta el uso de feromonas para el control de insectos.

En cuanto al registro de los plaguicidas biológicos, comentan sobre el proceso de registro en los Estados Unidos y Europa. Discuten como ejemplo el Proyecto IR-4, el cual involucra a una serie de oficinas gubernamentales estadounidenses, tales como USDA, EPA, CAES y CSREES; este proyecto asiste a los agricultores con el registro de productos agrícolas.

Los últimos capítulos discuten ampliamente lo concerniente a la formulación de plaguicidas biológicos considerando aspectos sobre protocolos y sistemas de distribución, monitoreo y análisis, estrategias para el manejo de resistencia y manejo en el campo de estos recursos en el control integrado de plagas. El texto es ideal para incorporarlo, como referencia de consulta, al programa temático de cursos académicos sobre control biológico, a nivel de pre y postgrado de las ciencias agronómicas.

(Reseñado por: M.Sc. Gonzalo Galileo Rivas-Platero, Area de Agricultura Ecológica).

## Nuevas Publicaciones CATIE



SANCHEZ, V. (Ed). 1999. **Control biológico de *Rottboellia cochinchinensis*.** Turrialba, Costa Rica, CATIE. 239 p.

El control de malezas constituye uno de los costos más importantes de la producción en el trópico. Sin embargo, en las últimas décadas la fuerte demanda para producir alimentos ha provocado un aumento en el uso de productos químicos y el control de malezas se ha basado particularmente en el uso de herbicidas, lo cual además de aumentar los costos de producción y contribuir a la contaminación ambiental, en algunos casos, ya no constituye una alternativa eficaz de manejo debido a la aparición de biotipos resistentes.

El uso de patógenos como agentes de control de malezas es un tema de gran interés y se fundamenta en la utilización de enemigos naturales para reducir las poblaciones, sin pretender la erradicación de las malezas, sino disminuir las

poblaciones y su capacidad competitiva para permitir el establecimiento de la flora natural.

*Rottboellia cochinchinensis* conocida como caminadora, es una maleza en continua expansión en el trópico. Fue introducida en América, probablemente a principios de siglo, donde por su capacidad competitiva y rápida diseminación, se ha convertido en un problema, principalmente en gramíneas. Esto se atribuye, entre otros factores, a una disminución del control manual y un aumento del uso de herbicidas. Cuenta con un amplio número de ecotipos, que le permiten crecer en diferentes sistemas de producción agrícola, en cultivos anuales como maíz, caña de azúcar, sorgo, arroz y perennes como frutales y palma aceitera. No obstante, esta maleza presenta caracte-

terísticas favorables para ser objeto de control biológico.

Por tanto, el CATIE con el apoyo del NRI ha producido este documento, el cual incluye siete temas, donde se discuten los aspectos fisiológicos y ecológicos que deben considerarse para seleccionar una estrategia de control biológico. Se describen ampliamente las dos estrategias de control biológico más usadas, clásico y uso de bioherbicidas. Se incluyen

los resultados de investigación realizada con *Sporisorium ophiuri*, carbón con alto potencial para ser introducido en áreas donde la maleza es un problema. Además, se presentan las investigaciones realizadas en el CATIE con hongos nativos de Costa Rica con potencial como agentes de control biológico de esta maleza. También el documento incluye las ponencias y conclusiones del Taller Internacional de Manejo Integrado y Control

Biológico de *Rottboellia cochinchinensis* celebrado en marzo de 1998.

La obra está dirigida a técnicos e investigadores que trabajan en el manejo de malezas, particularmente en el control de *R. cochinchinensis*.

**Mayor información:** Biblioteca Orto CATIE. Email: bibliot@catie.ac.cr  
Fax: (506) 556 - 0858.

## Tesis de Postgrado

**VELASCO TREJO, J.A. 1998. Productividad forrajera, aporte de fósforo foliar y dinámica de los hongos endomicorrízicos y lombrices, en una pradera de *Brachiaria humidicola* sola y *Acacia mangium*. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 88 p.**

Este estudio se realizó en la finca experimental "Calabacito" del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, en la provincia de Veraguas, durante los meses de febrero, abril, junio y julio de 1998. Los objetivos del presente estudio fueron: 1) Determinar la productividad forrajera de *B. humidicola* en monocultivo en sus fracciones de hoja, tallo y biomasa muerta vs *B. humidicola* asociada con *Acacia mangium*, 2) Evaluar el aporte de fósforo a través de la hojarasca de *A. mangium* y 3) Determinar la población y colonización de los hongos endomicorrízicos y la biomasa y población de lombrices, con relación a la influencia de la copa del árbol.

El estudio se dividió en dos ensayos, ensayo 1: determinó la productividad forrajera en sus fracciones hoja, tallo y biomasa y constó de tres tratamientos: a) *B. humidicola* en monocultivo (Nd), b) *B. humidicola* más 120 arb ha<sup>-1</sup> y c) 240 arb ha<sup>-1</sup> de *A. mangium*. El suelo es Ultisol, con pH menor a 5,5, aluminio intercambiable mayor a 2,5 meq 100 g suelo<sup>-1</sup> y alta capacidad de fijación de fósforo. El diseño fue completamente al azar con un arreglo en parcelas divididas (sistema x época o mes). El experimento 2: evaluó el aporte de fósforo a través de la hojarasca, determinó la población y colonización de hongos endomicorrízicos, así como la biomasa y población de lombrices, con relación a la influencia de la copa del árbol de *A. mangium*. El diseño fue

completamente al azar con un arreglo en parcelas subdivididas (sistema x copa x época o mes).

Los resultados del ensayo 1 mostraron que la producción forrajera fue mayor (P<0,001) en 24% y 28% para Nd (1990 kg MS ha<sup>-1</sup>) sobre Bd y Ad, respectivamente. Sin embargo, la producción de hoja verde de *B. humidicola* fue mayor (P<0,05) en los sistemas arborizados que en monocultivo. La producción de tallos no mostró diferencias significativas al comparar los tres sistemas. La relación hoja:tallo fue mayor para Ad y Bd comparado a Nd, 1,13 (\*0,05), 1,15 (\*0,08) y 1,04 (\*0,07), respectivamente. La relación lineal (P\*0,007 r<sup>2</sup> = 0,50) entre el área basal y la producción de materia seca de *B. humidicola* solamente se detectó durante la época húmeda, mientras en la época seca, esta relación entre variables no se presentó. En el experimento 2 la producción mensual de hojarasca de *A. mangium* fue mayor en 28% (P<0,003) en Ad con respecto a Bd. El fósforo acumulado anualmente vía hojarasca, fue mayor para Ad que Bd (6,9 y 4,8 kg ha<sup>-1</sup>), por lo que, la concentración de fósforo total, orgánico y disponible en el suelo fue de 258,9, 82,5 y 3,6 mg l<sup>-1</sup>, respectivamente, en el sistema Ad.

La población de hongos endomicorrízicos fue mayor (P\*0,04) en la época húmeda (2824 esporas g suelo<sup>-1</sup>). La colonización por vesículas y arbusculos no mostró diferencias significativas por efecto de la copa del árbol. La biomasa (15,3 kg MS ha<sup>-1</sup>) y población de lombrices (26 lombrices m<sup>-2</sup>) se incrementó significativamente en 60% y 70% en la época húmeda respecto a la seca; no se detectaron diferencias por efecto de la copa del árbol.

Se concluye que la productividad forrajera disminuye con el incremento de la densidad de plantación; el aporte de fósforo foliar de *A. mangium* contribuye a incrementar la concentración de fósforo total, orgánico y disponible en el suelo. Los hongos endomicorrízicos y lombrices son más afectadas por la época y el sistema que por la copa del árbol.

**GONZALEZ CASTILLO, M.Y. 1998. Evaluación de plagas de verano en café en dos sistemas de manejo: convencional y ecológico. Tesis M.Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 76 p.**

Los objetivos de esta investigación fueron 1) Evaluar la sanidad del cultivo del café (*Coffea arabica*) al finalizar la época de verano en dos sistemas de manejo (ecológico y convencional). Analizar la influencia del manejo en los niveles de infestación de broca (*Hypothenemus hampei*), minador (*Leucoptera coffeella*) y roya (*Hemileia vastatrix*).

Los lotes experimentales se localizaron en tres fincas cafetaleras: El Porvenir, San Dionisio y María Auxiliador, ubicados en la ciudad de San Marcos, departamento de Carazo, a una altitud de 552 msnm, con precipitación anual de 1500 mm y temperatura media de 25°C. Cada finca seleccionada se consideró como estudio de caso debido a que presentaba diferencias en edad, variedad y niveles de sombra. La parcela experimental de cada finca estaba conformada por 3 plantas (150 para cada manejo), las cuales fueron observadas en un período de cuatro meses (marzo-junio) y se realizaron dos muestreos mensuales.

Los resultados obtenidos indican que al finalizar la época de verano la sanidad del cultivo es similar en ambos sistemas

de manejo. Las prácticas culturales y el control biológico son efectivos para regular las poblaciones de broca y del minador. En relación a la producción y crecimiento vegetativo, el sistema de manejo ecológico de la finca El Porvenir presentó mayor número de flores y fru-

tos. Con respecto al crecimiento vegetativo, la renovación de hojas estuvo influenciada por los porcentajes de sombra de cada finca. Para establecer un manejo ecológico se debe considerar que la base fundamental son las observaciones sistemáticas que permitirán establecer

las estrategias que puedan proporcionar soluciones genuinas y con frecuencia permanente. El manejo convencional tiene un potencial de experiencias que pueden ser utilizadas para rediseñar estrategias, en las cuales es fundamental la participación del agricultor.

## *Futuros Eventos*

17 – 20 Octubre, 1999

### **8° Taller Latinoamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas y Geminivirus**

**Información:** Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária IPA  
Av. Gal. San Martín, 1371 Bonji  
CEP 50761-000 Recife, Pernambuco, Brasil  
Tel/Fax: (081)445-3939  
EMail: moscco@ipa.br, ipa@fisepe.gov.br

28 Febrero – 2 Mayo, 2000

### **14 Taller Internacional de Resistencia de Plantas**

**Información:** F. Peairs  
Depto. of Entomology  
Colorado State University  
Ft. Collins, CO 80523, USA  
EMail: fbpeairs@lamar.colostate.edu

13 – 24 Marzo, 2000

### **Análisis estadístico Bayesiano con aplicaciones a la genética cuantitativa**

**Información:** Dr. Carlos Miguel Becerril  
Colegio de Postgraduados, México  
Fax: (595)2-02-77  
Te.: (5952-02-76  
EMail: sacied@colpos.colpos.mx

16 - 19 Marzo, 2000

### **Tizón tardío: un reto para la seguridad alimentaria mundial**

**Información:** GILB, CIP  
Apartado 1558, Lima 12, Perú  
Fax: 51-1-349-5638  
EMail: m.kearl@cgnnet.com

18 - 19 Marzo, 2000

### **Symposium on Biological Control in the Tropics**

**Información:** Symposium Organizing Committee, MARDI  
P.O. Box 12301, 50774 Kuala Lumpur, Malasia  
Tel.: 60-03-948-7639  
Fax: 60-03-943-7432  
EMail: anwar@mardi.my

17 – 19 Mayo, 2000

### **IV Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica**

**Información:** Ing. Marta Pérez Pérez  
Secretaria Ejecutiva  
Grupos de Agricultura Orgánica – ACTAF  
Apartado Postal 4029 C.P. 10400  
Ciudad de La Habana  
Cuba  
Tel/Fax: (537)84 5387  
EMail: actaf@minag.gov.cu

19 - 21 Mayo, 2000

### **World Neem Conference**

**Información:** M.B. Isman  
Dept. of Plant Science  
University of British Columbia  
Vancouver, B.C. V6T 1Z4  
Canadá  
Fax: 1-604-822-8640

19 Mayo – 1 Julio, 2000

### **Curso Internacional de Manejo Integrado de Plagas**

**Información:** H.A.I. Stoetzer  
P.O. Box 88 6700 AB Wageningen,  
The Netherlands  
Fax: 31-317-418552  
EMail: iac@iac.agro.nl

23 – 27 Julio, 2000

### **10. International Conference on Plant Pathogenic Bacteria**

**Información:** S.H. de Boer  
EMail: deboers@em.agr.ca  
Charlottetown, PEI, Canadá

20 - 26 Agosto, 2000

### **21st International Congress of Entomology**

**Información:** D.L. Gazzoni  
Iguassu Falls  
Brasil.  
EMail: francovi@sercomtel.com.br  
Web site: www.embrapa.br/ice

# MOSCA BLANCA AL DIA



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



No. 28

Setiembre, 1999



## Nota editorial

Colaboración, enlaces y redes, son tres conceptos y acciones claves para enfrentar problemas fitosanitarios de la magnitud del complejo mosca blanca-geminivirus. Por fortuna, en casi todo el mundo esta ha sido la tónica desde el surgimiento de los problemas causados por dicho complejo. Hoy celebramos la creación de la Red Europea de Mosca Blanca, la cual complementará los esfuerzos del *Silverleaf Whitefly Research, Action and Technology Transfer Plan* de los EE.UU. y de nuestro *Plan de Acción*. Con pocos recursos, hemos llegado muy lejos, y hoy que estamos tan cerca de concretar nuestro VIII Taller, confiamos en que saldremos aún más fortalecidos, y que las oportunidades de colaboración con nuestros colegas norteamericanos y europeos se incrementarán, para beneficio de los agricultores de nuestro continente.



## VIII Taller

Hay gran expectativa acerca del *VIII Taller Latinoamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas y Geminivirus*, que se realizará en Recife, Brasil, del 17 al 20 de octubre de 1999. Ya se distribuyó el segundo aviso, con el programa detallado, y la respuesta ha sido muy positiva. Hasta ahora han confirmado su participación unas 150 personas, y se presentarán al menos 50 carteles.

Como se informó previamente, habrá charlas magistrales a cargo de los especialistas Dan Gerling (Israel), Judy Brown (EE.UU.), Phil Stansly (EE.UU.) y Pamela Anderson (Colombia); informes nacionales de países selectos (EE.UU., México, Cuba, Nicaragua, Colombia, Argentina y Brasil); paneles sobre cultivos (granos, algodón, hortalizas y frutales) e innovaciones tecnológicas; ponencias mediante presentaciones orales o carteles; y un mini-curso sobre *Biología y Manejo de la Mosca Blanca*.

Aún hay tiempo de inscribirse y participar. Contacto: **José Renato Bahia de Oliveira** (EMBRAPA/IPA). Av. Gal. San Martín, 1371-Bonji. CEP 50761-000 Recife, Pernambuco, Brasil. Tel (081) 445-2200 (ext. 259). Fax: (081) 445-3939. E-mail: [mosca@ipa.br](mailto:mosca@ipa.br) o [ipa@fisepe.gov.br](mailto:ipa@fisepe.gov.br) Para información detallada, se puede acceder el sitio <http://www.ipa.br/mosca>



## Geminivirus en tomate

Como se informó en **MBDía 23**, en diciembre de 1997 se publicó el artículo *The emergence of whitefly-transmitted geminiviruses in tomato in the Western Hemisphere* (*Plant Disease* 81(12): 1358-1369), una revisión de gran importancia para nuestro continente en la que se destaca la gran diversidad de geminivirus en tomate, en América (se han detectado 17 de ellos, hasta ahora), y se incluye información sobre su etiología, distribución, ecología y epidemiología, impacto económico, manejo y estudios de casos, ilustrada con abundantes fotos a color. Por tanto, gracias a la gentileza de sus autoras, doctoras Jane Polston y Pamela Anderson, así como de la Sociedad Norteamericana de Fitopatología (APS), se logró la autorización para traducirlo al español y publicarlo en la revista *Manejo Integrado de Plagas* (No. 53).



## Mosca blanca en Perú

En el Valle de Cañete, en Perú, hasta hace poco tiempo *Bemisia tabaci* no era considerada como una plaga de importancia, probablemente por la presencia de sus parasitoides *Encarsia* y *Eretmocerus*. Sin embargo, a raíz del fenómeno de El Niño, en la temporada 1997-1998 alcanzó el nivel de plaga, empezando en el cultivo de camote (*Ipomoea batatas*.) y luego pasó al algodón, con consecuencias desastrosas. Aunque en la siguiente temporada (1998-1999) apareció en ambos cultivos, hubo una presencia natural tan alta del hongo *Panlomyces fumosoroseus*, que el control de la plaga fue total. En la actualidad las poblaciones del insecto son bajas en el camote, quizás por las bajas temperaturas de este año. Pero se presume que se trasladarán a los campos de algodón que están germinando. Por fortuna, el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) cuenta con preparados contra el hongo, para aplicarlos cuando sea pertinente. (Información aportada por el Ing. Andrés Alvarez Calderón R. Valle Grande Instituto Rural. Apdo. 70. Telefax (091) 912261. Cañete, Perú).



## Plan EE.UU.

Del 6 al 8 de febrero del 2000 se efectuará en San Diego, California, la reunión anual sobre mosca blanca (**1997-2001: Third Annual Review of the Second 5-Year Silverleaf Whitefly Research, Action and Technology Transfer Plan**). Esta reunión, que es la séptima desde que se creó el Plan de Acción para los EE.UU. es de gran importancia no solo para dicho país, sino para todo el mundo, pues a ella normalmente asisten investigadores de muchos países, para presentar los últimos avances acerca de la bioecología y el manejo de las moscas blancas. Para los interesados, existe amplia información en el sitio <http://www.slwf.ucr.edu/> Asimismo, pueden contactar a Ms. Lisa Arth, *CNAS Deans's Office, 311 College Building North, University of California, Riverside, CA, 92521. Tel (909) 787-7292, Fax (909) 787-4190, lisa.arth@ucr.edu*



## Red Europea de Mosca blanca

Recientemente se creó la *Red Europea para el Estudio de las Moscas Blancas (EWSN)*, la cual reunirá a investigadores e industriales involucrados en el estudio y manejo de las moscas blancas y las enfermedades que causan en la agricultura europea. Se contará con 27 personas, de 15 países, los cuales participarán en talleres y reuniones, junto con otros 23 miembros apoyados por las compañías Novartis and Koppert. Sus objetivos principales son: 1) Establecer y formalizar los enlaces entre los investigadores de las moscas blancas dentro de Europa; 2) Recopilar información acerca del estatus de los problemas asociados con las moscas blancas en Europa, y de los avances de investigación pertinentes; y 3) Mejorar el intercambio de información entre los investigadores.

Se espera que los objetivos conduzcan a un mejor entendimiento de los problemas asociados con las moscas blancas

en Europa, que permitan una evaluación de las prioridades de investigación y que eviten duplicaciones innecesarias entre las diferentes instituciones. Para ello, la Red se ha subdividido en cinco áreas de investigación (virología, epidemiología, enemigos naturales, fauna y protección de cultivos), sustentadas por *grupos de trabajo* especializados, los cuales ya están funcionando. La idea es que la interacción continua dentro de los grupos y entre éstos fortalezca cada área, estimule el surgimiento de nuevas líneas de investigación colaborativa, e incremente la disponibilidad de los resultados de investigación aplicados, para las organizaciones de sanidad vegetal, la industria y los agricultores.

La Red es coordinada por los doctores Ian D. Bedford (John Innes Centre, Norwich, U.K. ) y Michael de Courcy Williams (Horticulture Research International, Wellesbourne, U.K.), cuyas direcciones son [bedfordi@bbsrc.ac.uk](mailto:bedfordi@bbsrc.ac.uk) y [michael.decourcywilliams@hri.ac.uk](mailto:michael.decourcywilliams@hri.ac.uk), respectivamente.

Se puede obtener información más detallada en el sitio: <http://www.jic.bbsrc.ac.uk/hosting/eu/ewsn>



## Congreso mundial

Tal y como se informó en **MBDía 27**, del 20 al 26 de agosto del 2000 se realizará en Iguazú, Brasil, el **XXI International Congress of Entomology**. Es un evento de trascendencia mundial, que por primera vez se efectúa en un país del hemisferio sur, y que reúne a entomólogos de todo el planeta. Dentro de él tendrá lugar el simposio **Challenges and opportunities for pest management of Bemisia in the new century**, organizado por los doctores Steve Naranjo, Regina Vilarinho, Peter Ellsworth y Odair Fernandes. Contacto: **Dr. Décio Gazzoni** (EMBRAPA/CNPSo). Caixa Postal 231. CEP 86001-970 Londrina, Paraná, Brasil. Tel (043) 371-6213. Fax: (042) 371-6100 o 371-6213. E-mail: [gazzoni@cnpsobr.br](mailto:gazzoni@cnpsobr.br) Además, se puede acceder información más detallada en el sitio <http://www.embrapa.br/ice>

**ESTE BOLETIN ESTA DISPONIBLE POR CORREO ELECTRONICO, DENTRO DE LA REVISTA MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS, EN LA SIGUIENTE DIRECCION: <http://www.catie.ac.cr/~/cicmip/>**

**POR FAVOR, FOTOCOPIE EL BOLETIN Y ENVIÉLO RAPIDAMENTE A TODOS LOS INTERESADOS QUE CONOZCA**

*Este boletín es copatrocinado por:*

**CATIE**





# Acciones MIP en hortalizas

## Evaluación de cultivares de tomate para consumo fresco, en el Valle de Zapotitán, El Salvador\*

Fredy E. Fuentes

### Introducción

El cultivo de tomate es una de las hortalizas más importantes de América Central. En El Salvador, las principales zonas productoras de esta hortaliza se localizan en el distrito de riego de Zapotitán, en los departamentos de La Libertad, San Salvador, Santa Ana, Sonsonate y Cuscatlán. A pesar de la gran importancia del cultivo, su rendimiento se ha reducido en muchas regiones, probablemente debido a condiciones de manejo adversas y a la alta incidencia de plagas.

A pesar de que el rendimiento del tomate ha experimentado en el país poca variación, el área de siembra se ha reducido considerablemente (Cuadro 1). Las causas de esta disminución son muy variadas; una de ellas es que el incremento en las poblaciones de mosca

blanca (*Bemisia tabaci*) han provocado, a su vez, el aumento en la incidencia de enfermedades virales, con un aumento sustancial en los costos de producción. También el escaso uso de semilla de variedades con alto potencial de rendimiento, ha imposibilitado mejorar la rentabilidad, obligando en muchos casos, a los productores a abandonar la producción de este cultivo. Debido a estas limitaciones en El Salvador, la producción de tomate se localiza principalmente en zonas con condiciones climáticas favorables y poca presencia de *B. tabaci*.

La producción de tomate se ha orientado en el país principalmente a variedades para pasta; no obstante, la demanda de tomate de mesa se ha incrementado significativamente, haciendo necesario eva-

luar nuevos materiales destinados a este propósito.

El objetivo de este trabajo es determinar el rendimiento comercial de 15 genotipos de tomate para consumo fresco, bajo las condiciones del Valle de Zapotitán para seleccionar los de mayor rendimiento y calidad.

### Materiales y métodos

El experimento se realizó en el Comité de Riego El Chaparral, Distrito de Riego de Zapotitán, Departamento de La Libertad, El Salvador, entre octubre de 1998 y febrero de 1999. Esta localidad es localizada a 460 msnm, 13° 49' latitud norte y 89° 49' longitud oeste. La temperatura promedio fue 33°C y a 80% humedad relativa promedio de 80%. El suelo se clasificó como de textura franco arenoso.

Se evaluaron 15 materiales: tre híbridos, variedades y líneas avanzadas de tomate para consumo fresco, de hábito de crecimiento determinado, procedentes de varias casas comerciales, así como de instituciones dedicadas a la investigación de cultivos hortícolas en Centroamérica y distribuidos por REDCAHOR (Cuadro 2).

**Cuadro 1.** Superficie, producción y rendimiento del cultivo de tomate en El Salvador.

| Año  | Superficie (ha) | Producción (t) | Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> ) |
|------|-----------------|----------------|-----------------------------------|
| 1988 | 1750            | 25650          | 14,66                             |
| 1989 | 1820            | 23706          | 13,03                             |
| 1990 | 1890            | 24075          | 12,74                             |
| 1991 | 1050            | 15156          | 14,43                             |

Fuente: Adaptado de Anuarios Estadísticos Agropecuarios. Dirección General de Economía Agropecuaria, MAG. El Salvador.

\* Este trabajo fue galardonado como la mejor ponencia presentada en la XLV Reunión Anual del PCCMCA de Guatemala 12-15 abril de 1999.

\*\* M. C. en Horticultura. Investigador del Programa de Hortalizas y Frutales del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA). Apdo. Postal 10000, San Salvador, El Salvador.

**Cuadro 2.** Genotipos de tomate para consumo fresco evaluados en el Valle de Zapotitán, El Salvador. 1998 – 1999.

| Tratamiento | Cultivar      |
|-------------|---------------|
| 1           | Heat Master   |
| 2           | MTT 19        |
| 3           | Debora        |
| 4           | Naranja       |
| 5           | Acclaim       |
| 6           | Peak Reap 747 |
| 7           | 1778          |
| 8           | Saladinha     |
| 9           | F 73-48       |
| 10          | Sultán        |
| 11          | Affirm        |
| 12          | Emperador     |
| 13          | IDIAP T5      |
| 14          | MTT 13        |
| 15          | Duquesa       |

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones, para un total de 60 unidades experimentales, con un área de 1,080 m<sup>2</sup>. La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey (0,05).

Debido al efecto del huracán Mitch, después del trasplante se observó la pérdida de plantas, en cada una de las unidades experimentales. Por tanto, se realizó un análisis de varianza del número de plantas, después de la finalización del experimento, así como después de la última cosecha. Las variables evaluadas fueron: rendimiento de frutos de primera (diámetro 7,5 cm y libras de daños), segunda (diámetro 5,5-7,4 cm y sin daños) y tercera (diámetro 3,0-5,4 cm y con apariencia comercial) categoría comercial (t ha<sup>-1</sup>) y rendimiento total de frutos (t ha<sup>-1</sup>).

Las plántulas se produjeron en túneles cubiertos con mallas Agribon. Las semillas se depositaron en bandejas, las cuales contenían sustrato comercial a base de turba de pantano más miculita. A los 13 días después de la siembra se realizó una aplicación de mancozeb en la dosis recomendada por el fabricante. A los 22 días las plántulas fueron

asperjadas con fertilizante foliar Bomplesal Fluid. Tres días después se realizó una aplicación de imidacloprid como tratamiento preventivo para el control de mosca blanca.

El trasplante se hizo a los 28 días, a un terreno preparado con una pasada de arado y tres de rastro. El control de plagas se realizó mediante insecticidas y fungicidas, según fue necesario; también se aplicaron fertilizantes líquidos.

### Resultados y discusión

Se determinaron diferencias altamente significativas (P<0,01) en el rendimiento de frutos de primera clase, siendo los genotipos Emperador, Affirm y Peak Reap los que mostraron los rendimientos más altos con 10,08; 9,01 y 7,22 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente, siendo iguales estadísticamente entre ellos (Cuadro 3). Los materiales Affirm y Peak Reap, también fueron estadísticamente iguales con Heat Master que alcanzó 6,43 t/ha<sup>-1</sup>. El híbrido Debora y la línea 1778 no presentaron rendimiento de frutos de primera categoría (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Rendimiento en peso (t ha<sup>-1</sup>) de frutos de tomate de primera categoría, de 15 materiales evaluados en el Valle de Zapotitán, El Salvador.

| Tratamiento | Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> ) |
|-------------|-----------------------------------|
| Emperador   | 10,08 A*                          |
| Affirm      | 9,02 AB                           |
| Peak Reap   | 7,22 ABC                          |
| Heat Master | 6,43 BC                           |
| Acclaim     | 5,20 CD                           |
| Naranja     | 4,66 CD                           |
| MTT 13      | 2,00 DE                           |
| Sultán      | 1,41 E                            |
| MTT 19      | 0,78 E                            |
| IDIAP T5    | 0,74 E                            |
| F-7348      | 0,41 E                            |
| Duquesa     | 0,34 E                            |
| Sultán      | 0,27 E                            |
| Debora      | 0,00 E                            |
| 1778        | 0,00 E                            |

\*Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (P<0,05).

Las enfermedades que se presentaron fueron *Phytophthora infestans*, *Alternaria* sp. y virosis, pero su daño no fue importante para afectar el rendimiento de las variedades evaluadas.

El rendimiento en peso de frutos de segunda categoría mostró diferencias altamente significativas (P<0,01) (Cuadro 4). El híbrido Heat Master mostró el mayor rendimiento (15,91 t ha<sup>-1</sup>) siendo igual estadísticamente a Saladinha (13,62), Sultán(12,48 t/ha<sup>-1</sup>), Duquesa (11,93), Peak Reap (11,51), IDIAP T5 (10,62), F-7348 (10,57), Naranja (10,19) y MTT 13 (9,71) t ha<sup>-1</sup>. Mientras tanto, la línea 1778 alcanzó menor rendimiento (2,98 t ha<sup>-1</sup>) (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Rendimiento en peso (t ha<sup>-1</sup>) de frutos de tomate de segunda categoría, de 15 materiales evaluados en el Valle de Zapotitán, El Salvador. 1998 – 1999.

| Tratamiento | Rendimiento (t/ha-1) |
|-------------|----------------------|
| Heat Master | 15,91 A*             |
| Saladinha   | 13,62 AB             |
| Sultan      | 12,48 ABC            |
| Duquesa     | 11,93 ABC            |
| Peak Reap   | 11,51 ABCD           |
| IDIAP T5    | 10,62 ABCD           |
| F-7348      | 10,57 ABCD           |
| Naranja     | 10,19 ABCD           |
| MTT 13      | 9,71 BCD             |
| MTT 19      | 9,03 BCDE            |
| Emperador   | 7,70 BCDE            |
| Acclaim     | 7,42 BCDE            |
| Debora      | 7,30 CDE             |
| Affirm      | 5,36 DE              |
| 1778        | 2,98 E               |

\*Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (P<0,05).

Con respecto al rendimiento en peso de frutos de tercera categoría se determinaron diferencias altamente significativas (P<0,01) (Cuadro 5), siendo la línea 1778 la que obtuvo el rendimiento más alto (16,78 t ha<sup>-1</sup>), Debora, IDIAP T5



y Duquesa le siguieron en rendimiento 12,09; 10,97 y 8,54 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente, siendo iguales estadísticamente.

El rendimiento total de frutos fue similar estadísticamente para la mayoría de los genotipos evaluados (Fig. 1), observándose única-

mente la superioridad del Híbrido Heat Master (26,68 t/ha<sup>-1</sup>) sobre Naranja, MTT 13, Affirm, Acclaim y MTT 19 (17,19; 15,26; 15,26; 14,91; 14,34 y 13,49 t ha<sup>-1</sup>).

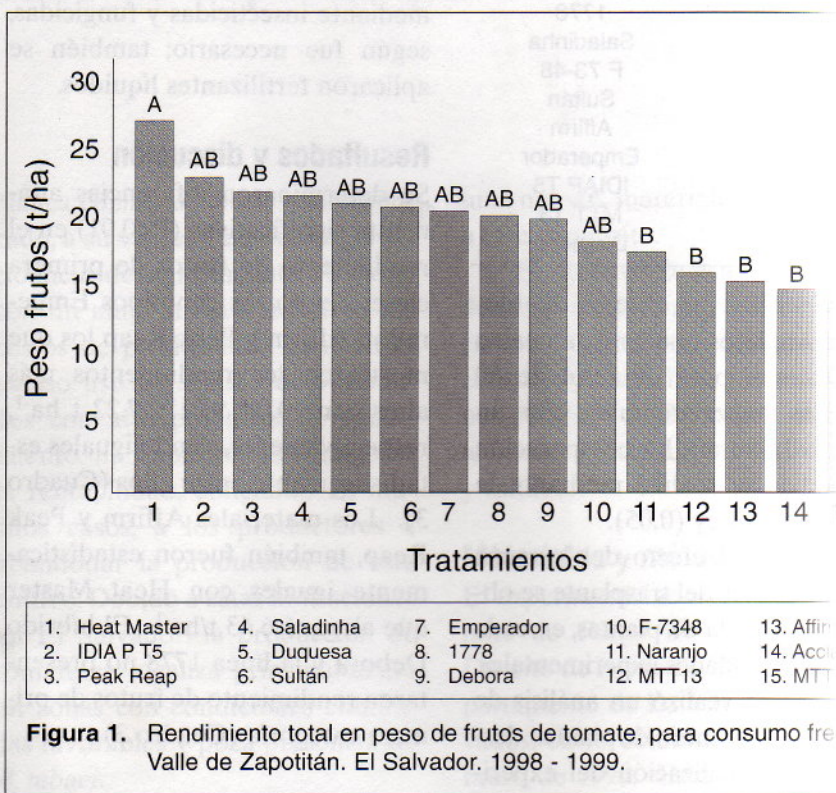
## Conclusiones

Emperador, Peak Reap y Heat Master alcanzaron altos niveles tanto en rendimiento de primera categoría como en el rendimiento total, por lo que pueden considerarse como los materiales de mejor resultado para la zona en estudio.

**Cuadro 5.** Comparación de medias para rendimiento en peso (t ha<sup>-1</sup>) de frutos de tomate de tercera categoría. El Valle de Zapotitán, El Salvador. 1998 - 1999.

| Tratamiento | Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> ) |
|-------------|-----------------------------------|
| 1778        | 16,78 A*                          |
| Debora      | 12,09 B                           |
| IDIA P T5   | 10,97 B                           |
| Duquesa     | 8,54 BC                           |
| Saladinha   | 7,21 CD                           |
| F-7348      | 7,16 CD                           |
| Sultan      | 6,40 CDE                          |
| Heat Master | 4,34 DEF                          |
| MTT 19      | 3,68 DEFG                         |
| MTT 13      | 3,55 DEFG                         |
| Peak Reap   | 2,84 EFG                          |
| Naranja     | 2,34 FG                           |
| Emperador   | 2,12 FG                           |
| Acclaim     | 1,69 FG                           |
| Affirm      | 0,54 G                            |

\*Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (P<0,05).



**Figura 1.** Rendimiento total en peso de frutos de tomate, para consumo fresco. Valle de Zapotitán, El Salvador. 1998 - 1999.

## Próximos eventos REDCAHOR

### Competitividad de las hortalizas en el contexto de la apertura comercial

17-19 noviembre, San Salvador, El Salvador.

Mayor información: Tel (506) 216-0258 Email: redcahor@iica.ac.cr

### Curso avanzado de producción de tomate

22-24 noviembre, República Dominicana.

Mayor información <http://users2.50megs.com/redcahor>

Email: redcahorrd@unphu.edu.do/redcahor@iica.ac.cr

### X Convención Centroamericana y Exposición Agrícola Internacional (AGRITRADI) y Taller Regional de Mercadeo y Comercialización de las Hortalizas

1-4 diciembre, Guatemala. Mayor información: AGEXPRONT

Tel: (502)362-2002 Fax: (502)362-1950

Email: redcahor@iica.ac.cr/agritrade@agexpront.com/promocion@agexpront.com

# Hoja TECNICA

No. 30

CATIE



## Metodología para la manipulación y cultivo *in vitro* de *Mycosphaerella fijiensis*

Manrique González\*

### Introducción

El banano es una de las frutas tropicales más importantes y uno de los principales productos agrícolas de exportación en varios países de Latinoamérica y El Caribe. En la actualidad, la actividad bananera enfrenta, entre otros problemas, el aumento en los costos de producción, debido en gran parte, al control de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), el principal problema fitopatológico de este cultivo. Esta enfermedad afecta el crecimiento de la planta, produce un rápido deterioro del área foliar, y reduce el rendimiento del cultivo debido a la disminución de la capacidad de fotosíntesis. Sin embargo, la principal causa de pérdidas por esta enfermedad es la reducción de la calidad de la fruta por la maduración prematura. El hongo *M. fijiensis* se reproduce tanto sexual como asexualmente. La fase de reproducción asexual se da a partir de las primeras lesiones de la enfermedad, donde se observa la presencia de conidióforos que salen de los estomas, principalmente, en el envés de las hojas. La fase sexual es la más importante en la reproducción de la enfermedad (Fig. 1), porque produce gran cantidad de ascosporas, que se desarrollan en cuerpos frutíferos llamados peritecios. Tanto los conidios como las ascosporas son las estructuras de diseminación de la enfermedad.

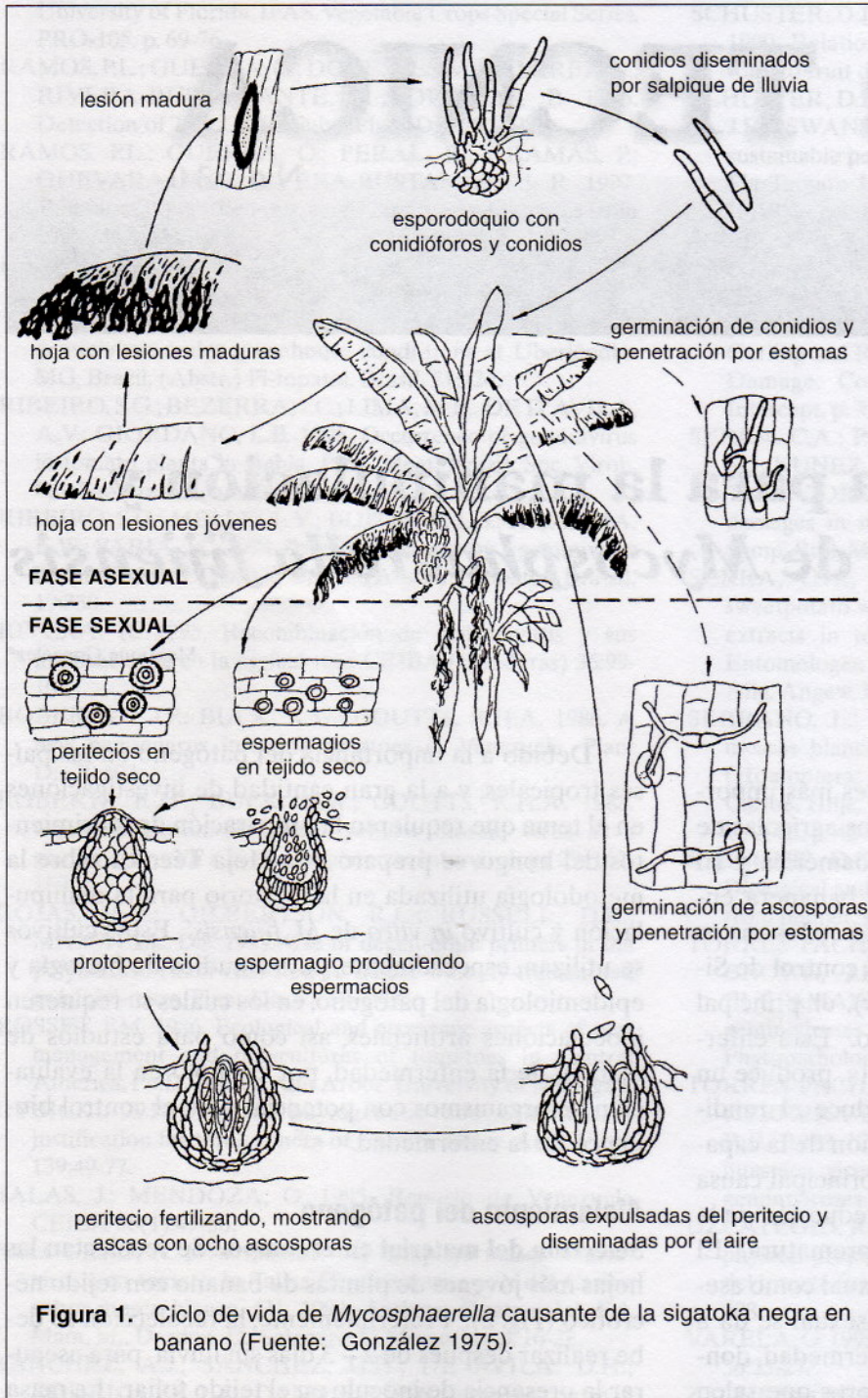
Debido a la importancia del patógeno en los países tropicales, y a la gran cantidad de investigaciones en el tema que requieren la preparación de crecimientos del hongo, se preparó esta Hoja Técnica sobre la metodología utilizada en laboratorio para la manipulación y cultivo *in vitro* de *M. fijiensis*. Estos cultivos se utilizan, especialmente, para estudios de biología y epidemiología del patógeno, en los cuales se requieren inoculaciones artificiales, así como para estudios de manejo de la enfermedad, por ejemplo en la evaluación de organismos con potencial para el control biológico de la enfermedad.

### Aislamiento del patógeno

**Selección del material en el campo.** Se recolectan las hojas más jóvenes de plantas de banano con tejido necrótico (Fig. 2). Preferiblemente, la recolección se debe realizar después de 2 – 3 días sin lluvia para asegurar la presencia de inóculo en el tejido foliar. La masa seca de tejidos infectados de apariencia blanco-grisáceo produce el mayor número de ascosporas.

**Selección de material en el laboratorio.** Este tejido necrosado se incuba a temperatura ambiente dentro de bolsas plásticas de 5 kg durante 48h. Las bolsas contienen un papel toalla húmedo en el fondo, con el propósito de aumentar la humedad relativa. El tejido foliar no utilizado puede ser almacenado a 5°C en bolsas plásticas cerradas hasta por cuatro semanas con

\* Laboratorio de Fitopatología. CATIE. 7170 Turrialba, Costa Rica.



**Figura 1.** Ciclo de vida de *Mycosphaerella* causante de la sigatoka negra en banano (Fuente: González 1975).

poca pérdida de viabilidad. Después de 48 horas de incubación, el tejido foliar se extrae de las bolsas y se seleccionan secciones que presenten crecimiento del patógeno. En este procedimiento se utiliza un estereoscopio para marcar áreas de 2 cm<sup>2</sup> que presenten buenas poblaciones de peritecios, dentro de los cuales están las ascosporas (Fig. 1); posteriormente se cortan esos trozos de tejido foliar.

### Descarga de ascosporas.

Las secciones de tejido foliar cortadas se pegan a un disco de papel filtro de 9 cm de diámetro. Para cada disco se utilizan 4 ó 5 trozos de hoja (Fig. 3).

Posteriormente, los discos se sumergen en agua destilada durante 5 minutos, luego cada uno se coloca en la tapa de una caja de Petri, que contiene una solución de Agar agua (AA) al 3%.

En esta solución permanecen aproximadamente 2 horas para la descarga de las ascosporas sobre el medio de cultivo. Después se retiran los discos de papel filtro con los trozos de hoja.

### Cultivos monospóricos.

En cada caja de Petri con AA al 3%, se localizan las zonas de descarga de ascosporas mediante un microscopio con aumento de 4X. Para la identificación de las ascosporas se utiliza el microscopio con aumento de 20x. Las ascosporas tienen forma de maní, y son biseladas, con una longitud aproximada 18-19μ. (Fig. 4).

Con la ayuda de un estereoscopio y una asa fina, se extrae una ascospora y se coloca en un tubo de ensayo, al cual previamente se le ha agregado el medio de cultivo (6 ml) a base de Mycophil agar, para lograr un crecimiento vegetativo rápido y eficiente. Este procedimiento se realiza en una cámara de flujo laminar.

### Multiplicación del cultivo de *M. fijiensis*

En un cultivo de *M. fijiensis* de aproximadamente 20 – 22 días de crecimiento, se cortan trozos pequeños de la masa de micelio, los cuales se colocan en un medio de cultivo nutritivo (V-8 y PDA). Para el mantenimiento de las cepas es recomendable repetir este procedimiento cada 22 días. Todo el proceso se realiza en una cámara de flujo laminar.

**Obtención y calibración de inóculo de *M. fijiensis***

De cajas de Petri que contienen crecimiento activo del hongo, se extrae 1 g y se macera con 20 ml de agua destilada y se prepara una suspensión en 50 ml de agua. Posteriormente, se determina la concentración (conidios/ml) de la suspensión, para lo cual se usa un hematocímetro y un microscopio compuesto para contar propágulos de hongos. El hematocímetro consiste en una lámina de cristal del tamaño de un portaobjetos, pero con mayor grosor. Este tiene ranuras en forma de H, con rieles a cada lado que sostienen un cubreobjetos grueso, a una altura de 0,1 ml de las dos porciones interiores de la H, formando dos cámaras. El fondo de cada una de las cámaras tiene un rayado "Neubaver" de 9 ml<sup>2</sup> dividido en 9 cuadrados principales (CP). Para calcular la concentración de conidios se hace un conteo en cinco cuadrados (cuatro ángulos y el centro). El volumen sobre cada CP es 0,1 ml<sup>3</sup> y para calcular la concentración por cc, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{No. conidios} / 5 \text{ CP} \times 2000 = \text{conidios} / \text{cc}$$

Para el cálculo del volumen final, se lleva la suspensión a la concentración deseada, para lo cual se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen final} = \frac{\text{Conidios/cc} \times \text{Volumen total original}}{\text{Conidios/cc deseado}}$$

**Preparación de medios de cultivo**

Hay varios medios de cultivo que se utilizan para el crecimiento *in vitro* de *M. fijiensis*. A continuación se describe el procedimiento para la preparación de cada uno de ellos.

**Agar Agua (AA) al 3%.** Medio de cultivo con nutrientes que se utiliza para la obtención de descargas de ascosporas a partir de tejido foliar. Se prepara agregando 30 g de agar granulado en 1 L de agua destilada, que se calienta y agita hasta que el agar se disuelva completamente. El medio se distribuye en recipientes adecuados y se esteriliza durante 20 minutos.

**Mycophil agar:** Se utiliza para sembrar las ascosporas del hongo (cultivos monospóricos). Para su preparación se agregan 36 g de mycophil agar (medio previamente preparado que contiene 10 g de harina de soya, 10 g de Dextrosa y 16 g de Agar) en 1 L de agua destilada, se calienta y se agita hasta que el pol-



Figura 2. Hoja de banano afectada por sigatoka negra.



Figura 3. Cajas de Petri con tejido foliar afectado por *Mycosphaerella* preparado para la descarga de ascosporas.



Figura 4. Ascosporas de *Mycosphaerella fijiensis* con crecimiento del tubo germinativo.

vo se disuelva completamente. El medio es colocado en tubos de ensayo (aproximadamente 6 ml/medio tubo) y se esteriliza durante 20 minutos.

**V-8:** Medio muy nutritivo que estimula la esporulación del hongo. En su preparación se utilizan 800 ml

de agua destilada, a la cual se le agregan 200 ml de jugo de vegetales V-8, 3 g de carbonato de calcio y 20 g de agar. La mezcla se calienta y agita hasta que los componentes se disuelvan completamente. El medio se coloca en recipientes apropiados, como cajas de Petri; los cuales se esterilizan durante 20 minutos.

**PDA:** Medio muy nutritivo que estimula la esporulación del hongo. Para su preparación se utilizan 200 g de papas peladas y partidas, las cuales se cocinan en 500 ml de agua destilada durante 1 h. Simultáneamente, en otro recipiente caliente y mediante agitación se disuelve el agar en 500 ml de agua destilada. El extracto de papas se cuele usando una gasa doblada en varias capas y se mezcla con el agar disuelto. A esta solución se le agrega 20 g de dextrosa. También se puede usar medio PDA en polvo (39 g/L). El volumen total se lleva a 1 L y el medio se coloca en cajas de Petri o tubos y se esteriliza por 20 minutos.

### Esterilización

**En autoclave.** Los medios de cultivo se esterilizan, en recipientes de 1 L a 120°C y 15 libras de presión por pulgada cuadrada, durante 20 minutos. Los recipientes grandes deben esterilizarse por más de 20 minutos.

### Literatura consultada

- GONZALEZ, L.C. 1975. Introducción a la fitopatología. San José, Costa Rica, IICA. 148 p.
- FRENCH, E.R.; HEBERT, T.T. 1980. Métodos de investigación fitopatológica. San José, Costa Rica, IICA. 289 p.
- CASTAÑO, J. 1986. Prácticas de laboratorio de fitopatología. Honduras, MIPH. 45 p.

**De la cristalería:** La cristalería se esteriliza utilizando aire caliente, para lo cual ésta se coloca en el horno a 160° – 180° C durante 1 h. También se pueden usar platos desechables, los cuales vienen estériles.

**Llenado de cajas Petri con el medio de cultivo:** Después de la esterilización del medio de cultivo y de las cajas de Petri, éstas se llenan con el medio de cultivo. Para esto se utiliza una cámara de transferencia, si no dispone de una cámara de este tipo, se humedece la superficie de una mesa con un desinfectante líquido y se evitan las corrientes de aire. El procedimiento para el llenado de las cajas Petri es el siguiente:

- El recipiente que contiene el medio de cultivo se destapa, evitando tocar la boca del frasco, el cual debe pasarse sobre la llama de una lámpara de alcohol.
- La tapa de la caja de Petri se abre únicamente lo necesario para colocar sobre ella la boca del recipiente que contiene el medio de cultivo y se dispensa de 20 a 25 ml del líquido.
- La caja de Petri y el recipiente se tapan. La caja se agita con movimientos de rotación para que el medio de cultivo se distribuya uniformemente.
- El medio del cultivo debe solidificarse antes de usarse.

- ECHANDI, E. 1971. Manual de laboratorio para fitopatología general. Costa Rica. 59 p.
- DU PONT. 1980. A renewed challenge: Black and Yellow Sigatoka. Florida, EUA. sp.

# Patrocinadores

La Revista Manejo Integrado de Plagas se complace en anunciar que como parte de las actividades para generar ingresos que aseguren su sostenibilidad, ha iniciado la vinculación de "Patrocinadores" los cuales serán anunciados en este espacio.

(Mayor información para interesados en el patrocinio de la Revista MIP en p. 103)



**Autoridad Sueca  
para el Desarrollo  
Internacional (ASDI)**  
(Contribución vía Presupuesto  
Básico de CATIE)



**Standard Fruit Company  
de Costa Rica S. A.**

Apartado 4595-1000 San José, Costa Rica  
Tel: (506) 287-3000 Fax: (506) 256-2466



**La mejor opción para cultivos sanos**

**Cyanamid de Costa Rica.**

Tel: (506) 253-8066

Fax: (506) 234-2449

Mail: cyanamid@sol.racsa.co.cr

**Cyanamid de Guatemala.**

Tel: (502) 369-2043

Fax: (502) 369-1282



**EMPRESA LIDER EN EL  
CONTROL DE  
MICROORGANISMOS  
FITOPAGENOS**

**Buckman  
Laboratories**

Costa Rica (506) 278-1881/  
573-7041

Nicaragua (505) 311-6003

Panamá (507) 269-0944

El Salvador (503) 260-6152

Honduras (504) 552-2508

México (73) 21-31-31 al 37

Venezuela (031) 948707



Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza  
Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación

## Escuela de Posgrado

Más de medio siglo al servicio del desarrollo agrícola,  
de los recursos naturales y el bienestar rural de América Latina y el Caribe

### Doctorado conjunto (Ph.D.) en:

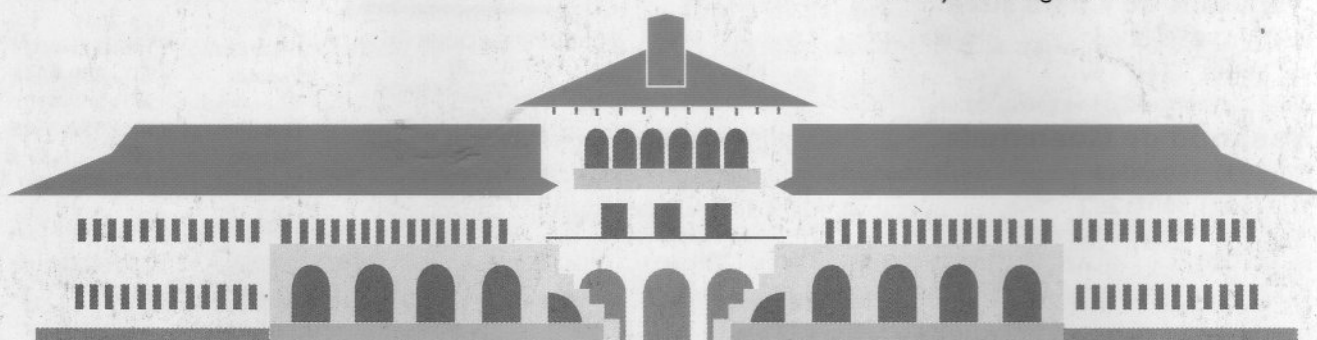
- I. Ciencias Forestales Tropicales
- II. Agroforestería Tropical

#### Universidades asociadas al CATIE:

- Universidad Estatal de Colorado (Fort Collins-EUA)
- Universidad Estatal de Louisiana (EUA)
- Universidad Texas A & M (EUA)
- Universidad de Florida (Gainesville - Florida - EUA)
- Universidad de Freiburg (Alemania)
- Universidad de Gottingen (Alemania)
- Universidad de Gales (Reino Unido)

### Maestría (M.Sc.) en:

- I. **Agricultura Ecológica, con énfasis en:**
  - Recursos Fitogenéticos y Biotecnología.
  - Manejo Integrado de Plagas.
- II. **Agroforestería Tropical, ofrece oportunidad para profundizar en:**
  - Sistemas agroforestales con cultivos perennes;
  - Sistemas agroforestales con cultivos anuales y
  - Sistemas silvopastoriles para pasturas degradadas
- III. **Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad, con énfasis en:**
  - Manejo y Silvicultura de Bosques.
  - Conservación de la Biodiversidad.
- IV. **Socioeconomía Ambiental, con énfasis en:**
  - Administración y Gerencia Ambiental.
  - Economía y Sociología Ambiental.



Producir conservando, conservar produciendo®

#### Solicite información a:

Escuela de Posgrado / CATIE, 7170, Turrialba, Costa Rica Tel: (506) 556 1016/6431 Fax: (506) 556 0914/1533  
E-mail: [posgrado@catie.ac.cr](mailto:posgrado@catie.ac.cr) <http://www.catie.ac.cr>