

ISSN 1016-0469

# Manejo Integrado de Plagas

Diciembre 1999

No. 54



**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 mosca de las frutas son plagas de gran importancia económica en la mayoría de los países del continente americano (p.1-12), por las pérdidas causadas a muchas especies de frutales tanto de consumo local como de exportación.

**Fondo:** árbol de melocotón.

**Inserto:** *Anastrepha ludens*.

**Fotos:** Daniel Coto.

## **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 Area de Comunicación e Informática.

Luis A. Ugalde Arias

Jefe del Area

### **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: [lrdrigu@catie.ac.cr](mailto:lrdrigu@catie.ac.cr) ó  
[cicmip@catie.ac.cr](mailto:cicmip@catie.ac.cr)

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

## CONTENIDO

### FORO

- Perspectivas para la aplicación del control biológico de moscas de la fruta en Argentina** .....1-12  
Sergio M. Ovruski, Jorge L. Cancino, Patricio Fidalgo, Pablo Liedo

### EXPERIENCIAS DE PRODUCCION SOSTENIBLE EN LOS PAISES

- Manejo de insectos de importancia forestal en Cuba** .....13-19  
Luis L. Vázquez, Juan M. Menéndez, René López

### INFORMES DE INVESTIGACION

- Determinación de las fuentes de inóculo del moteado amarillo del tomate (ToYMoV), en Guayabo, Costa Rica** .....20-26  
Juan Jovel, Pilar Ramírez, Bernal E. Valverde, Luko Hilje

- Avaliação de produtos não convencionais para o controle de *Tuta absoluta* em tomate** .....27-30  
Marcelo Picanço, Angelo Pallini Filho, Germano L.D. Leite, André L. Matioli

- Resistencia de *Plutella xylostella* a *Bacillus thuringiensis* en Costa Rica** .....31-36  
Víctor M. Cartín L., Elizabeth Carazo R., Jorge A. Lobo S., Luis A. Monge V., Lisbeth Araya R.

- Eficacia de cepas nativas de hongos entomopatógenos sobre *Bemisia tabaci*, en el laboratorio** .....37-43  
Francois Herrera, Manuel Carballo, Philip Shannon

- Diagnóstico y recomendaciones sobre criterios económicos y legislación para el uso de plaguicidas en Costa Rica** .....44-52  
Stefan Agne, Hermann Waibel, Octavio Ramírez

- Influencia de varios regímenes de uso de plaguicidas sobre la entomofauna de tomate en las tierras altas de Ecuador** .....53-62  
Kirsten Probst, L. Pülschen, J. Sauerborn, C.P.W. Zebitz

- Desarrollo y rendimiento del maíz a bajas densidades de *Cyperus rotundus* en Panamá** .....63-66  
Luis Carlos Salazar, Carlos A. Ortíz

### HOJA TECNICA

- Marchitez fungosa del chile o pimentón** .....i-iv  
Elkin Bustamante

### SECCION INFORMATIVA

- Reseña de Publicaciones** .....67-68

- Tesis de Postgrado** .....68-69

- Futuros Eventos** .....70

- Mosca Blanca al Día** .....71-72

- Acciones MIP en Hortalizas** .....73-77

Evaluación de la asociación maíz-chile para el manejo de *Anthonomus eugenii* en Nicaragua  
Carmen Gutiérrez

- Indice Temático Revista Manejo Integrado de Plagas, no. 1 – 54 (1986 – 1999)** .....78-93

## FORO

## Perspectivas para la aplicación del control biológico de moscas de la fruta en Argentina\*

Sergio M. Ovruski\*\*

Jorge L. Cancino\*\*\*

Patricio Fidalgo\*\*

Pablo Liedo\*\*\*

**RESUMEN.** En Argentina, se destacan por su importancia cuarentenaria dos especies de moscas de la fruta: la mosca del mediterráneo (*Ceratitis capitata*), ampliamente distribuida en el país, y la mosca sudamericana de la fruta (*Anastrepha fraterculus*), localizada principalmente en las regiones central y norte. Ambas especies de tefritidos causan grandes pérdidas a la fruticultura, tanto por el daño directo en frutos como por las medidas cuarentenarias impuestas por los países libres de estas plagas. Aunque se han realizado gran cantidad de acciones en Argentina, fue hasta principios del decenio de los 90, con el establecimiento del Programa Nacional de Control y Erradicación de las Moscas de los Frutos (PROCEN-Argentina) que se lograron unificar las distintas campañas contra ambas plagas. Esta situación permitió una regionalización del país en cinco áreas frutícolas, con estrategias específicas para el control y erradicación de tefritidos de importancia cuarentenaria, incluyendo en algunas regiones el empleo de la técnica del insecto estéril contra *C. capitata* y cebo tóxico, así como prácticas culturales contra *A. fraterculus* y *C. capitata*. El creciente interés mundial en los parasitoides de moscas de fruta como agentes de control biológico y las nuevas estrategias que involucran liberaciones aumentativas, permiten incentivar en Argentina el empleo de estos enemigos naturales. La utilización de parasitoides puede ser facilitada por la división geográfica y ecológica de las regiones frutícolas con la aplicación de estrategias de manejo y erradicación adaptadas a cada situación particular. Por estas razones, se sugiere el establecimiento de un programa de control biológico de *C. capitata* y *A. fraterculus* a largo plazo como una alternativa más dentro del PROCEN.

**Palabras claves:** *Anastrepha fraterculus*, *Ceratitis capitata*, Control biológico, Argentina, Parasitoides, Moscas de la fruta.

**ABSTRACT. Perspectives on future biological control of tephritid fruit flies in Argentina.** In Argentina, two fruit fly species stand out for their quarantine importance: the Mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata*) widely distributed in the country and the South American fruit fly (*Anastrepha fraterculus*), localized mainly in the central and northern regions. Both these tephritid species cause large fruit losses, both by direct damage to the fruits and by the quarantine measures imposed by countries free of these pests. Although a large number of actions have been performed in Argentina, it was not until the nineties with the establishment of the National Program of Fruit Fly Control and Eradication that the distinct operations against both the pests could be integrated. This allowed the division of the country into five fruit producing regions, with specific strategies for the control and eradication of quarantine important tephritids, including in some regions use of the sterile insect technique against *C. capitata* and toxic baits, as well as cultural practices against *A. fraterculus* and *C. capitata*. The growing world interest in fruit fly parasitoids as biocontrol agents and the new strategies involving augmentative release encourages the use of these natural enemies in Argentina. Moreover, the utilization of fruit fly parasitoids can be facilitated by the geographical and ecological division of the fruit growing regions with the application of fruit fly management and eradication practices adapted to each particular situation. For these reasons, the establishment of a long term and well planned biological control program for *C. capitata* and *A. fraterculus* as an alternative within PROCEN is suggested.

**Key words:** *Anastrepha fraterculus*, *Ceratitis capitata*, Biological control, Argentina, Parasitoids. Fruit flies.

Recibido: 14/10/99. Aprobado: 26/11/99.

\* Este artículo fue presentado en el "3. Meeting of the Working Group on Fruit Flies of the Western Hemisphere", realizado en la Ciudad de Guatemala entre el 4 y el 9 de Julio de 1999.

\*\* Centro de Investigaciones sobre Regulación de Poblaciones de Organismos Nocivos - FML, Instituto Superior de Entomología - FCNeIML - UNT,

Casilla de Correo Central n° 90, (4000) S.M. de Tucumán, Argentina. E-mail: sovruski@infovia.com.ar

\*\*\* Campaña Nacional Contra Moscas de la Fruta, Programa Moscamed, DGSV, SAGAR, 2° Av. Sur no. 5, 30700-Tapachula, Chis., México.

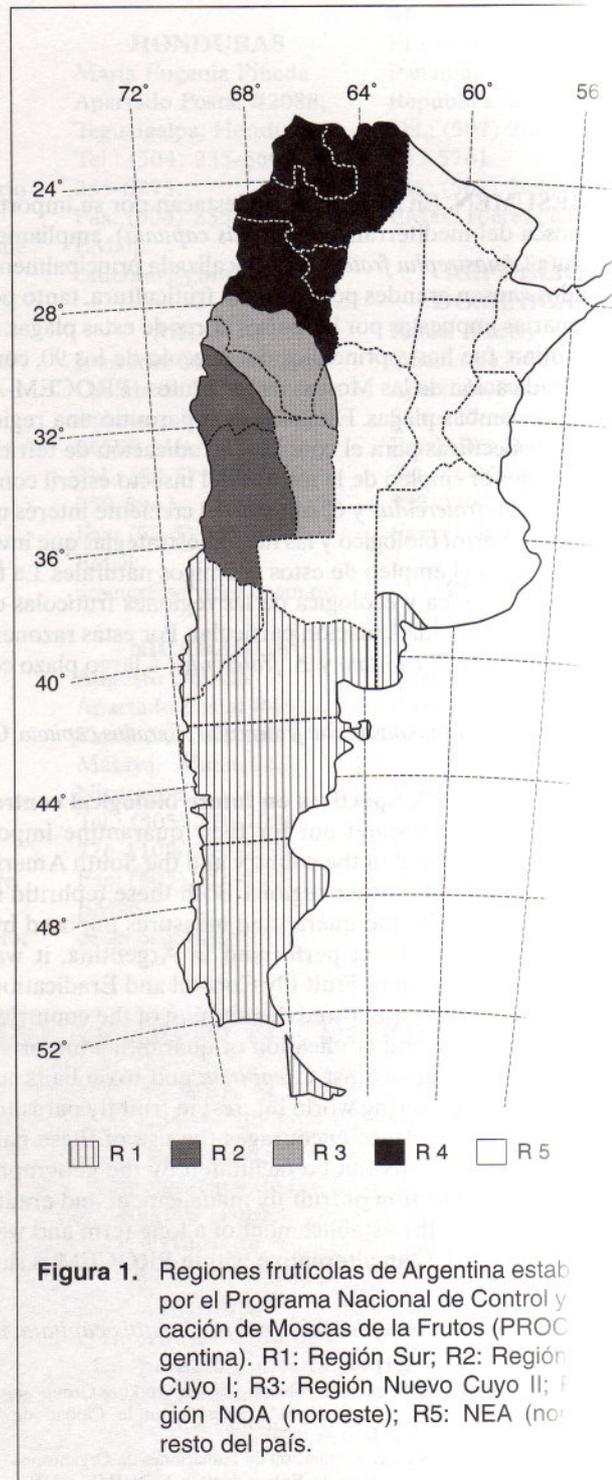
\*\*\*\* Colegio de la Frontera Sur. Apto 36, 30700 Tapachulas, Chiapas, México.

## Introducción

En Argentina se destacan por su importancia económica dos especies de moscas de la fruta: *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) conocida como mosca del mediterráneo, la cual es originaria de Africa e introducida en el país a principios del siglo XX, y *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) mosca sudamericana de la fruta, especie nativa de amplia distribución en la Región Neotropical. La primera de ellas ha logrado proliferar en las zonas donde hay disponibilidad de frutos susceptibles a su ataque, distribuyéndose de esta manera, en casi todo el territorio argentino y mostrando una alta capacidad de adaptación a los diversos climas. La segunda especie mantiene limitada su distribución en las regiones con clima subtropical, siendo muy abundante en la región central y norte del país. Ambas especies de tefritidos causan pérdidas anuales significativas a la fruticultura y son una de las principales limitaciones para la expansión de esta actividad. Las pérdidas anuales sólo por daño directo en fruto, se estiman entre 15 y 20% de la producción frutícola argentina (Alvarado y Ritacco 1991). A estas cifras se suman las pérdidas causadas por la disminución en la calidad de los frutos y los riesgos y consecuencias relacionados al uso de plaguicidas agroquímicos. Además de este efecto directo, existe un impacto negativo sobre el mercado de exportación de frutos y hortalizas, por la presencia en el país de especies de Tephritidae de importancia económica, ocasionado por las severas medidas cuarentenarias impuestas por los países libres de estas plagas. Este aspecto es uno de los más importantes, ya que los frutos representan el 9% de las exportaciones agrícolas de Argentina y generan aproximadamente US\$450 millones en divisas (Aruani *et al.* 1996).

En Argentina, aunque desde los años 30 se han realizado numerosos esfuerzos para solucionar los problemas causados por estas plagas, no fue sino hasta principios de los años 90, con el establecimiento del Programa Nacional de Control y Erradicación de las Moscas de los Frutos (PROCEM - Argentina) del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA), que las distintas campañas para el control de ambas plagas lograron unificarse. Esta situación permitió al PROCEM realizar una regionalización de las áreas frutícolas del país en función de aspectos geográficos, orográficos, ecológicos y presencia de especies de tefritidos de importancia cuarentenaria (Fig. 1), con el objetivo de favorecer el desarrollo de

estrategias específicas de control y erradicación de los dípteros (SENASA 1998, Cosenzo *et al.* 1998). Algunas de estas estrategias incluyen la aplicación de tácticas que no afectan el ambiente, como las trampas estéril y el control cultural. Es en este contexto donde surge el control biológico como una alternativa válida que apoyaría notablemente las actividades de supresión de las poblaciones de ambas plagas.



En este trabajo el control biológico es sugerido como una alternativa importante para su empleo en los programas actuales y futuros de manejo integrado de *C. capitata* y de *A. fraterculus* en Argentina. Se presentan las posibilidades del empleo del control biológico contra moscas de la fruta. Además hace una revisión histórica sobre los programas de control biológico llevados a cabo en Argentina y se describe la situación actual de las actividades de control. Finalmente, se analizan las perspectivas y facilidades para agilizar el control biológico, a través del uso de himenópteros parasitoides, en el combate de ambas plagas en las diferentes regiones frutícolas delimitadas por el PROCEM.

### Perspectivas del control biológico de moscas de la fruta

El control biológico clásico ha sido considerado inapropiado para mantener las poblaciones de cualquier especie de moscas de la fruta por debajo del umbral económico para la exportación de frutos (Wharton 1989). Esto ha sido sustentado por diversos argumentos (Sivinski 1996) entre los cuales se destacan: 1) mayor potencial biótico de la plaga, 2) frutos hospedantes de gran tamaño y epicarpio grueso, y 3) umbrales económicos altos por razones cuarentenarias. Sin embargo, estos argumentos no pueden desalentar el desarrollo de nuevos programas de control biológico en Argentina, ni en otros países donde estas especies están presentes.

Existen nuevas alternativas mediante las cuales los parasitoides pueden ser de gran utilidad para el control de especies de moscas de la fruta de importancia económica (Sivinski 1996). Por ejemplo, el primer argumento puede ser solucionado a través del establecimiento de nuevas especies de parasitoides que tengan una buena capacidad de búsqueda y localización del tefrítido hospedante, aún a bajas densidades poblacionales de la plaga, y mediante de liberaciones periódicas de cantidades masivas de parasitoides, en determinadas fases del ciclo poblacional de la plaga, así como el uso de técnicas más eficientes para la cría y liberación de parasitoides. Según Knippling (1992), las liberaciones aumentativas de parasitoides, en cantidades superiores a los que pueden desarrollar las sucesivas generaciones naturalmente, pueden fácilmente controlar poblaciones de tefrítidos plagas, si éstas son empleadas en el lugar y tiempo adecuado. Varios países con una extensa trayectoria en el control biológico de moscas de la fruta, han desarrollado programas pi-

lotos para realizar esta técnica, obteniendo resultados muy alentadores. Las liberaciones aumentativas de *Diachasmimorpha tryoni* (Cameron) (Hymenoptera: Braconidae) redujeron sustancialmente las poblaciones de *C. capitata* en la isla de Maui, Hawaii (Wong *et al.* 1991). Asimismo, liberaciones masivas de *Diachasmimorpha longicaudata* en Florida, EEUU, lograron suprimir hasta un 95% la población de *Anastrepha suspensa* Loew (Sivinski *et al.* 1996a) y reducir notablemente las poblaciones de *Anastrepha obliqua* (Macquart) y *Anastrepha ludens* (Loew) en Chiapas, México (Cancino *et al.* 1992, Montoya *et al.* 1998).

Durante el último decenio del siglo XX, los estudios sobre aspectos bioecológicos y cría artificial de parasitoides han avanzado notablemente, de tal manera que se dispone de una amplia gama de parasitoides que podrían emplearse de forma aumentativa contra especies de los géneros *Anastrepha* (Cancino y Yoc 1993, Cancino *et al.* 1996, Sivinski *et al.* 1996a, 1998, Ruiz *et al.* 1996, López *et al.* 1999), *Bactrocera* (Spencer *et al.* 1998, Messing 1998) y *Ceratitidis* (Wong y Ramadan 1992, Purcell *et al.* 1996, Bautista *et al.* 1999, Morales *et al.* 1999).

El segundo argumento puede ser solucionado empleando parasitoides de larvas que están capacitados para localizar el insecto hospedante en frutos caídos, de manera que la larva pueda ser parasitoidizada cuando queda desprotegida al salir del fruto, o por el uso de parasitoides de pupas que tienen la cualidad de buscar activamente al hospedante en el suelo, o mediante el uso de parasitoides de huevos, aunque esto último está limitado por la existencia de una sola especie, *Fopius arisanus* (Sonan). Para el primer caso existen especies de las familias Eulophidae (Purcell *et al.* 1996) y Figitidae (Eucoilinae) (Ovruski 1994b, 1994c, Ruiz *et al.* 1996, Wharton *et al.* 1998, López *et al.* 1999) que presentan un comportamiento muy característico, el cual consiste en la búsqueda de la larva hospedante dentro del fruto caído. Estos parasitoides ingresan al fruto a través de rajaduras o pequeños orificios. Además, algunos braconidos como *D. longicaudata*, concentran la búsqueda de la larva huésped en frutos caídos más que en frutos en el árbol (Sivinski 1996). A pesar de la gran diversidad de parasitoides pupales que han sido registrados atacando tefrítidos, varios de ellos, como *Pachycrepoideus vindemniae* y diversas especies de *Spalangia* (Pteromalidae) y *Dirhinus* (Chalcididae), han sido criticados por la baja especificidad y el probable comportamiento como hiperpara-

sitoides. Sin embargo, el empleo de este tipo de especies en liberaciones aumentativas ha contribuido al control de tefrítidos plaga en Costa Rica (Camacho 1992). Recientemente han sido sugeridas para la producción y liberación masiva, algunas especies de parasitoides pupales del género *Coptera* (Diapriidae), como *C. haywardi* Loiácono (Ogloblin i.l.) y *C. occidentalis* (Muesebeck), por su especificidad hacia tefrítidos (Sivinski *et al.* 1998, López *et al.* 1999).

El tercer argumento no constituye un problema para el empleo del control biológico de las moscas de la fruta. El método aumentativo resulta muy práctico dentro de un programa de erradicación o de control (Cancino y Enkerlin 1992), porque los parasitoides pueden ser estratégicamente liberados junto con otras alternativas de control que no afectan el ambiente, como el cultural y el autocida. Estos tres métodos pueden ser usados simultáneamente; mientras el control biológico por aumento regula los estados inmaduros de la plaga, el control autocida ejerce su efecto sobre los adultos, y el control cultural favorece la multiplicación y la acción de los parasitoides y evita la proliferación de la plaga. Knipling (1992) señaló que combinación de liberaciones aumentativas de parasitoides y de moscas estériles puede lograr la erradicación de esta plaga, porque estos métodos son más eficientes combinados que aislados. Pruebas realizadas en la isla de Maui, Hawaii, demostraron que la combinación de estas dos técnicas redujeron 10 veces la población de *C. capitata* en sólo seis meses (Wong *et al.* 1992). En la actualidad, varios programas de control y erradicación de tefrítidos plaga, han considerado la liberación combinada de machos estériles y parasitoides, como por ejemplo los programas de México (Dominguez *et al.* 1998), Hawaii (Wong *et al.* 1992, Harris y Bautista 1999), Florida (Sivinski 1996, Burns *et al.* 1996), Guatemala (Sivinski *et al.* 1996b) y Costa Rica (Camacho 1992, Hentze *et al.* 1993).

## **El control biológico de moscas de la fruta en Argentina**

### **Revisión histórica**

Los programas de control biológico de moscas de la fruta llevados a cabo en Argentina consistieron en una combinación de métodos que involucraron la conservación de enemigos naturales nativos, importación de especies de parasitoides exóticos con fines de establecimiento en determinadas regiones del país, y liberaciones a pequeña escala en áreas cultivadas. En general, la falta de continuidad de estos programas

imposibilitó una fehaciente evaluación de los resultados finales (Clausen 1978).

Un resumen cronológico de las actividades de control de las moscas de la fruta en Argentina que involucraron el uso de enemigos naturales es presentado a continuación. Es necesario destacar que los programas de control biológico se concentraron, exclusivamente, en el empleo generalizado de himenópteros parasitoides, y se basaron principalmente en los programas desarrollados en Hawaii, México y Costa Rica durante los decenios del 50', 60' y 70'. En el Cuadro 1 se incluyen las especies de parasitoides introducidos en Argentina y se señala el número de ejemplares liberados en las provincias del noroeste y noreste del país, a través de los distintos programas de control biológico llevados a cabo entre 1961 y 1986.

La introducción temprana de *C. capitata* en Argentina, entre 1903 y 1905 y su rápida difusión a través de importantes áreas frutícolas del noreste y noroeste, llevó a la ejecución, principalmente durante el decenio de 1940-1949, de los primeros programas de control de moscas de la fruta en el país. Estas medidas involucraron principalmente el empleo de métodos químicos a través de pulverizaciones con D.D.T. (diclorodifenil tricloroetano) en extensas áreas cultivadas y de vegetación nativa, y por medio de la experimentación con cebos tóxicos a base de fluoruros, fluosilicatos y arseniatos combinados con melaza o azúcar (Vergani 1952). Sin embargo, el empleo de tácticas biológicas para el control de *C. capitata* y contra la especie nativa *A. fraterculus*, se realizó desde inicios de los años 30. Estos métodos implicaban dos actividades: 1) la liberación de parasitoides nativos obtenidos directamente de puparios provenientes de frutales silvestres (Hayward 1940b, 1944), y 2) el uso de dispositivos denominados "pozos trampas", los cuales consistían de fosos de dimensiones variables cargados con frutos infestados y ubicados en las cercanías del cultivo; estos pozos eran cubiertos con tapas especiales que permitían sólo el escape de los parasitoides (Hayward 1940a). Estas actividades fueron fomentadas por varias instituciones nacionales como las Estaciones Experimentales Agrícolas de las provincias de Tucumán (EEA Obispo Colombres), de Misiones (EEA Loreto), de Corrientes (EEA Bella Vista) y de Entre Ríos (EEA Concordia).

En 1947 se introdujo el parasitoide *T. giffardianus* Silvestri, especie originaria de Africa para complementar las acciones ya iniciadas sobre conservación e incremento de los parasitoides nativos. Este parasitoid-

de exótico fue introducido por el Ministerio de Agricultura desde Brasil, y liberado en cultivos de cítricos de la provincia de Entre Ríos y Tucumán, no constandose su establecimiento (Cuadro 1). Esta acción puede considerarse como el primer intento de desarrollo de un programa de control biológico clásico contra *C. capitata*, aunque su duración fue muy corta.

La importación en 1961 de cinco especies de parasitoides exóticos (Cuadro 1) permitió la ejecución del segundo programa de control biológico clásico contra *C. capitata*, esta vez dentro de una estrategia de manejo integrado de la plaga. Las especies *F. arisanus* (= *Opius oophilus*) y *Doryctobracon crawfordi* (Viereck) (= *Opius crawfordi*), fueron liberadas directamente en áreas con cultivos cítricos luego de su introducción. Ambas especies no fueron recuperadas en las colectas seguidas a la liberación. Por el contrario, las especies *D. longicaudata* (Ashmead) (= *Biosteres longicaudatus*), *Aceratoneuromyia indica* (Silvestri) (= *Syntomosphyrum indicum*) y *P. vindemmiae* (Rondani), fueron previamente multiplicados en el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Castelar

(INTA-Castelar, Bs. As.) y luego liberados en distintas áreas frutícolas de las provincias de Tucumán y Jujuy (noroeste), Misiones y Entre Ríos (noreste) y Córdoba (centro) (Turica 1968, Turica *et al.* 1971). *D. longicaudata* y *A. indica* fueron recuperados en algunas provincias con porcentajes que oscilaron entre el 18% y el 36% (Turica 1968). Según Turica *et al.* (1971), el empleo de estas tres especies de parasitoides fue altamente eficaz para mantener bajas las poblaciones de *A. fraterculus* y *C. capitata* en las áreas silvestres circundantes a los cultivos tratados con cebos tóxicos a base de Malathión y proteínas hidrolizadas de maíz.

Entre 1973 y 1977 se desarrolló en la provincia de Tucumán un programa de manejo integrado de moscas de la fruta, el cual incluyó entre otros métodos de control, la liberación de parasitoides exóticos. Para ello se introdujeron desde el insectario del I.N.T.A. Castelar las especies *D. longicaudata* y *P. vindemmiae*, y desde la Dirección de Sanidad Vegetal de México, la especie *A. indica* (Cuadro 1). Los tres parasitoides fueron multiplicados en el insectario de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional

**Cuadro 1.** Parasitoides introducidos en Argentina para el control biológico clásico de *Ceratitidis capitata* y *Anastrepha fraterculus*.

Parasitoide	Región de Origen	Tefritidos Objeto de Control		Procedencia <sup>1</sup>	Año de Introducción	Liberado (n° total de ejemplares) <sup>2</sup>	Recuperado	Establecido <sup>3</sup>
		Especie	Estado Atacado					
<i>Aceratoneuromyia indica</i> (Silvestri)	Sudeste de Asia	<i>C. capitata</i> y	Larva	DGSV, México	1961	SI (800.000)	SI	SI
		<i>A. fraterculus</i>		DGSV, México	1977			
				OIRSA, Costa Rica	1986			
<i>Diachasmimorpha longicaudata</i> (Ashmead)	Sudeste de Asia	<i>C. capitata</i> y	Larva	DGSV, México	1961	SI (112.800)	SI	?
		<i>A. fraterculus</i>		OIRSA, Costa Rica	1986			
<i>Doryctobracon crawfordi</i> (Viereck)	Neotrópico	<i>A. fraterculus</i>	Larva	DGSV, México	1961	SI (?)	NO	?
<i>Fopius arisanus</i> (Sonan)	Sudeste de Asia	<i>C. capitata</i>	Huevo	DGSV, México	1961	SI (?)	NO	NO
<i>Pachycrepoideus vindemmiae</i> (Rondani) 4	Cosmopolita	<i>C. capitata</i> y <i>A. fraterculus</i>	Pupa	OIRSA, Costa Rica	1961	SI (339.200)	SI	SI
<i>Tetrastichus giffardianus</i> Silvestri	Oeste de Africa	<i>C. capitata</i>	Larva	IBSP, Brasil	1947	SI (?)	SI	NO

1 DGSV = Dirección General de Sanidad Vegetal; OIRSA = Organización Internacional Regional de Sanidad Vegetal; IBSP = Instituto Biológico de Sao Paulo.

2 El número de ejemplares liberados involucra la suma de todos los registros de liberaciones de esa determinada especie que fueron efectuadas en las provincias del noroeste y noreste del país entre 1961 y 1988. El símbolo "?" significa que no se dispone de datos numéricos, sólo de la información: "escaso número de ejemplares".

3 El símbolo "?" significa que aún no se ha confirmado el establecimiento de la especie.

4 Esta especie estaba presente en Argentina antes de su introducción en 1961 y por lo tanto no puede ser considerada como especie establecida por efecto de liberaciones.

de Tucumán (FAZ-UNT) y liberados en algunas áreas de la provincia. No obstante, los resultados finales de esas liberaciones no fueron evaluados.

En 1986, el Centro de Investigaciones para la Regulación de Poblaciones de Organismos Nocivos (CIRPON) reinicia el proyecto de manejo integrado de moscas de la fruta en la provincia de Tucumán. Nuevamente se introdujeron las especies *D. longicaudata* y *A. indica*, esta vez provenientes de la Organización Internacional Regional de Sanidad Vegetal (OIRSA) con sede en Costa Rica (Cuadro 1). Aunque ambos parasitoides fueron criados en el insectario del CIRPON, junto con *P. vindemmiae*, la cría de *A. indica* se extinguió al poco tiempo de su introducción por dificultades en el manejo de los ejemplares y la cría de *D. longicaudata* se mantuvo a un nivel de producción muy bajo por razones operativas. Sin embargo, entre 1986 y 1988 se realizaron algunas liberaciones esporádicas de *P. vindemmiae* y *D. longicaudata* que en total sumaron unos 8 000 y 3 000 especímenes, respectivamente (Ovruski, datos no publicados). Los resultados finales de estas liberaciones tampoco fueron evaluados. Este programa de control biológico de tefrítidos plaga no fue desarrollado totalmente y fue el último realizado en Argentina.

Las colectas de larvas y puparios de *A. fraterculus* y *C. capitata* realizadas en Tucumán entre 1991 y 1994 comprobaron la presencia de *P. vindemmiae* sobre esta última especie en un porcentaje del 1% (Ovruski 1995). Sin embargo, antes de su introducción en 1961 este parasitoide de amplia distribución mundial, ya estaba presente en el país bajo los nombres de *Pachycrepoideus dubius* Ashmead (DeSantis 1941) y *P. tucumanus* Blanchard (Hayward 1943). Estos nombres son actualmente sinónimos de *P. vindemmiae* (DeSantis y Fidalgo 1994). Por tanto, es difícil considerar a *P. vindemmiae* como una especie establecida en el país debido a su introducción.

### **Situación actual de los programas de control y erradicación**

En la actualidad, el Programa Nacional de Control y Erradicación de moscas de los frutos (PROCEM), a través de los subprogramas Mendoza (Gómez Riera *et al.* 1998), San Juan (Escobar *et al.* 1999) y Patagonia (Sánchez *et al.* 1999), ha puesto en práctica una serie de estrategias de control que incluyen, de manera combinada, la aplicación de la técnica del insecto estéril con la cepa de sexado genético SEIB60, control químico con cebos tóxicos (Malathión + proteína) e

insecticida de suelo, control cultural con la destrucción de frutos hospedantes, y control legal con el establecimiento de barreras fitosanitarias. Estas acciones están basadas en las metas y objetivos del PROCEM para las cinco regiones frutícolas del país (Fig. 1) (SENASA 1998, Cosenzo *et al.* 1999). Por ejemplo, los objetivos para la Región 1 (Patagonia Norte y Sur) y para la Región 2 (provincia de Mendoza y Valles Centrales de la provincia de San Juan) (Fig. 1), donde solamente está presente *C. capitata*, incluye la erradicación de esta plaga de las zonas urbanas para el reconocimiento internacional como áreas libres. Los objetivos planteados para la Región 3 (norte de la provincia de San Juan, noroeste de la provincia de Córdoba y provincias de San Luis y La Rioja) y Región 4 (provincias del noroeste argentino: Jujuy, Salta, Tucumán y Catamarca) (Fig. 1), donde *C. capitata* y *A. fraterculus* habitan juntas, son tendientes a lograr una supresión de las poblaciones de ambas plagas para el reconocimiento de área bajo protección fitosanitaria; mientras que para la Región 5 (provincias del centro y noreste argentino: Misiones, Corrientes, Entre Ríos, Formosa, Chaco, Santiago del Estero, Santa Fe, noreste de Córdoba, Buenos Aires y La Pampa) (Fig. 1) se pretende obtener un área de escasa prevalencia de ambas especies de tefrítidos. Estas tres últimas regiones se encuentran aún en la fase de diagnóstico, aunque el subprograma La Rioja de la Región 3 inició en enero de 1999 acciones tendientes al control químico y cultural en el Valle del Bermejo, área localizada en el noroeste de la provincia (Frissolo 1999).

Hasta 1998, y como resultado de las conclusiones de la Segunda Reunión Nacional sobre Avances en Investigación y Apoyo Científico al PROCEM, se consideró al control biológico mediante el empleo de parasitoides, como una posible técnica complementaria a las acciones de control y erradicación ejecutadas o a iniciarse próximamente.

### **Facilidades para la implementación de programas de control biológico**

Existen tres aspectos de importancia que facilitarían el desarrollo de acciones futuras para la implementación del control biológico de moscas de la fruta en Argentina: 1) avances en los estudios bioecológicos y taxonómicos de especies de parasitoides nativos y exóticos, 2) establecimiento de insectarios para la producción masiva de *C. capitata*, y 3) programas regionales con actividades de control y erradicación bien estructuradas.

**Avances en investigación sobre parasitoides.** La falta de conocimiento taxonómico y biológico de parasitoides utilizados en los primeros programas de control biológico de moscas de la fruta en Argentina, llevó a graves equivocaciones que afectaron los resultados de las evaluaciones finales de las liberaciones. Algunos de estos problemas fueron: 1) la introducción de especies presentes en el país, como el parasitoide pupal *P. vindemmiae*; 2) la utilización de especies que atacan un amplio ámbito de dípteros ciclorrafos y que pueden actuar como hiperparasitoides, destruyendo de esta manera parasitoides específicos de tefrítidos; y 3) el empleo de parasitoides que atacan dípteros drosófilidos y no tefrítidos, como por ejemplo varias especies que fueron registradas como *Eucoila* spp. y que en realidad pertenecen al género *Leptopilina* (Ovruski, datos no publicados), y cuyas especies son ampliamente conocidas por atacar exclusivamente larvas de *Drosophila* en frutos con avanzado estado de descomposición (Van Alphen *et al.* 1991).

Aunque todavía hay varias áreas de Argentina que deben ser estudiadas, actualmente conoce la fauna de himenópteros parasitoides nativos de moscas de la fruta, especialmente en el noroeste argentino, debido a una serie de levantamientos en campo que fueron completados en distintos años (Turica y Mallo 1961, Nasca 1973, Fernández de Araoz y Nasca 1984, Ovruski 1994a, 1995) y que reportaron la presencia de 10 especies nativas (Ovruski y Fidalgo 1996). También se dispone de recientes estudios taxonómicos (Ovruski y Wharton 1996, Wharton *et al.* 1998) y biológicos (Ovruski 1994b, 1994c, Sivinski *et al.* 1998) que permitieron dilucidar algunos aspectos importantes para ampliar el conocimiento de las especies de parasitoides presentes en el país. Asimismo, investigaciones realizadas durante los años 90' en otros países latinoamericanos como Brasil (Canal Daza *et al.* 1995, Leonel Junior *et al.* 1995, Guimarães *et al.* 1999) y México (Sivinski *et al.* 1997, Aluja *et al.* 1998, López *et al.* 1999) han contribuido en este sentido.

Se ha confirmado en Argentina el levantamiento de *A. indica* como especie de parasitoide exótico y se han recuperado otras dos del total de especies liberadas (Cuadro 1). Aunque es necesario completar el levantamiento de especies en determinadas regiones de Argentina, existen varias causas por las cuales algunos parasitoides no lograron establecerse. Por ejemplo, las dificultades para la cría del insecto hospedante y del parasitoide en el laboratorio, el escaso número de hembras liberadas en relación al número de machos y

la falta de un conocimiento sobre los aspectos bioecológicos de las especies, fueron causas comunes en varios programas de control biológico de moscas de la fruta (Clausen 1978).

Ante la problemática en Argentina por la presencia de dos plagas, una exótica y otra nativa, es preciso disponer de parasitoides que ataquen a *C. capitata*, otros que parasiten a *A. fraterculus*, y parasitoides que puedan desarrollarse en ambos tefrítidos. Para el control de *C. capitata* existen varias especies de parasitoides exóticos cuyas crías masivas han sido notablemente perfeccionadas, como por ejemplo *F. arisanus*, *D. tryoni* y *D. longicaudata*. La especie *D. kraussii*, recientemente introducida a Hawaii (Messing 1998) y en Guatemala (Morales *et al.* 1999) es otro posible parasitoide para ser utilizado contra *C. capitata*, por su facilidad para desarrollarse sobre esta plaga.

*Fopius arisanus* es un parasitoide de huevos con especial relevancia por su conocida eficacia en el control de poblaciones de *C. capitata* y *Bactrocera* spp. Actualmente, su cría masiva ha sido perfeccionada (Bautista *et al.* 1999) y es un importante candidato para liberaciones aumentativas contra *C. capitata* en Centroamérica (Harris y Bautista 1999, Vargas *et al.* 1999). La falta de un método adecuado para su multiplicación en el laboratorio y la liberación de pocos ejemplares, fueron, probablemente, las razones por las cuales esta especie no se estableció en Argentina cuando fue introducido y liberado en 1961 (Cuadro 1).

*D. tryoni* es la especie candidata para controlar a *C. capitata* en Hawaii (Wong y Ramadan 1992) y actualmente es utilizada en Guatemala contra esta plaga (Sivinski *et al.* 1996b).

*Diachasmimorpha longicaudata* tiene la capacidad de desarrollarse tanto en *C. capitata* como en *A. fraterculus* (Carvalho *et al.* 1997) y ha demostrado ser efectivo en regiones tropicales (Cancino *et al.* 1995, Sivinski *et al.* 1996a) y en ambientes áridos (Greany *et al.* 1976). Aunque *D. longicaudata* ha sido introducido en dos oportunidades en el país (Cuadro 1), sigue siendo un excelente candidato para su empleo en futuras liberaciones masivas contra *C. capitata* y *A. fraterculus*. Es prioritario comprobar el establecimiento de esta especie en aquellas áreas donde fue liberado y en las que no se han efectuado levantamientos. Recientemente Ovruski *et al.* (1998) inició evaluaciones sobre *D. tryoni* y *D. longicaudata* en el control biológico de *C. capitata* en Argentina. Además de estas especies exóticas, ya conocidas y difundidas es necesario considerar en futuros programas de control biológico

gico de *C. capitata* en Argentina, el empleo de parasitoides más específicos y colectados directamente en la región de origen de este tefrítido (Martín Aluja, *Com. personal*). En este sentido, Headrick y Goeden (1996) han propuesto un plan de acción contra *C. capitata* en California (EEUU) basado en un profundo estudio bioecológico de la plaga y sus enemigos naturales en su área nativa.

En el control de *A. fraterculus* pueden considerarse conjuntamente con *D. longicaudata* algunas especies de parasitoides presentes en las selvas subtropicales de Argentina y que ejercen un control natural sobre esta plaga (Ovruski *et al.* 1999), así como parasitoides nativos de la región neotropical específicas de *Anastrepha* Schiner (López *et al.* 1999), pero para ello se requiere profundizar en el estudio bioecológico y requerimientos de cría de estas especies.

**Establecimiento de insectarios para producción masiva de *C. capitata*.** La construcción de laboratorios de cría masiva de *C. capitata*, en las provincias de Mendoza y San Juan, para la aplicación de la técnica del insecto estéril en las Regiones 1 y 2 (Gómez Riera *et al.* 1998, Escobar *et al.* 1998), ofrecen facilidades para que en un futuro cercano puedan realizarse crías masivas de parasitoides. Estos insectarios, además de proveer la infraestructura necesaria para iniciar una producción de *C. capitata* a gran escala, disponen de equipos de irradiación que posibilitan el empleo de tecnologías avanzadas para la liberación masiva de parasitoides, como las que están siendo usadas en los programas de México (Montoya *et al.* 1998) y Guatemala (Sivinski *et al.* 1996b), entre otros. La irradiación de las larvas hospedantes antes de la exposición a los parasitoides mejora el método de liberación masiva de éstos, ya que previene la posible inclusión de moscas fértiles (Sivinski y Calkins 1990).

La cría ya establecida del hospedante (larvas y pupas de *C. capitata*) permite un notable descenso de los costos de producción de los parasitoides, porque ésta puede consumir hasta un 70% de los costos totales de la cría masiva de parasitoides. Por tanto, al disponer de las crías ya existentes en los insectarios de las provincias de San Juan y Mendoza se resuelve una importante desventaja de los programas de control biológico.

También es importante considerar que la producción de pupas de desecho que van a originar adultos hembras de *C. capitata* y que no son empleadas en la técnica del macho estéril, permiten la multiplicación masiva de parasitoides de pupas. Esta situación se ha planteado en la bioplanta Km8 de la provincia de

Mendoza, donde se emplea la cepa de sexado genético SEIB60 para la técnica del insecto estéril (Gómez Riera *et al.* 1998). Asimismo, la utilización en las crías masivas de cepas que permitan separar machos de hembras durante el estado larval de *C. capitata* da la posibilidad de producir simultáneamente moscas estériles, mediante el empleo de larvas que originarán machos, y parasitoides larvales, a partir de las larvas que originarán hembras de *C. capitata* (Jorge Cladera, *Com. personal*). De esta manera, la cría masiva de la plaga es más eficiente y tiene la ventaja de posibilitar el desarrollo de dos métodos de control ecológicamente adaptados a un costo menor de producción. En este sentido, la obtención, por parte del Laboratorio de Genética del I.N.T.A. Castelar, de líneas avanzadas de una cepa sexante con las características comentadas previamente (IGAEEF-CICA-INTA 1998), es un paso muy alentador para que en el futuro esta cepa pueda ser empleada en la multiplicación de parasitoides, tendientes a la liberación masiva en áreas del país afectadas por la presencia de *C. capitata*.

**Programas regionales.** Los diferentes subprogramas regionales que componen al PROCEM, especialmente aquellos de las provincias de Mendoza, San Juan, La Rioja y de la región de Patagonia, han establecido excelentes sistemas de monitoreo de la plaga, y han logrado formar equipos de trabajo con personal capacitado. Esto permite disponer de los materiales y del personal necesario para efectuar liberaciones de parasitoides y realizar las evaluaciones posteriores con el fin de medir los efectos del control biológico. Los restantes subprogramas (NOA y NEA) de las Regiones 4 y 5 se encuentran en una etapa inicial de diagnóstico de la plaga, lo cual posibilita la obtención de datos actualizados sobre las tasas de parasitismo natural, como así también de la diversidad de enemigos naturales presentes en esas regiones.

Otro aspecto importante para considerar es la posibilidad de contar, a través de los subprogramas del PROCEM, con información previa sobre la dinámica poblacional y frutos hospedantes de la plaga, como así también de la orografía, condiciones climáticas y vegetación nativa y cultivada de cada región frutícola del país. En este sentido, el subprograma La Rioja dispone de una línea de investigación basada en el desarrollo de un modelo metapoblacional para *A. fraterculus* (Gorla *et al.* 1999). Esto es un paso fundamental para determinar fehacientemente el efecto de las liberaciones de parasitoides y facilitar su empleo dentro de un diseño integrado de manejo de la plaga.

## Conclusiones

A nivel mundial han surgido nuevas expectativas en el control biológico de tefrítidos plaga, especialmente, por los buenos resultados obtenidos por diversos programas de liberaciones aumentativas de parasitoides para la supresión de *C. capitata*, *Bactrocera* spp. y *Anastrepha* spp. Estos logros, junto con otros avances importantes sobre aspectos taxonómicos, bioecológicos y de producción masiva de parasitoides, aportan un conocimiento esencial para futuras actividades relacionadas al empleo de parasitoides en el control de tefrítidos plaga en Argentina. Además, la existencia de un programa de ámbito nacional bien estructurado como el PROCEM, puede facilitar el desarrollo y continuidad del control biológico como una estrategia más en la lucha contra esta plaga. Sin embargo, debe considerarse que para lograr una selección adecuada de los parasitoides como agentes de control e incrementar las posibilidades de un manejo más adecuado de estos insectos dentro de un programa de control y erradicación de moscas de la fruta en Argentina, es fundamental profundizar en el conocimiento biológico y ecológico de estas especies a través de estudios en el laboratorio y en el campo previo a las liberaciones. Asimismo, es necesario investigar sobre la eficacia de los parasitoides con relación a las características biogeográficas y agronómicas de las distintas regiones frutícolas del país. Todo este análisis permitirá identificar agentes de control biológico más eficientes.

Posibles liberaciones masivas de nuevas especies de parasitoides o de algunas empleadas con anterioridad en el país, ayudarían en el mantenimiento de las futuras áreas libres de moscas de la fruta en las Regiones 1, 2 y 3. A su vez, el control biológico aumentativo combinado con liberaciones de machos estériles permitiría acelerar la erradicación de *C. capitata* en varias regiones del país de una manera ecológicamente aceptable. Un aspecto muy conveniente de la aplicación de esta técnica de control en los principales valles frutícolas de las provincias de San Juan y La Rioja (Región 3), es la presencia del aislamiento del área urbana y de las zonas de cultivo por la presencia de barreras geográficas (montañas y vegetación xerófila). Esta condición concentra a la población de la plaga en un área determinada y anula el efecto de la migración desde zonas aledañas, de manera tal que la combinación de la técnica del insecto estéril y el control biológico aumentativo tendrían un efecto supresor muy significativo y no existirían riesgos de contaminación con plaguicidas. Además estas técnicas podrían ser evaluadas.

La selección y probable incremento en laboratorio de parasitoides autóctonos para el control de *A. fraterculus* en las Regiones 4 y 5 es un aspecto que requiere de un detallado análisis. Estos enemigos naturales están bien adaptados a las condiciones ambientales de esas regiones y están capacitados para localizar a la plaga en sus frutos hospedantes primarios. Por lo tanto, el desarrollo de métodos para la conservación de los enemigos naturales en áreas con vegetación nativa, es un aspecto que debe ser nuevamente considerado. Sin embargo, también es preciso evaluar el empleo de parasitoides exóticos, y nativos, que puedan atacar simultáneamente, y de manera efectiva, a las poblaciones de *A. fraterculus* y *C. capitata* en una amplia gama de frutos hospedantes y condiciones climáticas. Contar con especies con estas características posibilitaría el control de ambas plagas en distintas regiones del país y una notable disminución de los costos de producción y liberación masiva.

El control biológico aumentativo es una herramienta muy útil para mantener y posiblemente expandir áreas libres de moscas de la fruta, como fue demostrado por el Departamento de Agricultura de Florida, EEUU, a través de liberaciones aumentativas de *D. longicaudata* contra *A. suspensa* en áreas urbanas y suburbanas aledañas a las zonas cítricas declaradas libres (Burns *et al.* 1996). Estas áreas son consideradas fuentes de infestación para los cultivos cítricos de valor comercial, ya que en ellas abundan mirtáceas y rosáceas, los frutos de las primeras son preferidos por *A. suspensa* comparado con los de las rutáceas como los pomelos y naranjas. De tal manera, que la supresión de las poblaciones de *A. suspensa* con parasitoides en frutos silvestres reduce la inmigración de éstas hacia las áreas libres de moscas (Sivinski 1996). Esta situación es similar a lo que ocurre en las regiones cítricas del noroeste y noreste argentino, donde existen extensas áreas de selva subtropical con gran diversidad de hospederos silvestres nativos y exóticos que posibilitan la multiplicación de *A. fraterculus* y *C. capitata*. Para estas regiones, donde el establecimiento de áreas de baja densidad poblacional de moscas de la fruta es una prioridad, lo más aconsejable sería el empleo de técnicas que no afecten el ambiente como la manipulación del hábitat (Aluja y Liedo 1986, Aluja 1995), el control biológico y el control autocida.

Aunque los himenópteros parasitoides son los más adecuados para el control biológico de tefrítidos plaga, no se descarta para el futuro el empleo de posibles depredadores y entomopatógenos, según avancen

los estudios concernientes a comprobar la eficiencia de estos enemigos naturales dentro de programas de manejo integrado de moscas de la fruta.

### Agradecimientos

A Mónica Spinetta de Ruiz, Elena D'Angelcola y Eduardo Cosenzo (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria de Argentina, Programa Nacional de Control y Erradicación de las Moscas de los Frutos) por la información sobre avances de los subprogramas provinciales de control y erradicación de moscas de la fruta y por considerar al control biológico como una alternativa válida de control dentro del PROCEM; al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina (CONICET), al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México (CONACYT) y a la Campaña Nacional Contra Moscas de la Fruta en México – Programa MOSCAMED, DGSV-SAGAR, México por el apoyo económico; a la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica de Argentina (Proyecto FONCYT 08-00000-01236) por el financiamiento; a

### Literatura citada

ALUJA, M. 1995. Future trends in fruit fly management. *In* McPheron, B.A.; Steck, G.J. (Eds.). Fruit fly pests: a world assessment of their biology and management. Florida, USA, St. Lucie Press. p. 309-320.

ALUJA, M.; LIEDO, P. 1986. Future perspective on integrated management of fruit flies in Mexico. *In* Mangel, M.; Carey, J.R.; Plant, R.E. (Eds.). Pest Control: Operations and systems analysis in fruit fly management. New York, Springer-Verlag. p. 12-48.

ALUJA, M.; LOPEZ, M.; SIVINSKI, J. 1998. Ecological evidence for diapause in four native and one exotic species of larval-pupal fruit fly (Diptera: Tephritidae) parasitoids in tropical environments. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 91(6):821-833.

ALVARADO, L.; RITACCO, M. 1991. Programa Nacional de manejo de moscas de los frutos (Diptera: Tiphritidae). Informe INTA-CNEA. 45 p.

ARUANI, R.; CERESA, A.; GRANADOS, J.C.; TARET, G.; PERUZZOTTI, P.; ORTIZ, G. 1996. Advances in the national fruit fly control and eradication program in Argentina. *Fruit Fly Pest. A world assessment of their biology and management.* McPheron; B.A.; Steck, G.J. Ed. St Lucie Press. p. 586.

BAUTISTA, C.B.; MOCHIZUKI, N.; SPENCER, J.P.; HARRIS, E.J.; ICHIMURA, D.M. 1999. Mass rearing of the tephritid fruit fly parasitoid *Fopius arisanus* (Hymenoptera: Braconidae). *Biological Control* 15:137-144.

BURNS R.E.; DIAZ, J.D.; HOLLER, T.C. 1996. Inundative release of parasitoid *Diachasmimorpha longicaudata* for the control of the caribbean fruit fly, *Anastrepha suspensa*. *Fruit Fly Pest. A world assessment of their biology and management.* McPheron, B.A.; Steck, G.J. Ed. St Lucie Press. p. 586.

CAMACHO, H. 1992. Manejo Integrado de la mosca del mediterráneo en la región Acosta, Costa Rica. *In* Congreso Internacional MIP (4, 1992, Honduras). Resúmenes. p. 108-109.

Jorge Escobar y Fernando Murúa (Dirección de Sanidad Vegetal de la provincia de San Juan, PROCESM-San Juan); Oscar de Longo, Aníbal Colombo, Pablo Gomez Riera, Gustavo Taret, Andrea Bartolucci y Gabriela Bompland (Instituto de Sanidad y Calidad Agropecuaria de la provincia de Mendoza); María Soledad Frissolo (Dirección de Recursos Agropecuarios de la provincia de La Rioja); Jorge Cladera, Teresa Vera, Fanny Manso y Leticia Alvarado (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Castelar, Buenos Aires, Argentina) y Gerardo Ortiz (Agencia Internacional de Energía Atómica) por las facilidades brindadas para la realización del trabajo durante la estadía en las distintas provincias argentinas; a Norma Vaccaro, Juan Mousqués y Graciela Putruelle (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Concordia, Entre Ríos, Argentina) por la información brindada sobre las actividades del PROCESM en la Región 5; al Instituto Superior de Entomología de la Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo de la Universidad Nacional de Tucumán (INSUE-UNT).

CANAL DAZA, N. A.; ZUCCHI, R. A.; DA SILVA, N. M.; SILVEIRA NETO, S. 1995. Análise faunística dos parasitoides (Hymenoptera, Braconidae) de *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae) em Manausa e Iranduba, Estado do Amazonas. *Acta Amazônica* 25(3/4):235-246.

CANCINO, J.L.; ENKERLIN, H.W. 1992. Utilización del control biológico en la campaña nacional contra moscas de la fruta. *In* Congreso Nacional de Control Biológico (15, 1992, Cuautitlán Izcalli, México). Actas. p. 296-301.

CANCINO, J.L.; YOC, M. 1993. Methods proposed to apply quality control in mass rearing of *Diachasmimorpha longicaudata*. *In* Workshop of the IOBC Working Group Quality Control of Mass Reared Arthropods (7, 1993, Italy). Nicoli, G.; Benuzzi, M.; Leppla, N.C. (Ed). Proceedings. IOBC. p. 37-47.

CANCINO, J.L.; ENKERLIN, D.; MARTINEZ, L.; GUILLEN, J. 1992. Evaluaciones del efecto de las liberaciones de parasitoides sobre poblaciones de moscas de la fruta. *In* Curso Internacional sobre moscas de la fruta (6, 1992, México). Programa MOSCAMED. Tomo II, Modulo IV. p. 51-59.

CANCINO, J.L.; LOPEZ, E.; AGUILAR, C.E. 1995. Liberaciones inundativas de parasitoides como método alternativo de control de *Ceratitidis capitata* en fincas cafetaleras en el Soconusco, Chiapas, México. *In* Conferencia Internacional IFOAM sobre café orgánico (1, 1995, México). IFOAM/A-MAE/Universidad Autónoma de Chapingo. p. 51 - 53.

CANCINO, J.L.; DE LA TORRE, S.; RUIZ, L.; MORENO, F.; HERNANDEZ, E.; ZENIL, M. 1996. Establecimiento de la producción masiva de *Diachasmimorpha longicaudata* en Metapa de Domínguez, Chiapas, México. *In* WGFFWH Meeting (2, Viña del Mar, Chile). p. 70.

CARVALHO, R.; DO NASCIMENTO, A.S.; MATRANGOLO, W.J.R. 1997. Situação atual do controle biológico de moscas das frutas do Braconideo exotico *Diaschamimorpha longicaudata* no reconcavo Baiano. *In* Congresso Brasileiro de Entomologia (15, 1997, Salvador, Brasil). Resumos. sp.

- CLAUSEN, C.P. 1978. Tephritidae. In C.P. Clausen Ed. Introduced parasites and predators of arthropod pests and weeds: a world review. Department of Agriculture. Agriculture Handbook (480):320-325.
- COSENZO, E.; RUIZ, M.; D'ANGELCOLA, E. 1999. Programa Nacional de Control y Erradicación de Moscas de los Frutos (PROCEM) en la República Argentina. In WGF-FWH Meeting (3, 1999, Guatemala). p. 124-125.
- DE SANTIS, L. 1941. Lista de himenópteros parásitos y predadores de los insectos de la República Argentina. Bol. Soc. Bras. Agr. Río de Janeiro IV (1): 66.
- DE SANTIS, L.; FIDALGO, P. 1994. Catálogo de los himenópteros calcidoideos de América al sur de los Estados Unidos. Tercer Suplemento. Acad. Nac. Agr. Vet. Bs. As. No.13. 154 p.
- ESCOBAR J.; BIANCHI, J.; MURUA, F. 1998. Avances en el programa de erradicación de mosca del mediterráneo (*Ceratitis capitata* Wied) en San Juan- Argentina. In Taller de trabajo sobre avances en investigación y apoyo científico al PROCEM-SENASA (2, 1998, Buenos Aires, Argentina). p. 11-12.
- DOMINGUEZ J.C.; MORENO, F.; DE LA TORRE, S.; MARTINEZ, A. 1998. Moscafrut facility: five years of fruit fly and parasitoid mass production at Metapa, Chiapas, México. In International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance (1998, Penang, Malaysia). p. 146.
- FERNANDEZ DE ARAOZ, D.; NASCA, A. J. 1984. Especies de Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) parasitoides de moscas de los frutos (Diptera: Tephritidae) colectados en la provincia de Tucumán. CIRPON. Rev. Inves. 2(1-2):37-46.
- FRISOLO, M.S. 1999. A control strategy of fruit flies in a desert area of La Rioja, Argentina with high populations of *Ceratitis capitata* and *Anastrepha fraterculus*. Programa de control y erradicación de moscas de la fruta subprograma La Rioja. In WGFFWH Meeting (3, 1999, Guatemala City). p. 37.
- GOMEZ RIERA P.; DE LONGO, O.; TARET, G.; COLOMBO, A. 1998. Avances del subprograma Mendoza de erradicación de la mosca del mediterráneo (PROCEM-MENDOZA) SENASA-ISCAMEN. In Taller de trabajo sobre Avances en Investigación y Apoyo Científico al PROCEM-SENASA (2, 1998, Buenos Aires, Argentina). p. 7-9.
- GORLA, D.; OVRUSKI, S.M.; RUEDA, C.; PROCEM-LA RIOJA. 1999. Un modelo metapoblacional para *Anastrepha fraterculus* para el Valle del Bermejo, La Rioja. In Taller Internacional sobre Programas de Control y Erradicación de Moscas de los Frutos (1999, Buenos Aires, Argentina). p. 37.
- GREANY P.D.; ASHLEY, T.R.; BARANOWSKI, R.M.; CHAMBERS, D.L. 1976. Rearing and life history studies on *Biosteres longicaudatus*. Entomophaga 21:207-215.
- GUIMARÃES, J.A.; ZUCCHI, R.A.; DIAZ, N.B.; DE SOUZA FILHO, M.F.; UCHÔA, M.A. 1999. Especies de Eucoilinae (Hymenoptera: Cynipoidea: Figitidae) parasitoides de larvas frugívoras (Diptera: Tephritidae e Lonchaeidae) no Brasil. An. Soc. Entomol. Brasil 28(2):263-273.
- HARRIS, E.J.; BAUTISTA, R.C. 1999. Rearing *Fopius arisanus* on mediterranean fruit fly: current progress and future potential. In WGFFWH Meeting (3, 1999, Guatemala). p. 45.
- HAYWARD, K.J. 1940a. Lucha biológica contra las moscas de las frutas: Dispositivo que permite la salida de los parásitos beneficiosos del pozo donde se arroja la fruta atacada. Rev. Ind. Agr. Tuc. (10-12):230-233.
- HAYWARD, K.J. 1940b. Distribución de enemigos naturales de las moscas de las frutas para su control biológico. Rev. Ind. Agr. Tuc. 30(4-6):136-138.
- HAYWARD, K.J. 1943. Memoria Anual Departamento Entomología. Rev. Ind. Agr. Tuc. 33(4-6):68-70.
- HAYWARD, K.J. 1944. Modelo de jaula que permite la distribución de parásitos de pupas de sus huéspedes. Rev. Ind. Agr. Tuc. 34:23-26.
- HEADRICK, D.H.; GOEDEN, R.D. 1996. Issues concerning the eradication or establishment and biological control of the mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae), in California. Biological Control 6:412-421.
- HENTZE F.; MATA, R.; URBINA, N. 1993. A Central American program for fruit fly control. From fruit flies: Biology and management. Aluja, M.; Liedo, P. New York, Springer-Verlag. p. 449-454.
- IGEAF-CICA-INTA. 1998. Una línea genética de sexado temprano en la mosca de la fruta: Del Instituto de Investigación al Programa de Acción. In Taller de trabajo sobre avances en investigación y apoyo científico al PROCEM-SENASA (2, 1998, Buenos Aires, Argentina). p. 14.
- KNIPLING, E.F. 1992. Principles of insect parasitism analyzed from new perspectives: practical implications for regulating insect populations by biological means. U.S. Dept. Agric. Agriculture Handbook 693. 337 p.
- LEONEL JUNIOR, F.L.; ZUCCHI, R.A.; WHARTON, R.A. 1995. Distribution and tephritid hosts (Diptera) of braconid parasitoids (Hymenoptera) in Brazil. International Journal of Pest Management 41(4):208-213.
- LOPEZ, M.; ALUJA, M.; SIVINSKI, J. 1999. Hymenopterous larval-pupal and pupal parasitoids of *Anastrepha* flies (Diptera: Tephritidae) in México. Biological Control 15:119-129.
- NASCA, A.J. 1973. Parásitos de "moscas de los frutos" establecidos en algunas zonas de Tucumán. Rev. Agr. N. O. Arg. 10(1-2):31-43.
- MESSING, R.H. 1998. Newly imported parasitoids effective against the malaysian fruit fly in Hawaii. International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance. Penang, Malaysia. p. 134.
- MONTOYA, P.J.; LIEDO, P.; BENREY, B.; BARRERA, J.F.; ALUJA, M. 1998. Augmentative release of *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) to suppress populations of fruit flies (Diptera: Tephritidae), in mango orchards of the Soconusco region, Chiapas, México. In International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance (5, 1998, Penang, Malaysia). p. 105.
- MORALES, O.; JERONIMO, F.; RENDON, P. 1999. Field cage evaluation of two species of larval parasitoids for the control of the mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata*. In WGFFWH Meeting, (3, 1999, Guatemala). p. 52-53.
- OVRUSKI, S.M. 1994a. Estudios biológicos y taxonómicos de himenópteros parasitoides (Insecta: Hymenoptera) de "moscas de los frutos" (Diptera: Tephritidae) presentes en la República Argentina, con especial énfasis en la provincia de Tucumán. Tesis Doc. Universidad Nacional de Tucumán. 328 p.
- OVRUSKI, S.M. 1994b. Comportamiento en la detección del huésped de *Aganaspis pelleranoi* (Hymenoptera: Eucoilidae) parasitoides de larvas de *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). Rev. Soc. Entomol. Argent. 53(1-4):121-127.

- OVRUSKI, S.M. 1994c. Immature stages of *Aganaspis pelleranoi* (Brèthes) (Hymenoptera: Cynipoidea: Eucolidae), a parasitoid of *Ceratitidis capitata* (Wied.) and *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae). *Journal of Hymenoptera Research* 3:233-239.
- OVRUSKI, S.M. 1995. Pupal and larval-pupal parasitoids (Hymenoptera) obtained from *Anastrepha* spp and *Ceratitidis capitata* (Dipt: Tephritidae) pupae collected in four localities of Tucumán province, Argentina. *Entomophaga* 40:36
- OVRUSKI, S.M.; FIDALGO, P. 1994. Use of parasitoids (hym.) in the control of fruit flies (Dip.: Tephritidae) in Argentina: bibliographic review (1937-1991). *IOBC/WPRS Bulletin* 17(6):84-92.
- OVRUSKI, S.M.; WHARTON, R.A. 1996. The identity of *Doryctobracon tucumanus* (Blanchard) (Hymenoptera, Braconidae: Opiinae). *Proc. Entomol. Soc. Wash.* 98(1):162-163.
- OVRUSKI, S.M.; SCHLISERMAN, P.; FIDALGO, P. 1999. A survey of hymenopteran parasitoids of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) in the Yungas forest of northwest Argentina. *In* WGFFWH Meeting (3, 1999, Guatemala). p. 99.
- OVRUSKI, S.M.; CANCINO, J.L.; LIEDO, L.; RUIZ, L. 1998. Estudios sobre biología y utilización en control biológico de *Diaschamimorpha longicaudata* y *D. tryoni*, parasitoides de moscas de la fruta. *In* Taller de Trabajo sobre Avances en Investigación y Apoyo Científico al PROCEN-SENASA (2, 1998, Buenos Aires, Argentina). p. 30.
- PURCELL M.F.; VAN NIEUWENHOVEN, A.; BATCHELOR, M.A. 1996. Bionomics of *Tetrastichus giffardianus* (Hymenoptera: Eulophidae): An endoparasitoid of Tephritid fruit flies. *Environ. Entomol.* 25(1):198-206.
- RUIZ, L.; CANCINO, J.L.; ALUJA, M. 1996. Colonización de parasitoides nativos para el control biológico de moscas de la fruta. *In* WGFFWH Meeting (2, 1996, Via del Mar, Chile). p. 70.
- SANCHEZ, R.A.; RIAL, E.J.; MONGABURE, A.P. 1998. Resultados de la campaña de control 1997/98 de la mosca del mediterráneo (*Ceratitidis capitata*, Wied) en el PROCEN Patagonia. *In* Taller de Trabajo sobre Avances en Investigación y Apoyo Científico al PROCEN-SENASA, Buenos Aires, Argentina. p. 10.
- SENASA. 1998. Resumen ejecutivo del Programa Nacional de Control y Erradicación de Moscas de los Frutos (PROCEN). *In* Taller de Trabajo sobre Avances en Investigación y Apoyo Científico al PROCEN-SENASA (2, 1998, Buenos Aires, Argentina). p. 3-6.
- SIVINSKI, J. M. 1996. The past and potential of biological control of fruit flies. *In* Fruit Fly Pest, a world assessment of their biology and management. McPherson, A.; Steck, G.J. Eds. St. Lucie Press p. 369-375.
- SIVINSKI, J.; CALKINS, C.O. 1990. Sexually dimorphic developmental rates in the caribbean fruit fly (*Anastrepha suspensa*(Loew)). *Environ. Entomol.* 19:1491-1495.
- SIVINSKI, J.M.; CALKINS, C.O.; BARANOWSKI, R.; HARRIS, D.; BRAMBILA, J.; DIAZ, J.; BURNS, R.E.; HOLLER, T.; DODSON, G. 1996a. Suppression of a caribbean fruit fly (*Anastrepha suspensa* (Loew) (Diptera: Tephritidae) population through augmentative releases of the parasitoid *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae). *Biological Control* 6:177-185.
- SIVINSKI, J.; HOLLER, T.; ALUJA, M.; GERONIMO, F.; BARANOWSKI, R.; MESSING, R. 1996b. Contributions to fruit fly biological control. *In* WGFFWH Meeting (2, 1996, Viña del Mar, Chile). p 72-73.
- SIVINSKI, J.; ALUJA, M.; LOPEZ, M. 1997. The spatial and temporal distributions of parasitoids of mexican *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae) within the canopies of fruit trees. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 90:604-618.
- SIVINSKI, J.; VULINEC, K.; MENEZES, E.; ALUJA, M. 1998. The bionomics of *Coptera haywardi* (Ogloblin) (Hymenoptera: Diapriidae) and other pupal parasitoid of tephritid fruit flies. *Biological Control* 11:193-202.
- SPENCER J.P.; MOCHIZUKI, N.; HARRIS, E.J.; BAUTISTA, R.C. 1998. Rearing parasitoids for the control of Tephritid fruit flies. *International symposium on Fruit Flies of Economic Importance*. Penang, Malaysia. p. 75.
- TURICA, A. 1968. Lucha biológica como medio de control de las moscas de los frutos. *IDIA* 241:29-38.
- TURICA, A.; MALLO, R.G. 1961. Observaciones sobre la población de las "Tephritidae" y sus endoparásitos en algunas regiones citricolas argentinas. *IDIA* 6:145-161.
- TURICA, A.; VERGANI, A.R.; QUINTANILLA, R.H.; ZERBINO, M.C.; CERUSO, H.E.. 1971. Las moscas de los frutos. *INTA, Cap. Fed., Serie Form. Téc. Agr.* 7:1-17.
- VAN ALPHEN, J.J.M.; NORDLANDER, G.; EIJS, I. 1991. Host habitat finding and host selection of the *Drosophila* parasitoid *Leptopilina australis* (Hym., Eucolidae), with a comparison of the niche of european *Leptopilina* species. *Oecologia* 87:324-329.
- VARGAS R.Y.; HARRIS, E.J.; LIEDO, P.; RENDON, P.; GERONIMO, F. 1999. An effective natural enemy for suppression of mediterranean fruit fly in coffee. *In* WGFFWH Meeting (3, 1999, Guatemala City). p. 62.
- VERGANI, A.R. 1952. La mosca del mediterráneo. *Publ. Inst. San. Veg. M.A.G.N., Ser. B, no. 22.*
- WHARTON, R.A. 1989 Biological control of fruit infesting Tephritidae". *In* CEC/IOBC International Symposium, Rome, 1987. *Fruit Flies of Economic Importance 1987 Proceedings*. Cavalloro, R.; Rotterdam, A.A. Ed. Balkema: 323-332.
- WHARTON, R.A.; OVRUSKI, S.M.; GILSTRAP, F.E. 1998. Neotropical Eucolidae (Cynipoidea) associated with fruit infesting Tephritidae, with new records from Argentina, Bolivia and Costa Rica. *J. Hym. Res.* 7(1):102-115.
- WONG, T.T.Y.; RAMADAN, M.M. 1992. Mass rearing biology of larval parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Opiinae) of tephritid flies (Diptera: Tephritidae) in Hawaii. *In* Advances in insect rearing for research and pest management. Anderson, T.E.; Leppla, N.C. Ed. Westview Press. p. 405-426.
- WONG, T.T.Y.; RAMADAN, M.M.; McINNIS, D.O.; MOCHIZUKI, N.; NISHIMOTO, J.I.; HERR, J.C. 1991. Augmentative releases of *Diachasmimorpha tryoni* (Hymenoptera: Braconidae) to suppress a mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) population in Kula, Maui, Hawaii. *Biological Control* 1:2-7.
- WONG, T.T.Y.; RAMADAN, M.; HERR, J.C.; McINNIS, D.O. 1992. Suppression of a mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae) population with concurrent parasitoid and sterile fly releases in Kula, Maui, Hawaii. *J. Econ. Entomol.* 85(5):1671-1681.

# Manejo de insectos de importancia forestal en Cuba

Luis L. Vázquez\*  
Juan M. Menéndez\*\*  
René López\*\*\*

**RESUMEN.** En Cuba, tradicionalmente se han estudiado los problemas causados por insectos plagas en los bosques y plantaciones forestales, lo cual ha permitido generar información de las especies más importantes y preparar un inventario de la entomofauna de estos sistemas. Actualmente, el control de los insectos plagas se realiza mediante un enfoque ecológico, que se basa en dos estrategias: a) prácticas silviculturales, con criterio de conservación de la fauna benéfica y b) utilización de plaguicidas biológicos y entomófagos. La implementación de este tipo de manejo se basa en una red compuesta por siete estaciones experimentales forestales, que desarrollan estudios locales y actividades de extensión, 30 Estaciones Territoriales de Protección de Plantas, que brindan servicio de diagnóstico, monitoreo de plagas en viveros y asistencia técnica para el manejo de plagas, así como 48 centros reproductores de entomófagos y entomopatógenos, que ofrecen productos biológicos para el control de plagas en viveros y plantaciones en desarrollo. No obstante, aún no se ha logrado la generalización de estas estrategias, pero se trabaja arduamente en actividades que permitan lograrlo y en la capacitación de técnicos y silvicultores.

**Palabras clave:** Insectos, Plagas, Forestales, Cuba.

**ABSTRACT. Management of important forest insects in Cuba.** The problems caused by insect pests in forests and tree plantations have traditionally been studied in Cuba. Information about the most important species has been generated and an entomofauna inventory of these systems has been prepared. Currently, control of insect pests is performed with an ecological focus based on two strategies: a) Silvicultural practices with a criterion to conserve beneficial fauna and b) use of biological pesticides and entomophages. Implementation of this type of management is supported by a network of seven forest experimental stations where local studies and extension activities are developed, 30 plant protection stations that provide diagnostic services, pest monitoring in nurseries and technical assistance for the management of pests, as well as 48 centres for the production of entomophages and entomopathogens, offering biological products for the control of pests in nurseries and developing plantations. The generalization of these strategies has not yet been achieved but activities to accomplish this and the training of technicians and silviculturalists is being worked on intensively.

**Key words:** Insects, Pest, Forests, Cuba.

## Introducción

En Cuba, la silvicultura constituye un componente importante para la economía, no sólo como fuente de abastecimiento de madera y otros recursos, sino por su papel en la conservación de la naturaleza, en especial de la biodiversidad y los suelos.

El patrimonio forestal de Cuba es de 2 988 800 ha, lo cual representa el 26,95% de la superficie total del país. La cobertura de los bosques es de 2 321 600 ha

(20,9% del territorio nacional), de las cuales el 83% son bosques naturales y el resto plantaciones (bosques fomentados). Del área total de bosques, el 32,4% son dedicados a la producción y el 67,6% a la protección, especialmente de la flora y la fauna. La mayor superficie silvícola corresponde al pino (46%), eucalipto (10,7%), casuarina (11,5%), caoba (16,8%), majagua (3%) y ocuje (3,6%) entre otras especies (Dirección de Silvicultura 1992).

Recibido: 22/10/99. Aprobado: 26/11/99.

\* Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV), Calle 110 # 514 e/5taB y 5taF, Playa, Ciudad Habana. Cuba. Fax: (537) 240535. Email: inisav@ceniai.inf.cu

\*\* Centro Nacional de Sanidad Vegetal (CNSV). Cuba.

\*\*\* Instituto de Investigaciones Forestales (IIF). Cuba.

Tradicionalmente, la silvicultura ha sido objeto de estudio en Cuba y existen numerosas investigaciones que han sustentado la proyección que la misma ha tenido, tanto en tecnologías de cultivo, como su impacto en el ecosistema (Fors 1967, Hochmut y Manso 1975, Calzadilla *et al.* 1990, Renda *et al.* 1997).

Particularmente, los problemas causados por insectos de importancia forestal han sido ampliamente estudiados y documentados en la literatura (Hochmut y Manso 1975). La importancia de estas plagas es variable y se han estimado pérdidas de hasta 11,7% en algunas plantaciones (Dirección de Silvicultura 1992).

Para el control de insectos plaga se han utilizado métodos químicos, biológicos y silvícolas y actualmente se implementan alternativas que permitan minimizar el uso de plaguicidas sintéticos. El objetivo de este artículo es presentar la situación actual del manejo de insectos plagas y sus enemigos naturales, en el sector forestal de Cuba.

### **Insectos plaga de importancia forestal**

Los insectos que causan daño a las especies forestales de Cuba son muchos; sin embargo, los más importantes son algunas especies de lepidópteros y coleópteros (Cuadro 1).

La plaga más importante en pino es *R. frustrana*, la cual está diseminada en todo el país, afectando viveros y plantaciones de hasta cinco años de edad (Mojena 1998). Las larvas de este insecto construyen galerías en los brotes y yemas que provocan su muerte y favorecen la deformación del árbol por el crecimiento de nuevas yemas en el lugar afectado; además retarda el crecimiento del árbol (Hochmut y Manso 1975).

Otros lepidópteros plaga de importancia en pino son las especies del género *Dioryctria*, particularmente, *D. horneana* que está ampliamente distribuida en todo el país y muestra preferencia por *P. tropicalis*, aunque puede también atacar otras especies. Esta plaga es crónica y puede observarse en cualquier época del año. *D. clarioralis* ha sido informada en el occidente del país y ataca solamente a *P. caribaea* (Hochmut *et al.* 1983).

Las coníferas también son atacadas por escolítidos del género *Ips* (Zorrilla 1985), principalmente los árboles más viejos y los rodales en estado de latizal a fustal, con troncos de 15 cm de diámetro o más, tanto árboles en pie como debilitados por otras causas, taldos o derribados (Hochmut *et al.* 1983).

Las meliáceas son muy susceptibles al ataque de *H. grandella*, que constituye el factor más limitante

para el desarrollo del cedro en Cuba (Manso 1974). El daño más significativo se presenta en los puntos de crecimiento, donde las larvas perforan y construyen galerías longitudinales, provocando el secamiento de los brotes.

### **Control de insectos de importancia forestal**

El control de insectos plaga de importancia forestal en Cuba se basa en dos estrategias principales: 1) prácticas silviculturales, para promover la conservación de los enemigos naturales y 2) utilización de plaguicidas biológicos y entomófagos.

La implementación de este enfoque ecológico en la protección de los bosques y plantaciones forestales se ha apoyado en estudios básicos sobre sistemática y ecología de las principales plagas, lo cual ha permitido determinar las características más importantes de esos insectos y su incidencia en los sistemas forestales.

En varias provincias del país, existen estaciones experimentales forestales (Cuadro 2), que además de validar los métodos de control, desarrollan estudios locales y realizan actividades de extensión como seminarios y capacitaciones. Estas estaciones han tenido un impacto muy positivo en el manejo sanitario de bosques y plantaciones forestales.

El Servicio Estatal de Protección de Plantas también ha estado vinculado a la protección forestal, principalmente a través de los laboratorios provinciales y estaciones territoriales (Cuadro 2), las cuales realizan actividades de diagnóstico, monitoreo y toma de decisiones en manejo de plagas, especialmente en viveros y la recomendación de las medidas de control adecuadas. Las principales tácticas de control de insectos plaga utilizadas en Cuba son presentadas para viveros, plantaciones y bosques naturales.

**Viveros.** El sistema de manejo es intensivo, predominando las medidas sanitarias tales como la eliminación de plántulas infestadas y la deshierba, así como el manejo de la sombra y la humedad, uso de plaguicidas biológicos (Cuadro 3) y aplicación, en casos estrictamente necesarios, de insecticidas sintéticos como diazinón, carbaril, dimetoato y malatión (García 1980, Echeverría *et al.* 1987, Berrios *et al.* 1987, Registro Central de Plaguicidas 1998). La tendencia de producción de plántulas en viveros pequeños también favorece el manejo fitosanitario.

Además existe un sistema nacional que ofrece semilla certificada para garantizar su calidad y sanidad (Vázquez y Rodríguez 1986), aspecto esencial para lograr plántulas vigorosas.

**Cuadro 1.** Insectos plaga de las principales especies forestales en Cuba.

Insectos	Especie forestal	Estructura	Importancia
<i>Anomis illita</i> (Guen) (Lepid: Noctuidae)	<i>Hibiscus</i> spp. (majagua)	Hojas	Viveros y plantaciones de cualquier edad
<i>Apate monachus</i> (F.) (Colep: Bostrichidae)	<i>Swietenia mahagoni</i> (caoba antillana) <i>S. macrophylla</i> <i>Casuarina</i> sp. (Casuarina) <i>Melia azederach</i> (paraíso común)	Tronco y ramas principales	En ocasiones es importante
<i>Atta insularis</i> Guérin (Hymen: Formicidae)	<i>Pinus</i> spp. Latifolias	Agujas, hojas	Plantaciones de cualquier edad
<i>Conchylodes diphteralis</i> Geyer (Lepid.:Pyralidae)	<i>Cordia</i> spp. (varía)	Hojas	Arboles de todas las edades
<i>Dioryctria clarioralis</i> (Walker) (Lepid.:Phycitidae)	<i>P. caribaea</i> (Pino macho)	brotos nuevos bien desarrollados	Principalmente plantaciones con árboles de 2-6 m de altura
<i>Dioryctria homeana</i> (Dyar) (Lepid: Phycitidae)	<i>P. caribaea</i> <i>P. cubensis</i> (pino de Mayarí) <i>P. maestrensis</i> (pino de la Sierra Maestras)	Conos, brotes, ramas y liber de los troncos	Plantaciones a partir de 3 años y árboles viejos
<i>Elaphidion irroratum</i> L. (Col. Cerambycidae)	Latifolias	Madera	Muy dañina
<i>Hyblaea puera</i> (Craen) (Lepid:Hyblaeidae)	<i>Tectona grandis</i> (teca)	Hojas	A veces resulta dañina
<i>Hypsipyla grandella</i> (Zeller) (Lepid: Pyralidae)	<i>Cedrella odorata</i> (cedro) <i>S. mahagoni</i> <i>S. macrophylla</i> (caoba de Honduras) <i>Carapa guianensis</i> (Najesi) <i>Khaya</i> spp.	Frutos y brotes tiernos	Ataca plantaciones a 2 años o más, siendo más dañina en plantaciones de 6 años
<i>Ips calligraphus</i> (Germar) (Coleop: Scolytidae)	<i>Pinus</i> spp.	Liber (debajo de la corteza)	Arboles de cualquier edad
<i>Ips grandicollis</i> (Eichhoff) (Colep: Scolytidae)	<i>Pinus</i> spp.	Liber (debajo de la corteza)	Arboles de cualquier edad
<i>Neodiprion insularis</i> (Cress) (Hymen:Diprionidae)	<i>P. caribaea</i>	Agujas	Rodales en estado de brinzal y latizal
<i>Neodiprion merkei</i> Ross (Hymen:Diprionidae)	<i>P. maestrensis</i>	Agujas	Latizal hasta frustal.
<i>Neotermes</i> <i>Castaneus</i> (Burm.) (Isoptera:Kalotermitidae)	Latifolias	Tronco y ramas principales	Arboles de cualquier edad
<i>Phyllophaga explanicollis</i> (Chap) (Coleop: Scarabaeidae)	<i>P. caribaea</i> <i>P. tropicalis</i> (Pino hembra)	Agujas	Plantaciones de cualquier edad
<i>Rhyacionia frustrana</i> (Comst) (Lepid: Tortricidae)	<i>P. caribaea</i> <i>P. cubensis</i> <i>P. maestrensis</i>	brotos nuevos	Importante en viveros y en plantaciones jóvenes
<i>Spodoptera sunia</i> Guenee (Lepid: Noctuidae)	<i>Pinus caribaea</i> <i>P. tropicalis</i> <i>Casuarina</i> sp. <i>Eucalyptus</i> spp. (eucalipto) <i>Tabebuia</i> spp. (roble) <i>Hibiscus</i> spp.	Agujas (coníferas) Hojas	Importante en viveros
<i>Xyleborus affinis</i> (Eichhoff) (Colep: Scolytidae)	<i>Pinus</i> spp. Polífago (latifolias)	Tronco	Plantaciones de cualquier edad

**Cuadro 2.** Infraestructura técnica de apoyo a la protección forestal en Cuba.

Provincias	Superficie forestal cubierta (Mha)	Estaciones Experimentales Forestales	Estaciones Territoriales Protección Plantas (ETPP) <sup>1</sup>	Centros. Reprod. Entomófagos y Entomopatógenos (CREE) <sup>2</sup>
Pinar del Río	372,1	1	2	3
La Habana	56,9	0	1	2
Ciudad Habana	2,4	0	1	3
Matanzas	307,7	1	2	2
Villa Clara	109,1	1	3	4
Cienfuegos	27,9	0	1	4
S. Spíritus	41,2	1	1	2
C. de Avila	89,4	0	1	2
Camagüey	218,9	1	2	3
Las Tunas	81,6	0	1	2
Holguín	222,1	0	4	5
Granma	132,5	1	5	8
S. de Cuba	65,9	0	3	4
Guantánamo	191,9	1	2	3
I. Juventud	101,5	0	1	1
<b>TOTAL</b>	<b>2021,1</b>	<b>7</b>	<b>30</b>	<b>48</b>

(1) Ubicadas en territorios donde hay zonas forestales

(2) Ofrecen productos biológicos para los viveros y plantaciones jóvenes

En los viveros también se realizan monitoreos periódicos que permiten detectar tempranamente la incidencia de plagas y aplicar las medidas pertinentes, incluyendo la prohibición del trasplante de plántulas infestadas. Este seguimiento de las poblaciones de plagas se realiza cada 7-10 días por técnicos forestales, mediante la inspección y muestreo de las especies forestales. Se cuantifican las plantas afectadas y las poblaciones de las principales plagas y en base a ello se deciden las acciones de control pertinentes. También los especialistas de las Estaciones Territoriales de Protección de Plantas (ETPP) inspeccionan regularmente esas áreas.

Durante muchos años se han utilizado insecticidas sintéticos para el control de plagas en los viveros (García 1980, Hochmut y Manso 1975, Berrio *et al.* 1987) pero la tendencia actual es a minimizar su empleo y sustituirlos por otras alternativas, como los plaguicidas biológicos. A pesar de que existen resultados que demuestran la eficacia de los plaguicidas biológicos, su uso aún no se ha generalizado en el sector forestal.

Sin embargo, en los últimos años en Cuba, el uso de plaguicidas biológicos para el control de plagas agrícolas ha tenido gran auge y existen varios productos obtenidos mediante tecnologías nacionales (Vázquez y Castellanos 1997).

Particularmente, en el combate de plagas forestales se ha demostrado la efectividad de varios entomopatógenos (Cuadro 3). Menéndez *et al.* (1986) obtuvieron resultados satisfactorios con *B. thuringiensis*

para el control de larvas de *R. frustrana* en pino. También Duarte *et al.* (1988 y 1992) determinaron una mortalidad mayor a 70% a los cuatro días y de 90% a los 11 días con *M. anisopliae*, en concentración de  $10^8$  conidios/g, en larvas de *H. grandella* y *R. frustrana* en meliáceas y coníferas, respectivamente.

Para el control de *A. insularis*, se introdujo con éxito un producto a base de *B. bassiana*, que invade el nido y actúa sobre todas las castas del insecto (Trujillo y Pérez 1996).

Existe una experiencia muy positiva en la Gran Piedra, Santiago de Cuba, con la utilización de un plaguicida biológico a base de *B. bassiana* contra *Ips* spp. en pino (Simón *et al.* 1996), que complementado con otras alternativas de manejo como prácticas de saneamiento, permitieron el control de la plaga.

**Cuadro 3.** Plaguicidas biológicos recomendados para el control de plagas forestales en Cuba.

Plaguicida	Plaga	Referencias
<i>Bacillus thuringiensis</i>	<i>Rhyacionia frustrana</i> <i>Spodoptera sunia</i> <i>Anomis illita</i>	Menéndez <i>et al.</i> (1986)
<i>Metarhizium anisopliae</i>	<i>Hypsipyla grandella</i> <i>Rhyacionia frustrana</i>	Duarte <i>et al.</i> (1988, 1992) Mojena (1988)
<i>Beauveria bassiana</i>	<i>Ips</i> spp. <i>Atta insularis</i> <i>Apate monachus</i>	Simón <i>et al.</i> (1996) Trujillo y Pérez (1996) Rodríguez (Com. Personal)*

\* Rodríguez, M. IIF. Ciudad Habana. 1993.

Los plaguicidas biológicos son más recomendables para viveros y plantaciones jóvenes, porque las técnicas de aplicación logran que el producto llegue a todo el follaje de la planta. Estos deben aplicarse temprano en la mañana o en la tarde, cuando las poblaciones son bajas y el producto pueda establecerse y actuar. Se requiere más de una aplicación de estos productos y los intervalos recomendables son de 5-7 días.

En Cuba estos productos están a disposición de los fitoproteccionistas que trabajan en el sector forestal, gracias a los Centros Reproductores de Entomófagos y Entomopatógenos (CREEs) que se encuentran en casi todas las zonas forestales del país (Cuadro 2). En la actualidad se estimula su uso para el control de plagas en los viveros forestales.

**Plantaciones y bosques naturales.** En Cuba, tradicionalmente, no ha sido usual la aplicación de insecticidas sintéticos en los bosques naturales y en plantaciones forestales, debido entre otras razones, a que no se han presentado problemas muy severos de plagas (Hochmut 1984) así como por su efecto negativo en el ecosistema y su biodiversidad.

Las prácticas silviculturales constituyen una de las principales tácticas de control de plagas. Algunas de estas prácticas son:

- **Raleos, aclareos y talas selectivas:** Procuran el mejoramiento de la masa forestal, pues regulan el espaciamiento y mejoran la composición de especies, favoreciendo las más valiosas.
- **Manejo de la fertilización:** Implica especialmente el aprovechamiento de la biomasa (hojas y ramas) obtenida en los raleos y aclareos.
- **Labores de saneamiento:** Las prácticas más usuales son la extracción y quema de árboles y ramas infestadas por plagas. En el campo no se dejan árboles derribados por el viento, tocones altos, árboles talados.

Estos tratamientos son planificados anualmente y en promedio se realizan en 30 000 ha de plantaciones y 10 000 ha de bosques naturales, todo esto es organizado y ejecutado por los técnicos de las unidades de producción, según las características de las áreas y en la época adecuada, lo que complementado con otras alternativas conservacionistas (Cuadro 4), contribuyen a la preservación de los enemigos naturales de las plagas y otros insectos fitófagos que atacan las especies forestales de Cuba (Dirección de Silvicultura 1992).

La conservación de los enemigos naturales de estas plagas, está implícita en el manejo del bosque mediante tácticas silviculturales y eliminación de plaguicidas sintéticos, porque se ha demostrado que se logran mayores beneficios económicos y ecológicos comparado al uso de plaguicidas sintéticos (Simón 1999).

Los insectos plaga de importancia forestal tienen un nivel de regulación natural y existe gran diversidad de entomófagos (Cuadro 5) con una eficiencia que es favorecida por el enfoque conservacionista de las prácticas silviculturales actuales. Por ejemplo, las poblaciones de *R. frustrana* tiene un nivel de regulación natural de alrededor de 10-15% de parasitismo, con valores de hasta 33% (Mojena 1998); el parasitismo es un importante factor en la regulación de las poblaciones de larvas y pupas de *Ethmia* spp. (Valdés 1982); la regulación natural en *H. grandella* alcanza valores de hasta un 67% de parasitismo (Manso 1974).

Un elemento importante que favorece la conservación de los enemigos naturales es que los bosques de Cuba se encuentran en áreas relativamente distantes de las zonas con agricultura intensiva, por tanto la fauna benéfica no es afectada por los insecticidas empleados en esos sistemas.

También es importante destacar el rol de los técnicos y guardabosques, en el control de plagas, porque

**Cuadro 4.** Principales tácticas utilizadas para la conservación de los enemigos naturales de los insectos plagas en bosques y plantaciones forestales.

Tácticas	Area anual (%)	Observaciones
No utilización de plaguicidas sintéticos en bosques	100	Excepto casos excepcionales muy justificados y en tratamientos dirigidos a plantas afectadas.
Limpieza y saneamiento	80	
Raleos y aclareos	20	
Incremento de especies frutales en las áreas forestales	15	El propósito es alcanzar un 5% en los bosques naturales y un 10% de las plantaciones.
Incremento de bosques para la protección de la fauna	10,3	De las áreas protegidas, el propósito es tener 10,3% de bosques para la protección de la fauna en general, que además funcionan como corredores ecológicos.

**Cuadro 5.** Enemigos naturales de las principales plagas forestales en Cuba.

Plaga	Enemigos naturales informados <sup>1</sup>	
	Género y especie	Orden y familia
<i>Cinara carolina</i>	<i>Cycloneda sanguinea</i> L.	Col: Coccinellidae
<i>Conchylodes diptheralis</i>	<i>Apanteles</i> spp.	Hym: Braconidae
	<i>Macrocentrus xanthostigmus</i> (Cress)	Hym: Braconidae
	<i>Tachina</i> sp.	Dip. Tachinidae
	<i>Zelus longipes</i>	Hem. Reduviidae
<i>Dioryctria clarioralis</i>	<i>Elachertus</i> sp.	Hym: Eulophidae
<i>Dioryctria horneana</i>	Especie no identificada	Hym: Ichneumonidae
	<i>Cirrospilus</i> sp.	Hym: Eulophidae
<i>Episinus condensatanus</i>	<i>Goniozuz</i> sp.	Hym: Chalcididae
	<i>Horismenus</i> sp.	Hym: Eulophidae
<i>Hipsipyla grandella</i>	<i>Mesostenus</i> sp.	Hym: Ichneumonidae
	<i>Trichoma</i> sp.	Hym: Ichneumonidae
	<i>Agathis</i> sp.	Hym: Braconidae
	<i>Apantheles</i> sp.	Hym: Braconidae
	<i>Bracon crushmani</i> Muesebeck	Hym: Braconidae
	<i>Eupelmus</i> sp.	Hym: Eupelmidae
	Especie no identificada	Der: Forficulidae
	<i>Icterus dominicensis melanapsis</i> (Wagler)	Ave
	Parásitos no identificadas	Nematoda
	Enfermedad no identificada	Hongo y bacteria entomopatógenos
<i>Hyblaea puera</i>	<i>Brachymeria incerta</i> (Cress)	Hym: Chalcididae
<i>Neodiprion insularis</i>	<i>Diabrachys</i> sp.	Hym: Chalcididae
	<i>Pteromalus</i> sp.	Hym: Chalcididae
	<i>Spathimeigenia</i> sp.	Dip: Trachinidae
	Enfermedad no identificada	Virus entomopatógeno
<i>Rhyacionia frustrana</i>	<i>Elachertus</i> sp.	Hym: Eulophidae
	<i>Habrocytus</i> sp.	Hym: Pteromalidae
	<i>Pteromalus</i> sp.	Hym: Pteromalidae
	<i>Parasierola</i> sp.	Hym: Bethyidae
	<i>Spilochalcis</i> sp.	Hym: Chalcididae
	<i>Spilochalcis side</i> (Walker)	Hym: Chalcididae
	<i>Tetrastichus</i> sp.	Hym: Eulophidae
<i>Lixophaga</i> sp.	Dip: Tachinidae	

1 Fuente: Hochmut y Manso (1975), Manso (1974), Tzankov (1973).

ellos además de realizar actividades para la protección contra incendios y la preservación de la macrofauna silvestre, inspeccionan e informan sobre brotes de plagas permitiendo implementar alternativas de manejo.

Otra alternativa es el control de insectos plaga en el sector forestal, aunque menos utilizada, consiste en el empleo de entomófagos, a pesar de que existen resultados que muestran el potencial de *Trichogramma* para regular poblaciones de lepidópteros

en plantaciones recién establecidas, mediante liberaciones iniciadas en la etapa inicial del cultivo (Mojena 1998). Se ha señalado que *T. pintoi* en liberaciones en plantaciones nuevas logra que los daños en brotes por *R. frustrana* no sean mayores a 10-15% (Mojena 1998).

Todo esto demuestra el potencial de manejo de insectos plaga forestales mediante métodos alternativos al uso de insecticidas sintéticos.

## Literatura citada

- BERRIO, M.C. 1987. Prueba de insecticidas químicos en el control del taladrador de las meliáceas. *Hipsipyla grandella* en viveros. Rev. Forestal Baracoa (Cuba) 17(2):7-17.
- CALZADILLA, E.; JIMENEZ, M. GONZALEZ, A.; MOJENA, B.; SANCHEZ, J.; RENDA, A.; LEYVA, B.; ANCISAR, A.; TORRES, J. 1990. Los sistemas agroforestales en la República de Cuba. Ciudad de La Habana, Cuba. CIDA. 35 p.
- DIRECCION DE SILVICULTURA (CUBA). 1992. Política forestal: Plan Turquino. La Habana, Ministerio de Agricultura. 16 p.
- DUARTE, A.; MENENDEZ, J.M.; FERNANDEZ, A.; MARTINEZ, J. 1992. Utilización del biopreparado *Metarhizium anisopliae* Cepa Niña Bonita en plantaciones de *Pinus caribaea* para el control de *Rhyacionia frustrana*. Rev. Forestal Baracoa (Cuba) 22(2):17-23.
- DUARTE, A.; MENENDEZ, J.M.; LUJAN, M.M. 1988. Susceptibilidad de las larvas de *Hipsipyla grandella* (Lepidoptera: Phycitidae) a biopreparados de *Metarhizium anisopliae* en condiciones de forestal. Revista Forestal Baracoa (Cuba) 18(2):21-29.
- ECHEVARRIA, E.; PI, R.; RODRIGUEZ, B.; LOPEZ, R. 1987. Uso de insecticidas contra *Dioryctria horneana* (Lepidoptera: Phycitidae). Revista Forestal Baracoa 17(2):7-17.
- FORS, A.J. 1967. Manual de silvicultura. La Habana, Cuba. INDAF. 251 p.
- GARCIA, A. 1980. Estudio de los métodos de lucha química y biológica para el control de las principales plagas en plantaciones y viveros forestales. Problema Ramal 04. Ministerio de Agricultura. 51 p.
- HOCHMUT, R.; MANSO, D.M. 1975. Protección contra las plagas forestales en Cuba. La Habana. Instituto Cubano del Ambiente. 290 p.
- HOCHMUT, R. 1984. Protección contra las plagas o insectos forestales. Informe final. La Habana, Centro de Investigación Forestal. 28 p.
- HOCHMUT, R.; VALDES, E.; MELLADO, B.; HERNANDEZ, M.; LABRADA, A. 1983. Guía para la determinación de plagas y enfermedades forestales. La Habana, Editorial Científico-Técnica. 68 p.
- MANSO, D.M. 1974. Observaciones sobre el comportamiento y control de *Hipsipyla grandella* Zeller en Cuba. Rev. Forestal Baracoa (Cuba) 4(3-4):3-52.
- MENENDEZ, J.M.; ECHEVARRIA, E.; GARCIA, A.; BERRIOS, C.; FERNANDEZ, A.; VALDES, H.; RAMOS, R. 1986. Uso de *Bacillus thuringiensis* en el combate de *Rhyacionia frustrana* (Lepidoptera: Plethreutidae). Revista Forestal Baracoa (Cuba) 16(1):\_\_\_\_\_.
- MOJENA, P.A. 1988. Evaluación del impacto de *Rhyacionia frustrana* (Comstock), sobre el crecimiento e incremento de *Pinus caribaea* Morelet en la provincia de Pinar del Río y posibilidades de control. Tesis Dr. Ciencias Forestales. Pinar del Río, Cuba. 100 p.
- REGISTRO CENTRAL DE PLAGUICIDAS. Cuba. 1996. Lista oficial de plaguicidas autorizados. La Habana, Ministerio de la Agricultura. 251 p.
- RENDA, A.; CALZADILLA, E.; JIMENEZ, M.; SANCHEZ, J. 1997. La agroforestería en Cuba. Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Sistemas Agroforestales. FAO. Santiago, Chile. 64 p.
- SIMON, F. 1996. Protección sanitaria integral de las coníferas. In Encuentro Nacional Científico Técnico de Bioplaguicidas (4, 1996, La Habana, Cuba). Memorias. s.p.
- SIMON, F. 1999. Evaluación del impacto ambiental de insecticidas en sistemas agroforestales cafetaleros de montaña. Tesis Dr. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Ciudad de La Habana, Cuba.
- TRUJILLO, Z.; PEREZ, R. 1996. Generalización del uso del insecticida biológico Bibisav 1 para el combate de las bibliaguas (*Atta insularis*) en Cuba. In Encuentro Nac. Científico Técnico de Bioplaguicidas (4, 1996, La Habana, Cuba). Memorias. s.p.
- TZANKOV, G. 1997. Contribución al conocimiento de *Conchyloides diptheralis* (Geyer), importante plaga forestal de la provincia de Oriente. Universidad de Oriente. 7 p.
- VALDES, E. 1982. Observaciones sobre los defoliadores de la baria (*Cordia gerascanthus*) del género *Ethmia*. Revista Forestal Baracoa 12(1):55-73.
- VAZQUEZ, L.L.; CASTELLANOS, J.A. 1997. Desarrollo del control biológico de plagas en la agricultura cubana. AgroEnfoque (Perú) no 91:14-15.
- VAZQUEZ, L.L.; RODRIGUEZ PEREZ, M. 1986. Notas sobre los insectos que atacan a las semillas forestales en Cuba. Revista Centro Agrícola (Cuba) 13(4):23-30.
- ZORRILLA, M.A. 1985. Especies cubanas del género *Ips* (Coleoptera: Scolytidae). Revista Forestal Baracoa (Cuba) 15(2):19-36.

# Determinación de las fuentes de inóculo del moteado amarillo del tomate (ToYMoV), en Guayabo, Costa Rica\*

Juan Jovel\*\*

Pilar Ramírez\*\*\*

Bernal E. Valverde\*\*\*\*

Luko Hilje\*\*\*\*\*

**RESUMEN.** En Guayabo de Turrialba, Costa Rica, se recolectaron malezas asociadas con plantaciones de tomate y otros cultivos hospedantes de *Bemisia tabaci*, para determinar si eran hospedantes secundarios del ToYMoV. La recolección abarcó 21 campos, y se realizó quincenalmente, durante 10 meses. Además, en el invernadero se inocularon plantas de chile dulce (*Capsicum annuum*) y vainica (*Phaseolus vulgaris*), así como tres especies de malezas (*Spananthe paniculata*, Apiaceae; *Hemidiodia* sp., Rubiaceae; y *Spermacoce latifolia*, Rubiaceae). Todas las muestras se analizaron mediante hibridación molecular, con sondas específicas, tanto frías como radioactivas, siguiendo protocolos específicos. El ToYMoV solo se detectó en tomate, y no así en ninguna de las otras 18 especies de plantas (silvestres o cultivadas) muestreadas en el campo, ni tampoco en las cinco especies inoculadas en el invernadero.

**Palabras claves:** Geminivirus, ToYMoV, *Bemisia tabaci*, Tomate, Hospedantes secundarios, Costa Rica.

**ABSTRACT.** Determination of the sources of tomato yellow mottle (ToYMoV), in Guayabo, Costa Rica. In Guayabo Turrialba, Costa Rica, weeds associated with commercial tomato plots and other host crops of *Bemisia tabaci* were collected to determine if they were secondary hosts of ToYMoV. Sampling included 21 fields and was conducted biweekly, during 10 months. In addition, plants of bell pepper (*Capsicum annuum*), snap beans (*Phaseolus vulgaris*) and three species of weeds (*Spananthe paniculata*, Apiaceae; *Hemidiodia* sp., Rubiaceae; and *Spermacoce latifolia*, Rubiaceae) were inoculated in the greenhouse. All the samples were analyzed by means of molecular hybridization, using specific probes. Radioactive and non-radioactive methods were employed according to specific protocols. The ToYMoV was detected only in tomato and was not detected in any of the 18 species of plants (wild or cultivated) collected in the field, nor in the five species inoculated in the greenhouse.

Key words: Geminiviruses, ToYMoV, *Bemisia tabaci*, Tomato, Secondary hosts, Costa Rica.

## Introducción

En el continente americano, las dificultades para el manejo del complejo *Bemisia tabaci*-geminivirus, obedecen en parte a la gran plasticidad genética en ambos. Por ejemplo, en América Central y el Caribe existen al menos cinco biotipos de *B. tabaci* (Brown *et al.* 1995a, b) y en todo el continente hay 17 geminivirus asociados con el cultivo del tomate (Polston y Ander-

son 1997). En Costa Rica, el tomate es afectado por el biotipo C (Brown *et al.* 1995b) que se asocia con el geminivirus ToYMoV, causante del mosaico amarillo del tomate (Polston y Anderson 1997).

La biología y ecología del biotipo C ha sido poco estudiada, pero se sabe que tiene al menos 46 hospedantes (Arias y Hilje 1993, Rivas *et al.* 1995), tanto cultivados como silvestres, y que su reproducción en el to-

Recibido: 23/03/99. Aprobado: 26/11/99.

\* Parte de la tesis de Mag. Sc. del primer autor.

\*\* Escuela de Agroecología, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN-León, Nicaragua.

\*\*\* Centro de Investigaciones en Biología Celular y Molecular, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

\*\*\*\* CATIE, Turrialba, Costa Rica. Dirección actual: The Royal Veterinary and Agricultural University, Thorvaldsensvej 40, DK-1871 Frederiksberg C, Copenhagen, Denmark. E-mail: bev@kvl.dk.

\*\*\*\*\* CATIE, Turrialba, Costa Rica.

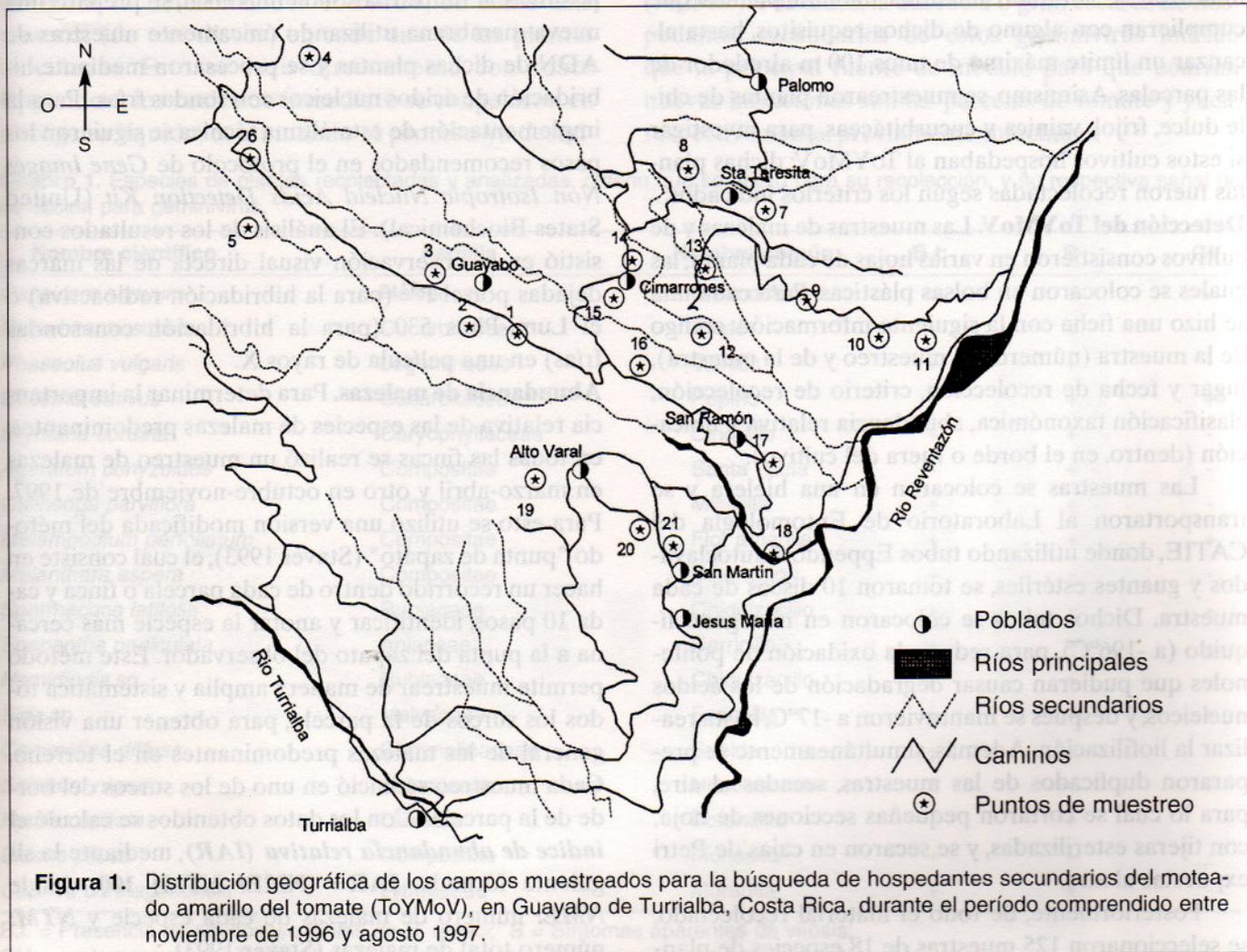
mate es casi nula (Hilje *et al.* 1993). La producción hortícola en Costa Rica por lo general se basa en muchas fincas pequeñas y medianas que configuran "mosaicos" de producción donde comúnmente se siembran tomate, vainica (*Phaseolus vulgaris*), chile dulce (*Capsicum annum*) y algunas cucurbitáceas, con gran variedad de esquemas espaciales y temporales (Hilje 1996). Todos estos cultivos son hospedantes del biotipo C, pero destaca el chile dulce, en el que el insecto se reproduce masivamente (Hilje *et al.* 1993). Además, bajo gran presión de inóculo, el ToYMoV se puede reproducir en la vainica (Pilar Ramírez, obs. pers.). Hasta ahora, el ToYMoV no se ha detectado en plantas silvestres.

Dentro de un enfoque de sistemas de cultivos, es importante conocer las interacciones entre el vector, los geminivirus y sus hospedantes cultivados (en una misma finca o fincas vecinas) y silvestres, por lo que el objetivo de esta investigación fue determinar si el ToYMoV tenía hospedantes secundarios, silvestres o cultivados, en Guayabo de Turrialba, Costa Rica. La

identificación de estos hospedantes secundarios podría fundamentar el diseño de esquemas espaciales y temporales de siembra de las hortalizas más frecuentes en dicha zona, y también permitiría valorar la necesidad real de controlar malezas en los alrededores de los campos de tomate.

### Materiales y métodos

**Ubicación.** La investigación se realizó en 21 fincas, en Guayabo de Turrialba, en la vertiente Caribe de Costa Rica, dentro de la zona de vida de bosque lluvioso premontano (Tosi 1969). Las fincas se ubican entre las siguientes coordenadas geográficas: 09° 56' 12" y 09° 59' 41" N; 83° 37' 26" y 83°, 42' 20" O; y 750-1190 msnm. Los valores anuales promedio de las variables climáticas son 21°C, 2762 mm y 87% HR. Para todos los campos donde se realizaron los muestreos se registraron las coordenadas mediante un sistema de posicionamiento global (GPS 12XL, Garmin Ltd., Reino Unido) para ubicar geográficamente dichos puntos (Fig. 1).



**Figura 1.** Distribución geográfica de los campos muestreados para la búsqueda de hospedantes secundarios del moteado amarillo del tomate (ToYMoV), en Guayabo de Turrialba, Costa Rica, durante el período comprendido entre noviembre de 1996 y agosto 1997.

**Muestreo de plantas.** Se efectuó en forma quincenal, durante 10 meses (noviembre 1996-agosto 1997), en 21 fincas. En cada una de las fechas de muestreo se cubría la mitad de las fincas en estudio, por lo que se realizaron aproximadamente 210 muestreos de malezas. El muestreo se hizo en parcelas de tomate y chile dulce en desarrollo, así como en campos en descanso de tomate, chile dulce, vainica, frijol y cucurbitáceas que estaban cerca de aquellas parcelas. Para la búsqueda de los posibles hospedantes silvestres del ToYMoV se utilizaron uno o más de los siguientes criterios: presencia de ninfas o adultos de *B. tabaci*, y síntomas aparentes de virosis (clorosis, corrugamiento de los brotes terminales y reducción del crecimiento) (Rivas *et al.* 1995). La identificación del insecto se basó en las ninfas del cuarto instar, utilizando una clave de campo (Caballero 1994).

El muestreo se realizó dentro de las parcelas, así como en sus alrededores, en un radio definido por la presencia de los criterios de recolección; es decir, el muestreo se continuó mientras hubiera plantas que cumplieran con alguno de dichos requisitos, hasta alcanzar un límite máximo de unos 100 m alrededor de las parcelas. Asimismo, se muestrearon plantas de chile dulce, frijol, vainica y cucurbitáceas, para investigar si estos cultivos hospedaban al ToYMoV; dichas plantas fueron recolectadas según los criterios indicados.

**Detección del ToYMoV.** Las muestras de malezas y de cultivos consistieron en varias hojas de cada planta, las cuales se colocaron en bolsas plásticas. Para cada una se hizo una ficha con la siguiente información: código de la muestra (número del muestreo y de la muestra), lugar y fecha de recolección, criterio de recolección, clasificación taxonómica, abundancia relativa y ubicación (dentro, en el borde o fuera del cultivo).

Las muestras se colocaron en una hielera y se transportaron al Laboratorio de Entomología del CATIE, donde utilizando tubos Eppendorf autoclavados y guantes estériles, se tomaron 10 discos de cada muestra. Dichos tubos se colocaron en nitrógeno líquido (a  $-196^{\circ}\text{C}$ ), para reducir la oxidación de polifenoles que pudieran causar degradación de los ácidos nucleicos, y después se mantuvieron a  $-17^{\circ}\text{C}$ , hasta realizar la liofilización. Además, simultáneamente se prepararon duplicados de las muestras, secadas al aire, para lo cual se cortaron pequeñas secciones de hoja, con tijeras esterilizadas, y se secaron en cajas de Petri expuestas al aire.

Posteriormente, de todo el material recolectado, se seleccionaron 125 muestras de 18 especies de plan-

tas, las cuales presentaban el menor grado de oxidación aparente. Las muestras se trasladaron al laboratorio del Centro de Investigación en Biología Celular y Molecular (CIBCM), en la Universidad de Costa Rica, donde se realizó el análisis de detección de geminivirus a través de las técnicas de hibridación de ácidos nucleicos, utilizando sondas radioactivas y frías (Ramírez y Rivera-Bustamante 1996).

Inicialmente, se prepararon las membranas para hibridación colocando el ADN total de cada una de las muestras seleccionadas y además incluyendo un control positivo (tejido liofilizado de plantas de tomate a partir del cual se logró amplificar el ToYMoV mediante la técnica de PCR) y un control negativo (tejido liofilizado de plántulas de tomate obtenidas de cultivo *in vitro*). Las muestras se fijaron mediante la exposición a rayos ultravioleta.

Para el caso de la hibridación radioactiva, se utilizó una sonda universal y otra específica, ambas marcadas con  $\text{P}^{32}$ . Dado que algunas muestras resultaron positivas al utilizar la sonda universal, se preparó una nueva membrana utilizando únicamente muestras de ADN de dichas plantas y se procesaron mediante hibridación de ácidos nucleicos con sondas frías. Para la implementación de esta última técnica se siguieron los pasos recomendados en el protocolo de *Gene Images Non Isotropic Nucleid Acids Detection Kit* (United States Biochemical). El análisis de los resultados consistió en la observación visual directa de las marcas dejadas por el  $\text{P}^{32}$  (para la hibridación radioactiva) o el Lumi-Phos 530 (para la hibridación con sondas frías) en una película de rayos X.

**Abundancia de malezas.** Para determinar la importancia relativa de las especies de malezas predominantes, en todas las fincas se realizó un muestreo de malezas en marzo-abril y otro en octubre-noviembre de 1997. Para esto se utilizó una versión modificada del método "punta de zapato" (Staver 1993), el cual consiste en hacer un recorrido dentro de cada parcela o finca y cada 10 pasos, identificar y anotar la especie más cercana a la punta del zapato del observador. Este método permite muestrear de manera amplia y sistemática todos los surcos de la parcela, para obtener una visión general de las malezas predominantes en el terreno. Cada muestreo se inició en uno de los surcos del borde de la parcela. Con los datos obtenidos se calculó el **índice de abundancia relativa (IAR)**, mediante la siguiente fórmula:  $\text{IAR} = (\text{NME} / \text{NTM}) \cdot 100$ , donde **NME**: número de malezas de cada especie y **NTM**: número total de malezas (Staver 1993).

**Inoculación de plantas.** Para complementar la investigación de campo, se efectuaron inoculaciones en el invernadero en cultivos comunes de la zona de estudio (chile dulce y vainica), así como en las malezas que con mayor frecuencia satisfacían los criterios de recolección en el campo (*Spananthe paniculata*, Apiaceae; *Hemidiodia* sp., Rubiaceae; y *Spermacoce latifolia*, Rubiaceae). Los experimentos se realizaron en el CATIE, dentro de un invernadero hermético, completamente cubierto con malla fina (Tildenet IN50). Consistieron en tomar tres plantas de cada especie, las cuales fueron inoculadas mediante su exposición a adultos de *B. tabaci* virulíferos, provenientes de las colonias mantenidas en tomate, en un invernadero contiguo. Dichos adultos se colocaron en grupos de 10, dentro de microjaulas foliares (Serra 1996), las cuales se adhirieron por 24 h a plantas de tomate enfermas. Las microjaulas se sujetaron individualmente en las plantas de las diferentes especies, y permanecieron adheridas durante 10 días, o hasta que los adultos murieran.

Para la detección del ToYMoV, se tomó una muestra (de tres discos) en cada una de las plantas inoculadas. Esto se hizo directamente con tubos Eppendorf, los cuales de inmediato se congelaron en nitrógeno líquido, continuando el proceso ya descri-

to, que incluyó la duplicación de muestras secadas al aire.

## Resultados y discusión

El ToYMoV no se detectó en ninguna de las 18 especies de plantas (silvestres o cultivadas) muestreadas en el campo (Cuadro 1), ni tampoco en las cinco especies inoculadas en el invernadero, lo cual indica que las malezas estudiadas no son un reservorio de dicho geminivirus, ni tampoco el chile dulce y la vainica. El mayor atributo del presente estudio fue la amplitud del muestreo realizado, tanto en el espacio (21 campos) como en el tiempo (10 meses); dicha amplitud permitió obtener muestras de los cultivos que se siembran en las estaciones seca y lluviosa, así como de malezas anuales que aparecen en determinadas épocas.

En Florida, Polston *et al.* (1996) documentaron una situación análoga para el virus del moteado del tomate (TMoV), así como lo hicieron Fargette *et al.* (1990) en Africa para el mosaico africano de la yuca (ACMV). Por tanto, la ausencia o gran escasez de hospedantes secundarios de estos geminivirus indican que la principal fuente de inóculo para que ocurran nuevas infecciones son las parcelas de tomate y yuca, respectivamente, previamente infectadas.

**Cuadro 1.** Especies de plantas recolectadas y analizadas, criterio que se utilizó para su recolección, y su respectiva señal de detección para geminivirus.

Nombre científico	Familia	Nombre común	B.t.	S	GV
<i>Capsicum annuum</i>	Malvaceae	Chile dulce	+	+	-
<i>Cucurbita moschata</i>	Cucurbitaceae	Ayote	+	+	-
<i>Phaseolus vulgaris</i>	Leguminosae	Vainica	+	+	-
<i>Cucumis sativus</i>	Cucurbitaceae	Pepino	+	+	+
<i>Drymaria cordata</i>	Caryophyllaceae	Cinquillo	+	+	-
<i>Ageratum conyzoides</i>	Compositae	Santa Lucía	-	+	-
<i>Galinsoga parviflora</i>	Compositae	Mielcilla	+	+	-
<i>Melampodium perfoliatum</i>	Compositae	Flor amarilla	+	+	+
<i>Melanthera aspera</i>	Compositae	Botoncillo	+	-	-
<i>Spermacoce latifolia</i>	Rubiaceae	Chiquizacillo	+	-	-
<i>Spananthe paniculata</i>	Apiaceae	Carricillo	+	+	-
<i>Hemidiodia</i> sp.	Rubiaceae	Chiquizacillo	+	+	-
<i>Sida</i> sp.	Malvaceae	Escobilla	+	+	+
<i>Commelina diffusa</i>	Commelinaceae	Suelda	+	-	-
<i>Solanum nigrum</i>	Solanaceae	Hierba mora	+	+	+
<i>Hyptis capitata</i>	Labiatae	Botoncillo	-	+	-
<i>Bidens pilosa</i>	Compositae	Muriseco	+	+	-
<i>Cuphea carthagenensis</i>	Lythraceae	Moradita	+	+	-

B.t. = Presencia de adultos y/o ninfas de *B. tabaci*; S = Síntomas aparentes de virosis;

GV = ++ (presencia del ToYMoV), + (presencia de otro geminivirus), - (sin geminivirus).

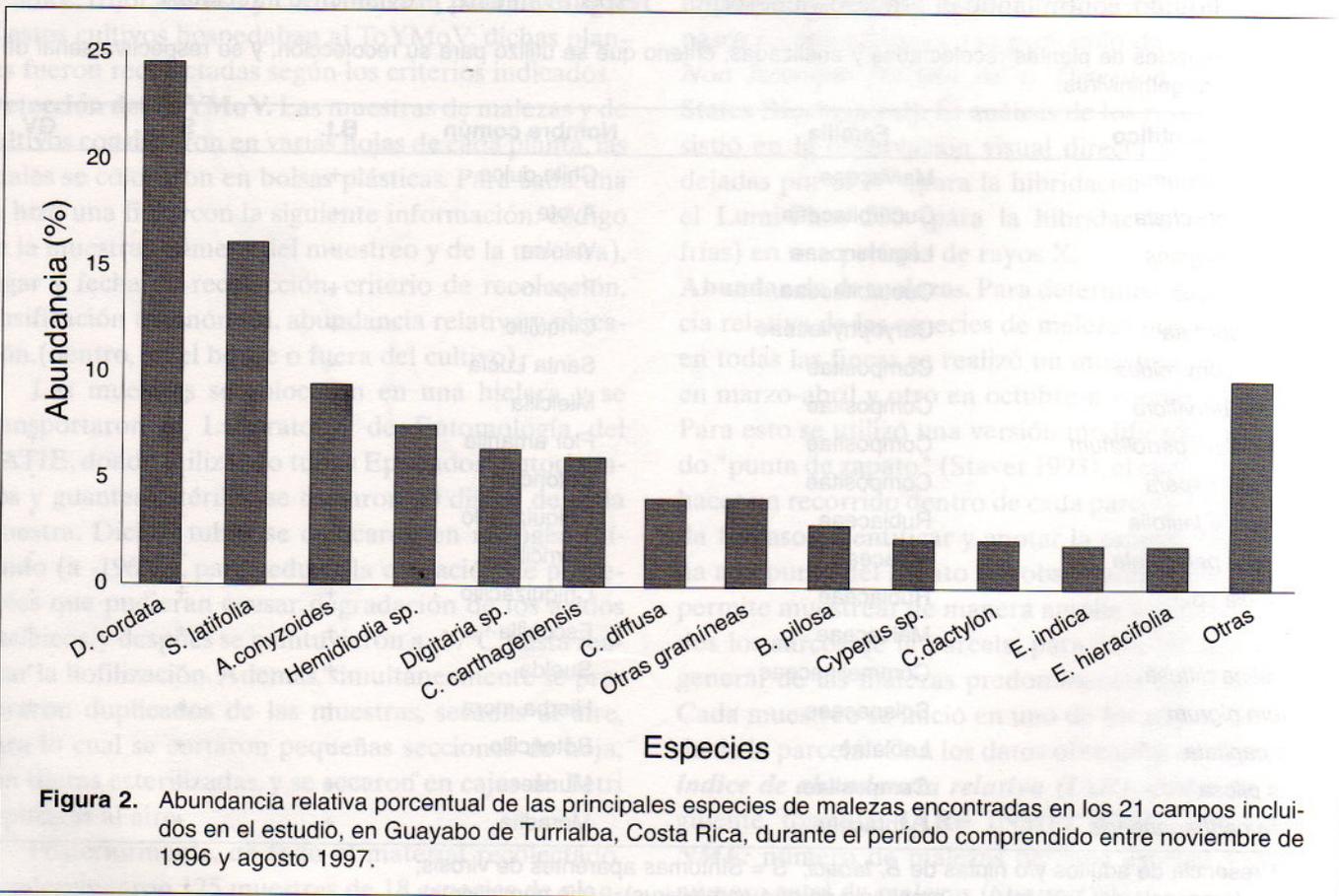
En el caso del ToYMoV en Guayabo, el hecho de no haber encontrado hospedantes silvestres o cultivados, aparte del tomate, implica que su fuente de inóculo son las parcelas de tomate de mayor edad. En dicha región es frecuente que en las parcelas de tomate se alcancen niveles de infestación del 100%, aún con densidades muy bajas del vector (Cubillo *et al.* 1999a). Aunque las nuevas parcelas de tomate son pequeñas, generalmente menores a 0,5 ha, y se establecen en medio de cafetales o cañaverales, es evidente que el vector tiene la capacidad de localizarlas. Si bien los adultos de *B. tabaci* no son buenos voladores (Blackmer y Byrne 1993), pueden realizar desplazamientos lejanos, de hasta 7 km desde su punto de origen (Cohen y Ben Joseph 1986), para lo cual dependen de corrientes de viento, a grandes alturas (Byrne y von Bretzel 1987).

La información acerca de la diseminación del ToYMoV dentro de las parcelas de dicho cultivo, sustenta indirectamente el principal hallazgo de esta investigación. Su patrón de diseminación hacia plantas sanas depende de la distancia con respecto a plantas infectadas previamente, lo cual sugiere que las nuevas infecciones provienen de plantas de tomate viróticas dentro de la misma parcela (Jovel *et al.* 2000a), lo que

a su vez depende de los vuelos de corta distancia que realiza el vector dentro de la parcela (Jovel *et al.* 2000b).

Aunque la vegetación silvestre circundante a parcelas de tomate, chile dulce y vainica no alberga ToYMoV, por su función como hospedantes del insecto podrían ser importantes en la dinámica poblacional de *B. tabaci*, e indirectamente en la epidemiología de la enfermedad. En 12 de las 14 plantas silvestres muestreadas se hallaron ninfas o adultos del insecto (Cuadro 1), y ellas fueron más frecuentes en *Drymarcordata*, *Spermacoce latifolia* y *Hemidiodia* sp., en orden descendente. No obstante, sus números fueron bajos, en ningún caso superiores a cinco insectos por planta. Además, estas tres especies figuraron entre las cuatro malezas más abundantes (Fig. 2). La mayoría de estas malezas han sido informadas como hospedantes de *B. tabaci* en Costa Rica (Arias y Hilje 1999, Rivas *et al.* 1995) y Nicaragua (Guharay 1994).

Una situación llamativa fue que en tres especies de malezas (*Melampodium perfoliatum*, *Solanum nigrum* y *Sida rhombifolia*), así como en el pepino, se detectaron geminivirus diferentes del ToYMoV (Cuadro 1), lo cual se hizo mediante una sonda universal



No obstante, las tres especies de malezas aparecieron en baja abundancia, por lo que se consolidaron con otras especies dentro de la categoría "Otras", (Fig. 2). Rivas *et al.* (1995), utilizando una metodología similar a la de esta investigación, también detectaron geminivirus diferentes del ToYMoV en *Browallia americana*, *Lantana sp.*, *Richardia scabra* y una maleza no identificada, las cuales, aunque portaban los geminivirus, permanecieron asintomáticas. Zamora (1996) encontró que las malváceas *Sida rhombifolia* y *S. acuta* son reservorios del geminivirus del mosaico dorado del frijol (BDMV) en Nicaragua.

Aunque en las muestras del campo no se detectó el ToYMoV, en el chile dulce, al inocularse esta especie en el invernadero, se encontró un geminivirus diferente, mediante una sonda universal (el resultado de la hibridación fue negativo al analizar las muestras con una sonda específica para el ToYMoV). Esto no es inusitado, pues es frecuente hallar diferentes geminivirus dentro de un mismo hospedante (Pilar Ramírez, obs. pers.). Es decir, es posible que en las plantas de tomate mantenidas en el invernadero para criar a *B. tabaci*, en el CATIE, coexistan al menos dos geminivirus, y que la replicación de aquel diferente al ToYMoV haya sido predominante en el tejido de esta planta.

El hecho de que en las plantas de chile dulce y vainica inoculadas en el invernadero se hallaran ninfas de *B. tabaci*, dos semanas después de la inoculación, confirma la habilidad del insecto para reproducirse en ambas especies. En el campo, en Guayabo, por lo general las poblaciones de *B. tabaci* son muy bajas en vainica, pero muy altas en el chile dulce (Luko Hilje, obs. pers.). Por tanto, las plantaciones de chile dulce posiblemente son muy importantes en la dinámica

## Literatura citada

- ALVAREZ, P.; ABUD-ANTUN, A. 1995. Reporte de República Dominicana. In Memoria IV Taller Latinoamericano sobre Moscas Bancas y Geminivirus (4, 1995, Honduras). R. Caballero y A. Pitty (eds.). Ceiba (Honduras) 36(1):39-47.
- ARIAS, R.; HILJE, L. 1993a. Actividad diaria de los adultos de *Bemisia tabaci* (Gennadius) en el tomate y hospedantes alternos del insecto. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) no.28:20-25.
- BLACKMER, J.L.; BYRNE, D.N. 1993. Flight of *Bemisia tabaci* in a vertical flight chamber: Effect of time of day, sex, age and host quality. Physiological Entomology 18:223-232.
- BROWN, J.K.; FROHLICH, D.R.; ROSELL, R.C. 1995a. The sweetpotato or silverleaf whitefly: Biotypes of *Bemisia tabaci* or a species complex?. Annual Review of Entomology 40:511-534.

poblacional del insecto, como fuentes de adultos, los cuales podrían colonizar parcelas de tomate y actuar ahí como vectores del ToYMoV.

Aunque estudios de mayor profundidad son aún requeridos, desde el punto de vista práctico, los resultados de esta investigación sugieren que los agricultores de Guayabo deben concentrar sus esfuerzos principalmente en la destrucción de rastros de tomate, pues la ausencia de hospedantes secundarios en este estudio evidencia la importancia de dichas parcelas senescentes en la diseminación espacio-temporal de esta enfermedad (Jovel *et al.* 2000a). Esto debería complementarse con prácticas preventivas, que impidan o retarden la inoculación temprana de las plántulas de tomate; las dos prácticas más eficaces, ya evaluadas en dicha zona, son los semilleros protegidos con malla fina (Cubillo *et al.* 1999b) y las coberturas al suelo (Cubillo *et al.* 1999a). Asimismo, debería estudiarse con mayor profundidad el papel de las plantaciones de chile como fuentes de adultos de *B. tabaci* y su relación con la epidemias virales en tomate, para determinar si tendría sentido establecer períodos definidos para la siembra de las hortalizas más frecuentes en la zona, como se ha hecho, por ejemplo, en la República Dominicana (Alvarez y Abud-Antún 1995).

## Agradecimientos

Al Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD), el financiamiento otorgado al primer autor para la realización de esta investigación. A Douglas Cubillo, M.Sc. y Guido Sanabria (CATIE), su apoyo logístico. A Alexis Serrano (CIBCM, UCR), su valioso apoyo en el análisis molecular de las muestras recolectadas en el campo.

- BROWN, J.K.; BEDFORD, I.D.; BIRD, J.; COSTA, H.S.; FROHLICH, D.R.; MARKHAM, P.G. 1995b. Characterization and distribution of esterase electromorphs in the whitefly, *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae). Biochemical Genetics 33:205-213.
- BYRNE, D.N.; VON BRETZEL, P.K. 1987. Similarity in flight activity rhythms in coexisting species of Aleyrodidae, *Bemisia tabaci* (Gennadius) and *Trialeurodes abutilonea* (Haldeman). Entomologia Experimentalis et Applicata 43:215-219.
- CABALLERO, R. 1994. Clave de campo para inmaduros de moscas blancas de Centroamérica (Homoptera: Aleyrodidae). Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 4 p.

- COHEN, S.; BEN JOSEPH, R. 1986. Preliminary studies of the distribution of whiteflies (*Bemisia tabaci*), using fluorescent dust to mark insects. *Phytoparasitica* 14: 152-153.
- CUBILLO, D.; SANABRIA, G.; HILJE, L. 1999a. Eficacia de coberturas vivas para el manejo de *Bemisia tabaci* como vector de geminivirus, en tomate. *Manejo Integrado de Plagas* (Costa Rica). 51: 10-20.
- CUBILLO, D.; SANABRIA, G.; HILJE, L. 1999b. Evaluación de recipientes y mallas para el manejo de *Bemisia tabaci* mediante semilleros cubiertos, en tomate. *Manejo Integrado de Plagas* (Costa Rica). 51: 29-35.
- FARGETTE, D.; FAUQUET, C.; GRENIER, E.; TRESH, J. M. 1990. The spread of African cassava mosaic virus into and within cassava fields. *Journal of Phytopathology* 130:289-302.
- GUHARAY, F. 1994. Bioecología de mosca blanca *Bemisia tabaci*: resultados de estudios realizados en Nicaragua. *In* Biología y manejo del complejo mosca blanca-virosis. Memorias III Taller Centroamericano y del Caribe sobre Mosca Blanca. M. de Mata, D. Dardón y V.E. Salguero (eds.). Antigua, Guatemala. p.73-82.
- HILJE, L. 1996. Introducción. *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. vi-xv.
- HILJE, L.; CUBILLO, D.; SEGURA, L. 1993. Observaciones ecológicas sobre la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) en Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas* (Costa Rica) 30:24-29.
- JOVEL, J.; KLEINN, C.; RAMIREZ, P.; HILJE, L. 2000a. Diseminación local del moteado amarillo (ToYMoV) en parcelas de tomate, en Turrialba, Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas* (Costa Rica). (En revisión).
- JOVEL, J.; HILJE, L.; KLEINN, C.; CARTÍN, V.; VALVERDE, B. E. 2000b. Movimientos diarios de *Bemisia tabaci* en parcelas de tomate, en Turrialba, Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas* (Costa Rica). (En revisión).
- POLSTON, J.E.; ANDERSON, P.K. 1997. The emergence of whitefly-transmitted geminiviruses in tomato in the Western Hemisphere. *Plant Disease* 81(12):1358-1369.
- POLSTON, J.E.; CHELLEMI, D.O.; SCHUSTER, D.J.; Mc GOVERN, R.J.; STANSLY, P.A. 1996. Spatial and temporal dynamics of tomato mottle geminivirus and *Bemisia tabaci* (Genn.) in Florida tomato fields. *Plant Disease* 80:1022-1028.
- RAMIREZ, P.; RIVERA-BUSTAMANTE, R. 1996. Identificación de geminivirus. *In* Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus. L. Hilje. (ed.). CATIE. Turrialba, Costa Rica. Serie Materiales de Enseñanza N° 37. p. 30-41.
- RIVAS, G.G.; RAMIREZ, P.; CUBILLO, D.; HILJE, L. 1995. Detección de virus en plantas silvestres asociadas con el tomate y el chile dulce en Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas* (Costa Rica) no.38:37-39.
- SERRA, C. 1996. Muestreo 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 N° 37. p. 22-29.
- STAVAR, C. 1993. Monitoreo de malezas en café para productores: métodos sobre composición botánica y altura/cobertura. *In* Simposio de Caficultura Latinoamericana /16. 1993, Managua, Nicaragua) Resúmenes. p. 69-70.
- TOSI, J.A. 1969. Mapa ecológico de la República de Costa Rica, según la clasificación de zonas de vida del mundo de L.R. Holdridge. San José, Costa Rica, Centro Científico Tropical.
- ZAMORA, M. E. 1996. Identificación de plantas silvestres como reservorios de los virus del mosaico dorado del frijol (BGMV) y del mosaico enano del frijol (BDMV), en el valle de Pueblo Nuevo, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 81 p.

# Avaliação de produtos não convencionais para o controle de *Tuta absoluta* em tomate

Marcelo Picanço\*  
Angelo Pallini Filho\*  
Germano L.D. Leite\*  
André L. Matioli\*

**RESUMEN.** Se evaluó el efecto del compuesto foliar Super Magro (SM), Caldo Viçosa (CV), extracto de eucalipto (EE) y *Bacillus thuringiensis* (Bt) sobre la intensidad de ataque de *Tuta* (= *Scrobipalpuloides*) *absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) en tomate. Los tratamientos SM + CV, SM + CV + EE y SM + CV + Bt presentaron los menores porcentajes de hojas minadas por *T. absoluta* (32, 29 y 29%, respectivamente), ápices (parte superior de la rama) muertos (3% en todos los casos) y frutos perforados por *T. absoluta* (10, 9 y 6 respectivamente) que el testigo (58, 7 y 21%, respectivamente). El tratamiento CM + CV + Bt presentó menor porcentaje de ápices perforados por *T. absoluta* (30%) que el testigo (50%).

**Palabras clave:** *Tuta absoluta*, Insectos, Tomate, Compuestos foliares, Extractos botánicos, *Bacillus thuringiensis*, Agricultura ecológica.

**ABSTRACT. Evaluation of non conventional products for the control of *Tuta absoluta* in tomato.** The effect of a leaf compound "Super Magro" (SM), Vicoso Solution (SV), eucalyptus extract (EE) and *Bacillus thuringiensis* (Bt) on the intensity of *Tuta* (= *Scrobipalpuloides*) *absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) attack on tomato plants was evaluated. Treatments SM + CV; SM + CV + EE and SM + CV + Bt showed lower percentages of leaves mined by *T. absoluta* (32, 29 and 29%, respectively), dead apices (branch tips) (3, 3 and 3 %, respectively) and attacked fruits by *T. absoluta* (10, 9 and 6 , respectively) than the control (58, 7 and 21 %, respectively). The treatment with SM + CV + Bt showed a lower percentage of attacked apices (30%) than in the control (50%).

**Key words:** *Tuta absoluta*, Insects, Tomatoes, Leaf compound, Botanic extract, *Bacillus thuringiensis*, Alternative agriculture.

## Introdução

Dentre os insetos que atacam o tomateiro (*Lycopersicon esculentum*), destaca-se como praga-chave a traça *Tuta* (= *Scrobipalpuloides*) *absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Seu controle é realizado pelo uso de inseticidas, exigindo até três pulverizações por semana, ocasionando a seleção de populações resistentes, eliminando populações de inimigos naturais, intoxicações de aplicadores e contaminação do meio ambiente (Guedes *et al.* 1994; Picanço *et al.* 1996). Esse problema pode ser contornado pela adoção de manejo integrado de pragas (MIP). Na Colômbia, após a adoção do MIP, este inseto

passou de praga-chave para praga secundária (Lange e Bronson 1981). No Brasil, fato similar tem sido verificado em São Paulo e outros estados após a implantação desse sistema (Gravena 1991).

Uma das inovações no MIP-tomateiro foi a introdução do uso do *Bacillus thuringiensis*. As vantagens desse controle microbiológico é a redução da possibilidade de desenvolvimento de resistência de populações de pragas a inseticidas organossintéticos e menor potencial de dano ao meio ambiente e à saúde humana (Trumble *et al.* 1994). Produtores de tomate da região de Caratinga (Minas Gerais, Brasil) têm relatado que o uso de extrato de eucalipto tem ocasionado repelência à *T. absoluta*. Bruna (1985) estudando serapilheira de eucalipto, observou toxicidade sobre bactérias do solo.

Recibido: 04/11/97. Aprobado: 26/11/99.

\* Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal de Viçosa, 36571-000, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. EMail: picanco@mail.ufv.br

Tomateiros ligados ao Centro de Tecnologias Alternativas (CTA) da Zona da Mata Mineira (Viçosa, Minas Gerais, Brasil) têm verificado que o uso do composto foliar Super Magro, promovido pelo CTA, tem reduzido as populações de pragas nessa cultura. Outra prática adotada por produtores é a utilização da calda Viçosa para o combate de doenças fúngicas, tendo sido observado efeito inseticida sobre o bicho-mineiro-do-cafeeiro *Perileucoptera coffeella* (Guérin-Ménéville) (Lepidoptera: Lyonetiidae) (Cruz Filho e Chaves 1985).

Este trabalho objetivou o estudo do possível efeito inseticida sobre a *T. absoluta* na cultura do tomateiro do composto foliar natural denominado Super Magro utilizados pelos agricultores da Zona da Mata Mineira, acrescido de outras táticas utilizadas por estes como o fungicida Calda Viçosa, o extrato de eucalipto e do *B. thuringiensis*, conjugados com este composto foliar.

## Material e métodos

Esta pesquisa foi conduzida no Centro de Tecnologias Alternativas, em Viçosa (Minas Gerais), de junho a setembro de 1993. Nos tratamentos utilizou-se a Calda Viçosa (CV), preparada conforme Cruz Filho e Chaves (1985), extrato de eucalipto, *B. thuringiensis* (formulação oleosa com 8 g de ingrediente ativo/L do produto comercial) e o composto foliar Super Magro (SM).

Para o preparo do extrato de eucalipto foram utilizados três balões volumétricos (1 L) tampados com rolha de borracha perfuradas para conexão dos balões em série, por meio de tubulação de vidro. As extremidades de entrada desta tubulação ficavam a 0,5 cm do fundo dos balões, enquanto que as de saída ficavam a 1 cm da tampa destes. O primeiro balão estava assentado em manta aquecedora e continha água deionizada, o segundo continha folhas verdes de *Eucalyptus citriodora* e o terceiro estava imerso em banho de gelo. O aquecimento da água no primeiro balão produzia vapor, que era canalizado para o segundo balão, causando cocção das folhas e carregamento do extrato destas, o qual era condensado quando em contato com o fundo do terceiro balão. O rendimento do processo foi cerca de 2% do peso fresco das folhas.

O preparo do composto foliar Super Magro foi realizado em sete semanas, sendo que na 1ª semana adicionou-se 50 kg de esterco de gado em tonel de 200 L e completou-se o volume com água até 100 L. Na 2ª

semana adicionou-se 3 kg de sulfato de zinco, 300 g de sulfato de manganês e mistura proteica (preparada com 1 L de soro de leite, 100 ml de melado, 200 g de calcário, 200 g de farinha de osso, 100 g de fígado moído, 100 g de peixe moído e 100 ml de sangue). Na 3ª semana adicionou-se 2 kg de sulfato de magnésio e mistura proteica. Na 4ª semana adicionou-se 3 kg de bórax e mistura proteica. Na 5ª semana adicionou-se 200 g de sulfato de cobre e mistura proteica. Na 6ª semana adicionou-se 100 g de molibdato de sódio e mistura proteica; e na 7ª semana adicionou-se 50 g de sulfato de cobalto e mistura proteica.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com cinco tratamentos e quatro repetições. A parcela experimental foi constituída por 20 plantas em espaçamento 1,0 x 0,5 m tutoradas verticalmente.

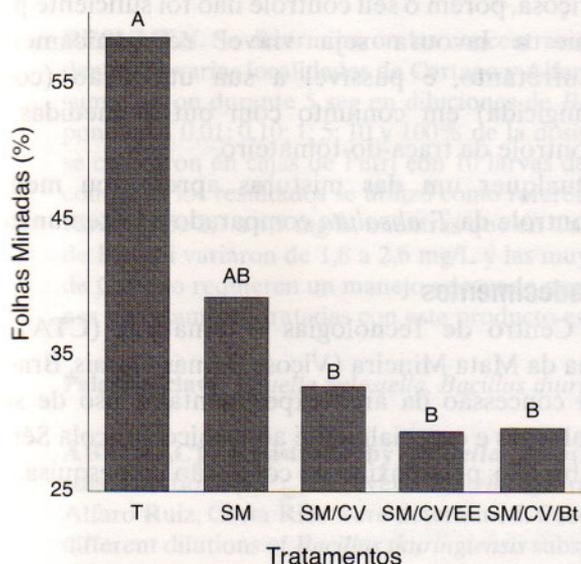
O tratamento 1 foi a testemunha. No tratamento 2 pulverizou-se o SM na dosagem de 7 ml/100 L de calda. No tratamento 3 pulverizou-se SM + CV nas dosagens de 7 ml/100 L de calda e 500 L de calda/ha, respectivamente. No tratamento 4 pulverizou-se SM + CV na mesma dosagem do tratamento 3 e colocou-se no centro das parcelas, a 1 m do solo, um saco transparente de polietileno (100 ml de capacidade) com 50 ml de solução a 0,2% de extrato de eucalipto. No tratamento 5 pulverizou-se SM, CV e *B. thuringiensis* nas dosagens de 7 ml/100 L de calda, 500 litros de calda/ha e 100 ml/100 L de calda, respectivamente. O pulverizador utilizado foi costal manual, com uma vazão de 1000 L de calda/ha e a frequência de aplicação dos tratamentos foi semanal.

Avaliaram-se, semanalmente, as porcentagens de folhas (3ª folha à partir do ápice das plantas), ápices caulinares e frutos de tomateiro broqueados por *T. absoluta*, como também a porcentagem de ápices caulinares mortos, em um período de 90 dias. Os dados foram submetidos à análise de variância e posteriormente ao teste de Duncan a  $P < 0,05$ , para verificação do efeito dos fatores em estudo sobre a intensidade de ataque da traça-do-tomateiro.

## Resultados e discussão

Os tratamentos que receberam composto foliar Super Magro (SM) + Calda Viçosa (CV); SM + CV + extrato de eucalipto e SM + CV + *Bacillus thuringiensis* apresentaram menores porcentagens de folhas minadas por *T. absoluta* (32,02; 28,66 e 28,62%, respectivamente), ápices caulinares mortos (3,09; 3,44 e 2,73%, respectivamente) e frutos broqueados por *T. absoluta* (9,88; 9,46 e 6,38, respectivamente) que a

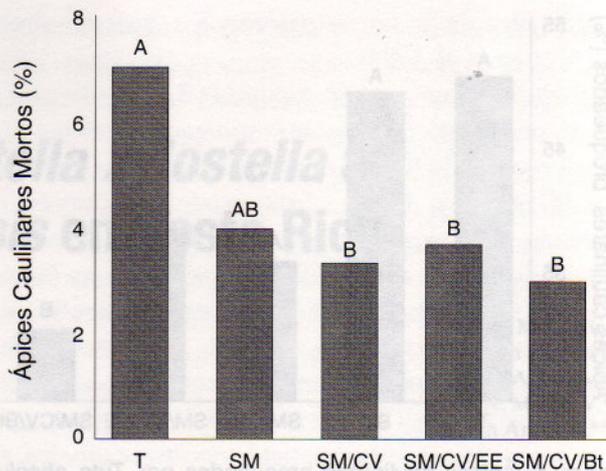
testemunha (57,92; 6,98 e 21,42%, respectivamente) (Figs. 1, 2, 3). Como estes tratamentos têm em comum a Calda Viçosa em sua composição, possivelmente, a redução do ataque da traça-do-tomateiro às folhas e frutos ocorreu devido à ação inseticida da Calda Viçosa (Cruz Filho e Chaves 1985) aliado ao inseticida microbiológico (*B. thuringiensis*) no tratamento 5 e ao possível efeito repelente do extrato de eucalipto no tratamento 4. Já a diminuição da porcentagem de ápices caulinares mortos nestes tratamentos, pode ter ocorrido devido às propriedades inseticidas e fungicidas da Calda Viçosa (Cruz Filho e Chaves 1985).



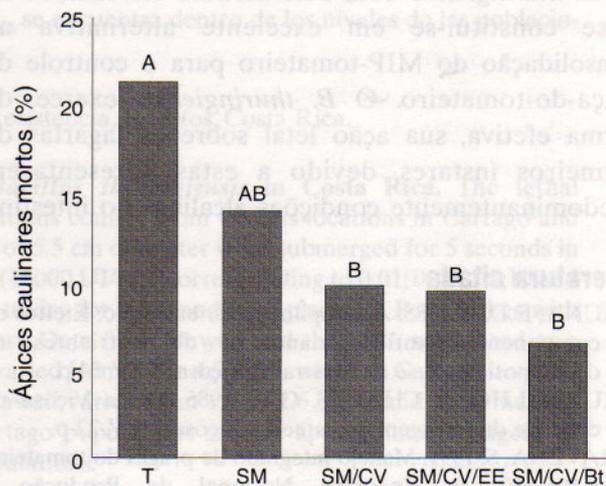
**Figura 1.** Porcentagem de folhas de tomateiro minadas por *Tuta absoluta* em cinco tratamentos. Viçosa-MG, 1993. Os histogramas seguidos pela mesma letra dentro de cada característica não diferem entre si pelo teste de Duncan a  $P < 0,05$ . T - testemunha; SM - composto foliar Super Magro; CV - Calda Viçosa; EE - extrato de eucalipto e Bt - *Bacillus thuringiensis*.

O êxito da Calda Viçosa como fungicida pode ser em razão à complementação dos micronutrientes Cu, Zn e B presentes, além do efeito fungicida do sulfato de cobre, sendo que não foi observado efeito da Calda Viçosa sobre a população de entomopatógenos (Jaramillo 1988, Herrera 1994). Mas Herrera (1994) observou um incremento linear positivo do bicho-mineiro-do-café *Perileucoptera coffeella* em função do aumento da concentração da Calda Viçosa.

O tratamento que recebeu SM, CV e *B. thuringiensis* apresentou menor porcentagem de ápices caulinares broqueados (29,87%) pela traça-do-tomateiro que a testemunha (50,39%) (Fig. 4). Esse fato, provavelmente, se deva a maior eficiência de translocação para o interior deste órgão da planta,

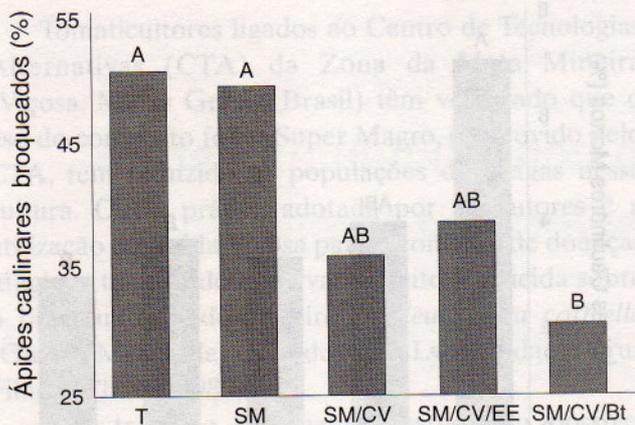


**Figura 2.** Porcentagens de ápices caulinares mortos por *Tuta absoluta* em cinco tratamentos. Viçosa-MG, 1993. Os histogramas seguidos pela mesma letra dentro de cada característica não diferem entre si pelo teste de Duncan a  $P < 0,05$ . T - testemunha; SM - composto foliar Super Magro; CV - Calda Viçosa; EE - extrato de eucalipto e Bt - *Bacillus thuringiensis*.



**Figura 3.** Frutos de tomateiro broqueados por *Tuta absoluta* em cinco tratamentos. Viçosa-MG, 1993. Os histogramas seguidos pela mesma letra dentro de cada característica não diferem entre si pelo teste de Duncan a  $P < 0,05$ . T - testemunha; SM - composto foliar Super Magro; CV - Calda Viçosa; EE - extrato de eucalipto e Bt - *Bacillus thuringiensis*.

advindo do uso da formulação oleosa de *B. thuringiensis* neste tratamento (Guedes *et al.* 1995). Souza *et al.* (1992) relataram que a função da formulação oleosa do *B. thuringiensis*, quando aplicado com abamectin, é de agir como adjuvante, envolvendo e protegendo a molécula deste inseticida, aumentando a sua eficiência no controle da traça-do-tomateiro, uma vez que o *B. thuringiensis*, quando aplicado isoladamente, se mostrou ineficiente no controle desta praga.



**Figura 4.** Ápices caulinares broqueados por *Tuta absoluta* em cinco tratamentos. Viçosa-MG, 1993. Os histogramas seguidos pela mesma letra dentro de cada característica não diferem entre si pelo teste de Duncan a  $P < 0,05$ . T - testemunha; SM - composto foliar Super Magro; CV - Calda Viçosa; EE - extrato de eucalipto e Bt - *Bacillus thuringiensis*.

Leite *et al.* (1995) verificaram que a combinação de *B. thuringiensis* com deltametrina em metade da dose constitui-se em excelente alternativa na consolidação do MIP-tomateiro para o controle da traça-do-tomateiro. O *B. thuringiensis* exerce, de forma efetiva, sua ação letal sobre as lagartas de primeiros ínstares, devido a estas apresentarem predominantemente condições alcalinas no intestino

#### Literatura citada

- BRUNA, E.D.A. 1985. A serapilheira de eucalipto: Efeitos de componentes antibacterianos e de nutrientes na decomposição. Tese de Mestrado, Viçosa, UFV, 54 p.
- CRUZ FILHO, J.; CHAVES, G.M. 1985. Calda Viçosa no controle da ferrugem do cafeeiro. Viçosa, UFV, 22 p.
- GRAVENA, S. 1991. Manejo integrado de pragas do tomateiro. p.105-150. In Encontro Nacional de Produção e Abastecimento de Tomate, (2, 1991, Jaboticabal). Anais. 277 p.
- GUEDES, R.N.C.; PICANÇO, M.C.; MATIOLI, A.L.; ROCHA, R.M. 1994. Efeito de inseticidas e sistemas de condução do tomateiro no controle de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 23:321-325.
- GUEDES, R.N.C.; PICANÇO, M.C.; GUEDES, N.M.G.; MADEIRA, N.R. 1995. Sinergismo do óleo mineral sobre a toxicidade de inseticidas para *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). Pesquisa Agropecuária do Brasil. 30:313-318.
- HABIB, M.E.M.; ANDRADE, C.F.S. 1986. Bactérias entomopatogênicas. In S.B. Alves, ed. Controle microbiano de insetos. São Paulo, Manole, p.127-170.
- HERRERA, R.A.V. 1994. Controle da ferrugem, da cercosporiose e do bicho mineiro e nutrição do cafeeiro com aplicação da Calda Viçosa. Tese de Mestrado. Viçosa, UFV. 77 p.
- JARAMILLO, T. 1988. Esquemas, métodos de aplicação e translocação de fungicidas no controle da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.). Tese de Mestrado, Viçosa, UFV. 69 p.

(Habib e Andrade 1986). O desempenho ruim do *B. thuringiensis* observado neste trabalho como no de Souza *et al.* talvez se deva a sobreposição de gerações de *T. absoluta* nesta lavoura de tomate.

#### Conclusões

- O composto foliar Super Magro não apresentou efeito inseticida como apregoado por tomaticultores ligados ao Centro de Tecnologias Alternativas (CTA) da Zona da Mata Mineira, Viçosa-Minas Gerais, Brasil.
- O melhor tratamento foi o que recebeu Calda Viçosa, porém o seu controle não foi suficiente para que a lavoura seja viável economicamente. Entretanto, é passível a sua utilização (como fungicida) em conjunto com outras medidas de controle da traça-do-tomateiro.
- Qualquer um das misturas apresentou melhor controle da *T. absoluta* comparado a testemunha.

#### Agradecimentos

Ao Centro de Tecnologias Alternativas (CTA) da Zona da Mata Mineira (Viçosa, Minas Gerais, Brasil), pela concessão da área experimental e uso de suas instalações e especialmente ao técnico agrícola Sérgio S. Abrahão, pelo auxílio na condução da pesquisa.

- LANGE, W.H.; BRONSON, L.. 1981. Insect pests of tomatoes. Annual Review of Entomology 26:345-371.
- LEITE, D.; BRESCIANI, A.F.; GROppo, A.G.; PAZINI, W.C.; GRAVENA, S. 1995. Comparação de estratégias de manejo de pragas na cultura do tomate estaqueado. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 24:27-32.
- MAKISHIMA, N. 1991. Situação atual da produção de tomate no Brasil, p.1-19. In Encontro Nacional de Produção e Abastecimento de Tomate, 2, 1991, Jaboticabal). Anais. 277 p.
- PICANÇO, M.; GUEDES, R.N.C.; LEITE, G.L.D.; FONTES, P.C.R.; SILVA, E.A. 1996. Incidência de *Scrobipalpuloides absoluta* em tomateiro sob diferentes sistemas de tutoramento e de controle químico. Horticultura Brasileira 13:180-183.
- SOUZA, J.C.; REIS, P.R.; SALGADO, L.O. 1992. Traça-do-tomateiro: histórico, reconhecimento, biologia, prejuízos e controle. Belo Horizonte, EPAMIG. 20 p.
- TRUMBLE, J.T.; CARSON, W.G.; WHITE, K.K. 1994. Economic analysis of a *Bacillus thuringiensis* based integrated pest-management program in fresh-market tomatoes. Journal of Economical Entomology 87:1463-1469.
- ULLÉ, J.A.; NAKANO, O. 1994. Avaliação do dano de *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) em plantas de tomateiro com diferentes níveis de infestação. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil 23:321-325.

## Resistencia de *Plutella xylostella* a *Bacillus thuringiensis* en Costa Rica

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

**RESUMEN.** Se determinaron las concentraciones letales 50 (CL<sub>50</sub>) de poblaciones *Plutella xylostella* procedentes de varias localidades de Cartago y Alfaro Ruiz, Costa Rica. Discos de repollo de 5,5 cm de diámetro se sumergieron durante 5 seg en diluciones de *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* (16000 UI/mg), que correspondían a 0,01; 0,10; 1; 5; 10 y 100% de la dosis recomendada. Los discos se dejaron secar durante 2 h, luego se colocaron en cajas de Petri con 10 larvas de tercer estadio. La mortalidad se contabilizó a las 48 h. Para comparar los resultados se utilizó como referencia información de Hawaii y EE.UU. En Alfaro Ruiz las CL<sub>50</sub> variaron de 2,7 a 4,9 mg/L, mientras que en Cartago fueron de 14,9 a 28,2 mg/L. Las poblaciones susceptibles de Hawaii variaron de 1,8 a 2,6 mg/L y las muy expuestas al insecticida de 10,2 a 63,9 mg/L. Las poblaciones de Cartago requieren un manejo adecuado porque su CL<sub>50</sub> se encuentra dentro de los niveles de las poblaciones intensamente tratadas con este producto en Hawaii.

**Palabras clave:** *Plutella xylostella*, *Bacillus thuringiensis*, Resistencia, Insectos, Costa Rica.

**ABSTRACT. Resistance by *Plutella xylostella* to *Bacillus thuringiensis* in Costa Rica.** The lethal concentrations (LC<sub>50</sub>) of several *Plutella xylostella* populations coming from various locations in Cartago and Alfaro Ruiz, Costa Rica were determined. Cabbage disks of 5.5 cm diameter were submerged for 5 seconds in different dilutions of *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* (16000 UI/mg) corresponding to 0,01; 0,10; 1; 5; 10 and 100% of the recommended dose. The disks were allowed to dry for 2 hrs and then placed in Petri dishes with 10 third stage larvae. Mortality was determined after 48hrs. Data from Hawaii and the USA were used as a reference to compare the results. In Alfaro Ruiz the LC<sub>50</sub> varied from 2,7 to 4,9 mg/L whilst in Cartago it varied from 14,9 to 28,2 mg/L. The susceptible populations of Hawaii varied from 1,8 to 2,6 mg/L and those heavily exposed to insecticides from 10,2 to 63,9 mg/L. The Cartago populations require appropriate management because their LC<sub>50</sub>s are found within the levels of the populations.

**Palabras clave:** *Plutella xylostella*, *Bacillus thuringiensis*, Resistance, Insects, Costa Rica.

### Introducción

*Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), conocida como polilla del repollo, es la principal plaga de las brasicas y su control se ha basado principalmente en el uso prolongado y extensivo de insecticidas (Talekar y Shelton 1993), lo que ha provocado la apa-

rición de resistencia a la mayoría de los insecticidas convencionales recomendados para su control (Sun *et al.* 1986). La producción de brasicas en Costa Rica no ha escapado a esa tendencia y los productos más utilizados en el combate de este insecto son, en orden de importancia, los piretroides, el *Bacillus thuringiensis*,

Recibido: 17/11/98. Aprobado: 26/11/99.

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

\*\* Centro de Investigación en Contaminación Ambiental (CICA) y Escuela de Fitotecnia, Universidad de Costa Rica. San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.

\*\*\* Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica. San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.

\*\*\*\* Dpto. de Administración Agropecuaria, Instituto Tecnológico de Costa Rica.

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

los derivados de las nereistoxinas y los organofosforados (Monge *et al.* 1994).

*B. thuringiensis*, subsp. *kurstaki* (B.t.) es el insecticida de origen microbiano más utilizado en el mundo para el control de lepidópteros de importancia económica (Georghiou 1990). Este producto también es empleado en Costa Rica para combate de la polilla del repollo (Monge *et al.* 1994); y es usado en forma intensiva, sólo o en rotaciones con varios insecticidas, especialmente al final de la cosecha. Dada su ventaja, de no ser tóxico para los humanos, enemigos naturales y otros organismos (Tabashnik 1994), y con el aumento de resistencia a los insecticidas convencionales, se considera que su uso se incrementará significativamente en los próximos años, por lo que hay cierta preocupación sobre la aplicación generalizada y la utilidad a largo plazo de este producto. Esta preocupación se extiende también a las plantas transgénicas, desarrolladas mediante ingeniería genética, a las cuales se les han incorporado los genes productores de toxinas de *B. thuringiensis* (Tabashnik *et al.* 1991).

El modo de acción del *B.t.*, particularmente de la subespecie *kurstaki*, es diferente a la de otros insecticidas. La bacteria posee un cuerpo parasporal o inclusión proteica, que se produce durante la esporulación. Este cuerpo parasporal consiste en un cristal simple, de forma bipiramidal, con o sin una inclusión cuboidal. El cristal puede estar compuesto de una o más proteínas. Al ingerir el insecto la proteína (una protoxina), ésta se solubiliza en el medio alcalino del jugo intestinal y es activada por las proteasas, produciendo así las toxinas activas. El cuerpo cuboidal puede contener una o dos proteínas tóxicas; sin embargo, que *B.t. kurstaki*, cepa HD-1, la más utilizada en preparaciones comerciales para combatir lepidópteros, contiene en el cuerpo parasporal al menos cuatro proteínas tóxicas (Georghiou 1990).

Por su modo de acción tan singular, se consideró durante mucho tiempo que era poco probable la aparición de estirpes de insectos resistentes a *B.t.* Sin embargo, se ha demostrado pérdida de efectividad en poblaciones de laboratorio de *Plodia interpunctella* (Hubner), *Helicoverpa virescens* (Tabashnik 1994) y de *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Rahardja y Whalon 1995). En el caso de *P. xylostella*, Tabashnik *et al.* (1990) determinaron en Hawái, que aplicaciones continuas de formulaciones comerciales de *B. thuringiensis* a poblaciones en condiciones de campo, ocasionaron niveles de resistencia 25 a 33 veces mayores que las poblaciones control susceptibles de laboratorio.

Shelton *et al.* (1993) demostraron la existencia de resistencia al *B.t.* en diferentes poblaciones del insecto en los Estados Unidos. Se ha encontrado también baja eficiencia del *B.t.* en el control de *P. xylostella* en condiciones de campo en varios países asiáticos (Shelton *et al.* 1993). Los mecanismos de resistencia no se han dilucidado completamente, pero se ha determinado que la resistencia a *B.t.* en *P. xylostella* es autosomal, recesiva y controlada aparentemente por uno o muy pocos loci (Tabashnik *et al.* 1992). La resistencia parece estar asociada con una reducida afinidad de acoplamiento de las toxinas a los receptores específicos en la membrana epitelial del intestino.

Puesto que el *B.t.* se utiliza ampliamente en Costa Rica y en la medida en que se presente resistencia a otros insecticidas sintéticos, su uso tenderá a incrementarse y probablemente aumentará la presión de selección sobre *P. xylostella*, con el consecuente aumento de resistencia. Por lo tanto, es muy importante determinar la situación actual y dar seguimiento a las poblaciones locales para evitar niveles altos de resistencia no manejables. El objetivo del presente estudio fue conocer la susceptibilidad al *B.t.* de poblaciones de *P. xylostella* de las principales zonas productoras de brasicas en Costa Rica y compararlas con las mencionadas en la literatura.

## Materiales y métodos

Las larvas y adultos de la polilla del repollo se recolectaron en varias localidades productoras de brasicas de Cartago y Alfaro Ruiz, durante 1995-1996 y llevadas al laboratorio. Cuando se logró coleccionar un número suficiente de larvas L<sub>3</sub>-L<sub>4</sub>, (F<sub>0</sub>) se realizaron los bioensayos un día después. En caso contrario, se dejó a las larvas completar su ciclo de vida. A los adultos obtenidos, se les permitió copular y ovipositar sobre hojas frescas de repollo libres de insecticidas, en jaulas de madera (30 cm x 30 cm x 30 cm) cubiertas por un cedazo fino para obtener la F<sub>1</sub> y F<sub>2</sub> en caso necesario.

Para la determinación de las concentraciones letales 50 (CL<sub>50</sub>) se utilizó el procedimiento descrito por Tabashnik *et al.* (1990), el cual consistió en sumergir discos (5,5 cm de diámetro) de hojas frescas de repollo en soluciones de *B. thuringiensis* (Dipel 3,2%, de 16000 I.U. de potencia por mg) durante 5 seg y dejándolas secar a 23°C por 1 - 2 h. Posteriormente se depositaron en cajas de Petri (10 cm de diámetro) y dentro de cada una de ellas se colocaban 10 larvas de tercer o cuarto estadio temprano. Cada concentración se repetía de cuatro a ocho veces, según la disponibili-

dad de larvas. Las soluciones en agua destilada, empleadas fueron 2560; 256,0; 128,0; 51,2; 25,6; 2,56 y 0,256 mg i.a./L de *B. thuringiensis*, que corresponden a 100,0; 10,0; 7,5; 5,0; 1,0; 0,10; y 0,01% de la dosis recomendada para poblaciones en el campo. Se incluyó un tratamiento control con agua destilada. A todos los tratamientos se les agregó Tritón-100 al 0,2% para romper la tensión superficial y lograr una cobertura homogénea de los discos de repollo. A las larvas de cada tratamiento se les permitió alimentarse por 48 h, transcurrido este tiempo se evaluó la mortalidad. En los casos en que se presentó mortalidad natural mayor que 10% en el tratamiento testigo, los datos fueron ajustados por la fórmula de Abbott (Neal 1976).

Se determinaron las concentraciones letales ( $CL_{50}$  y  $CL_{90}$ ) y los respectivos parámetros de las líneas de regresión del análisis de PROBITS (Finney 1971), con ayuda del programa POLO-PC (LeOra Software, 1987). Dicho programa utiliza la mortalidad transformada a su correspondiente valor probit versus el logaritmo (base 10) de la concentración de *B. thuringiensis* (como variable independiente) para efectuar el análisis de regresión y obtener las concentraciones letales con sus límites de confianza (95%) respectivos.

## Resultados y discusión

Las poblaciones de *P. xylostella* de Alfaro Ruiz presentaron concentraciones letales ( $CL_{50}$ ) en el ámbito de 2,6 a 15,0 mg i.a./L. Las poblaciones  $F_1$  y  $F_2$  (recolectadas el 23/08/95) en Pueblo Nuevo, presentaron la menor y mayor  $CL_{50}$ , respectivamente (Cuadro 1). Los límites de confianza (95%) de las concentraciones letales de las poblaciones de Alfaro Ruiz, presentaron

traslapes, lo que indica que no hay diferencias estadísticas significativas entre ellas (Tabashnik *et al.* 1990). Las poblaciones de Pueblo Nuevo, recolectadas en diferentes fechas, presentaron  $CL_{50}$  ligeramente diferentes, aunque con traslapes en sus intervalos de confianza. Estas, a pesar de haber sido recolectadas en la misma localidad, procedían de fincas diferentes, pero a distancias que posiblemente no representaban barreras para los adultos de *P. xylostella*, que son buenos voladores (Telekar y Shelton 1993), manteniéndose de esta manera un buen flujo genético entre localidades. Aunque se presentó un aumento en las  $CL_{50}$  entre las  $F_1$  y  $F_2$  de Pueblo Nuevo (recolectadas el 23/08/95), el traslape entre sus límites de confianza indica que este no fue significativo. No fue posible comparar generaciones sucesivas de la población de Pueblo Nuevo con las otras localidades por la pérdida de las colonias debido a una infección microbiana en el laboratorio. La rápida pérdida de susceptibilidad a diferentes insecticidas, por parte de poblaciones de *P. xylostella* en pocas generaciones, ha sido documentada (Telekar y Shelton 1993) y el conocimiento de dicha tasa podría contribuir al manejo de la resistencia. La tasa de resistencia (TR), (cociente entre las  $CL_{50}$  de una población cualquiera y la que presenta mayor susceptibilidad o la población control susceptible, si se cuenta con ella), fue también baja, aproximadamente seis veces entre las mismas poblaciones de Pueblo Nuevo.

En la zona de Cartago, los valores de  $CL_{50}$  y TR fueron mayores que los de Alfaro Ruiz (Cuadro 2). El valor menor lo presentaron las poblaciones de Cervantes, Santa Rosa y San Martín ( $F_1$ ) presentaron valores muy semejantes. Las dos poblaciones de Cipreses también

**Cuadro 1.** Respuesta a diferentes concentraciones de *B. thuringiensis* subsp. *kurstaki* (Dipel 3,2%) de varias poblaciones de *Plutella xylostella* en Alfaro Ruiz de acuerdo al  $CL_{50}$ ,  $CL_{90}$  y TR.

Localidad	Fecha de recolección	n <sup>1</sup>	Intercepto	Pendiente ±DE	$CL_{50}$ mg i.a./L (95% I.C.)	$CL_{90}$ mg i.a./L (95% I.C.)	TR <sup>2</sup>
Palmira	13/11/95	411	-0,3	0,8 ± 0,9	2,7 (4,3- 8,0)	120,1 (44,6-489,8)	1,1
Llano Grande	31/03/95	345	-0,7	1,0 ± 0,2	4,9 (0,5-13,4)	84,5 (36,1-309,9)	1,9
Pueblo Nuevo F1	23/08/95	334	-0,3	0,8 ± 0,8	2,6 (0,3 - 8,8)	127,5 (37,6-1029,3)	1,0
Pueblo Nuevo F1	13/09/95	300	-2,7	2,4 ± 0,5	14,0 (5,9-21,6)	49,2 (34,1-81,9)	5,4
Pueblo Nuevo F2	23/08/95	284	-1,0	0,8 ± 0,2	14,9 (0,3-39,2)	448,6 (164,1-3330,6)	5,8

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

<sup>2</sup> TR= Tasa de resistencia, calculada utilizando la  $CL_{50}$  de Pueblo Nuevo ( $F_1$  del 23/08/95)

con valores muy homogéneos, lo que demuestra que estas constituyen una misma población a pesar de que fueron recolectadas en fincas distantes. El valor mayor de la CL<sub>50</sub> lo presentó una de las poblaciones de San Martín de Oreamuno, con un TR de 16. Al igual que en Alfaro Ruiz, en la región de Cartago se presentó traslape en los límites de confianza de las CL<sub>50</sub> entre las distintas localidades (Fig. 1).

A pesar de que también existe traslape en los límites de confianza entre varias poblaciones de Cartago y Alfaro Ruiz, es notable que las concentraciones letales tienden a ser mayores en la zona de Cartago; incluso la CL<sub>50</sub> de San Martín de Oreamuno y la de Cipreses (recolectada el 17/5/95) no presentan traslapes con las poblaciones de Palmira, Llano Grande y Pueblo Nuevo (F<sub>1</sub> del 23/8/95) de Alfaro Ruiz, lo que evidencia un mayor riesgo de desarrollo de resistencia al *B.t.* en Cartago.

La determinación de concentraciones letales, es básicamente un proceso comparativo, donde la respuesta de varias poblaciones se contrasta con la de una población de referencia de susceptibilidad conocida, generalmente obtenida bajo cría controlada en laboratorio por muchas generaciones, y que aún no existe en Costa Rica. Tampoco se tiene información previa de resistencia al *B.t.* Por tanto, los resultados se compararon con los señalados por Tabashnik *et al.* (1990) para Hawaii. Estos autores determinaron que las poblaciones de laboratorio no tratadas, consideradas susceptibles presentaban CL<sub>50</sub> en un ámbito de 1,76 a 2,57 mg i.a./L; mientras que las poblaciones con aplicaciones mi-

nimas de *B.t.* en el campo, estuvieron entre 1,56 y 11,9 mg i.a./L. Las poblaciones con tratamientos intensivos en el campo tuvieron concentraciones letales de 10,2 a 63,9 mg i.a./L. Este último valor corresponde a una población que tuvo un incremento significativo, de más de dos veces su nivel de resistencia de un año a otro.

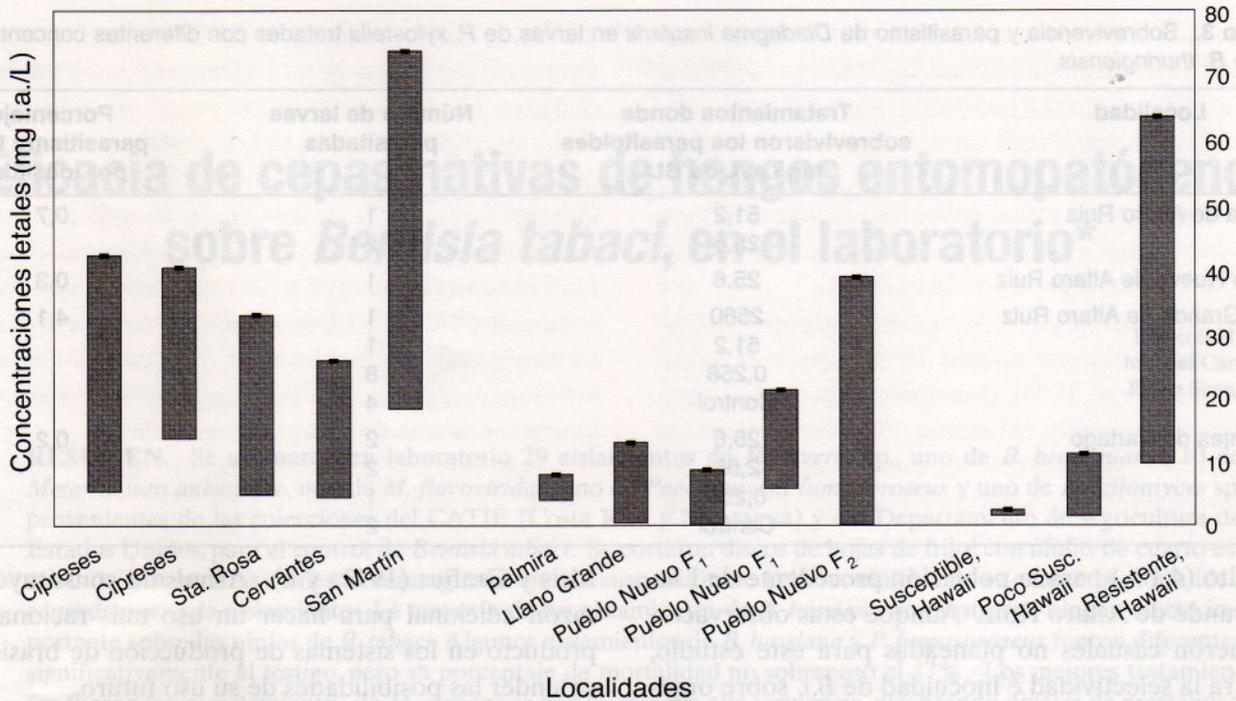
Con base en esa información se determinó que las poblaciones de Alfaro Ruiz presentan un grado de susceptibilidad al *B.t.* semejante al de las poblaciones de laboratorio susceptibles y a las ligeramente tratadas de Hawaii; mientras que todas las poblaciones de Cartago, mostraron valores comparables con las poblaciones altamente tratadas y más resistentes de Hawaii (Tabashnik *et al.* 1990). Es importante analizar detalladamente la historia de aplicación y determinar con mayor precisión los patrones específicos de uso del *B.t.* en cada región debido a que *P. xylostella* tiene la capacidad de adquirir resistencia a insecticidas en 2-5 años, cuando la presión de selección es intensa (Talekar y Shelton 1993). Según Shelton *et al.* (1993) donde se ha documentado resistencia al *B.t.*, ésta parece relacionada directamente a los patrones de su uso anterior, y no por la de otros plaguicidas, ya que no se ha encontrado evidencia de resistencia cruzada entre ellos (Tabashnik 1994). Para el control de *P. xylostella*, la mayoría de los agricultores de Cartago emplean *B.t.* con patrones de mayor intensidad de uso, tanto por la mayor frecuencia de aplicación como por el intenso uso de mezclas y rotaciones con insecticidas, en comparación con el esquema de aplicación empleado en Alfaro Ruiz (Araya *et al.* 1999).

**Cuadro 2.** Respuesta a diferentes concentraciones de *B. thuringiensis* subsp. *kurstaki* (Dipel 3,2%) de varias poblaciones de *Plutella xylostella* en Cartago, de acuerdo al CL<sub>50</sub>, CL<sub>90</sub> y TR.

Localidad	Fecha de recolección	n <sup>1</sup>	Intercepto	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>
Cipreses	5/04/95	344	-3,7	2,5 ± 0,7	28,16 (5,7-42,4)	90,5 (61,5-345,9)	10,9
Cipreses	17/05/95	191	-2,5	1,8 ± 0,3	26,8 (13,9-40,5)	142,4 (87,5-370,5)	10,3
Santa Rosa, Oreamuno	23/03/95	350	-1,4	1,2 ± 0,2	17,6 (5,0-33,1)	228,1 (134,0-575,7)	6,8
Cervantes	16/11/95	357	-1,5	1,3 ± 0,3	15,0 (4,4-25,9)	146,9 (95,7-339,7)	5,8
San Martín, Oreamuno	26/01/96	346	1,6	1,0 ± 0,2	42,4 (18,5-74,2)	943,2 (498,5-2631,9)	16,4
San Martín, Oreamuno, F1	26/06/96	343	-1,3	1,0 ± 0,1	18,3 (8,9-32,0)	317,6 (165,5-830,7)	7,0

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

<sup>2</sup> TR= Tasa de resistencia, calculada utilizando la CL<sub>50</sub> de Pueblo Nuevo (F<sub>1</sub> del 23/08/95)



**Figura 1.** Ambito de concentraciones letales ( $CL_{50}$ ) para *Bacillus thuringiensis* de poblaciones de *Plutella xylostella* de Costa Rica, comparadas con líneas de Hawaii.

Pérez y Shelton (1997) reportaron para una población de Tierra Blanca y otra del Valle del Guarco, Cartago, Costa Rica, concentraciones letales de 0,53 (0,35-0,78) mg/L y 0,78 (0,5-1,2) mg/L para *B. thuringiensis* subsp *kurstaki*, que eran 13,3 y 19,5 veces, respectivamente, más resistentes que una población susceptible de Geneva, New York. Estos valores fueron inferiores y no comparables a los determinados en este estudio, debido a las diferencias en la técnica empleada, especialmente al empleo de larvas muy pequeñas ( $L_2$ ) comparado con larvas  $L_3$  y  $L_4$  tempranas, utilizadas en el presente estudio.

Independientemente de las causas que explican las tendencias en la pérdida de susceptibilidad, la realidad es que las concentraciones letales determinadas en las localidades estudiadas en Costa Rica, son comparables con las poblaciones consideradas resistentes en Hawaii (Tabashnik *et al.* 1990) y en E.U.A. (Shelton *et al.* 1993, Tabashnik *et al.* (1990, 1991). Shelton *et al.* (1993) recomiendan un uso más racional de *B. thuringiensis*, debido a que es uno de los pocos insecticidas de aplicación extensiva para el cual todavía no se ha presentado resistencia alta y generalizada. El manejo de la resistencia al *B.t.* según Tabashnik *et al.* (1991) no es viable con la simple rotación con insecticidas convencionales, ya que la susceptibilidad no se restablece rápidamente luego de discontinuarse

sus aplicaciones. Se ha planteado la posibilidad de manejar la resistencia al *B.t.* con el uso de diferentes cepas y toxinas de *B. thuringiensis* (Talekar y Shelton 1993); sin embargo, Tabashnik *et al.* (1991) indican que no existe evidencia de que las mezclas de toxinas contribuyan a retardar la aparición de resistencia. Shelton *et al.* (1993) advierten que el uso de otros métodos de control biológico: períodos libres de cultivo, control cultural, uso de nuevos insecticidas y la resistencia de plantas, son opciones que pueden limitar el uso de toxinas de *B.t.* y con ello evitar el desarrollo de resistencia al producto.

En estudios del efecto de diversos insecticidas sobre enemigos naturales de *P. xylostella* (Idris y Grafius 1993a y b) se ha concluido que el *B.t.* por su modo de acción tan específico, (Talekar y Shelton 1993) afecta muy poco a esos organismos. En bioensayos realizados con poblaciones de *P. xylostella*, traídas directamente del campo, se observó que especímenes del parasitoide *Diadegma insularis* (Hymenoptera: Ichneumonidae) lograron sobrevivir y formar sus capullos, aún cuando procedían de larvas expuestas a diferentes concentraciones de *B.t.*, así como del tratamiento control (Cuadro 3). Aunque *D. insularis* es el parasitoide más común de esta plaga en América Central (Cave, 1995) en este trabajo el porcentaje de sobrevivencia y parasitismo fue muy bajo, siendo el valor

**Cuadro 3.** Sobrevivencia y parasitismo de *Diadegma insularis* en larvas de *P. xylostella* tratadas con diferentes concentraciones de *B. thuringiensis*.

Localidad	Tratamientos donde sobrevivieron los parasitoides mg i.a./L de Bt.	Número de larvas parasitadas	Porcentaje parasitismo total por localidad
Palmira de Alfaro Ruiz	51,2	1	0,7
	25,6	2	
Pueblo Nuevo de Alfaro Ruiz	25,6	1	0,3
Llano Grande de Alfaro Ruiz	2560	1	4,1
	51,2	1	
	0,256	8	
	Control	4	
Cervantes de Cartago	25,6	2	0,2
	2,56	2	
	0,256	1	
	Control	2	

más alto (4,1%) para la población procedente de Llano Grande de Alfaro Ruiz. Aunque estas observaciones fueron casuales no planeadas para este estudio, muestra la selectividad e inocuidad de *B.t.* sobre organismos benéficos, lo cual coincide con lo señalado por

Idris y Grafius (1993a y b). Asimismo constituye una razón adicional para hacer un uso más racional del producto en los sistemas de producción de brasicas y extender las posibilidades de su uso futuro.

### Literatura citada

- ARAYA, L.; MONGE, L.A.; CARAZO, E.; CARTIN, V.M. 1999. Diagnóstico del uso de insecticidas para el combate de *Plutella xylostella* en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) no. 52:49-61.
- CAVE, R. 1995. Manual para el reconocimiento de parasitoides de plagas agrícolas en América Central. In Honduras, Academic Press. 202 p.
- FINNEY, D. J. 1971. Probit analysis. 3 ed. Londres, Cambridge University Press. 333 p.
- GEORGHIOU, G.P. 1990. Resistance to biopesticides and consideration of countermeasures. In Casida, J.E. (Ed.). Pesticides and alternatives, Amsterdam B.V., Elsevier. p. 409-420.
- IDRIS, A.B.; GRAFIUS, E. 1993a. Differential toxicity of pesticide to *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae), and its host, the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). J. Econ. Entomol. 86(2):529-536.
- IDRIS, A.B.; GRAFIUS, E. 1993b. Field studies on the effect of pesticides on the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) and parasitism by *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae). J. Econ. Entomol. 86(4):1196-1202.
- LE ORA SOFTWARE. 1987. Polo-Pc. A users's manual for Probit or Logit analysis. Le Ora Software Berkley, Ca.
- 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. Maryland, EE.UU., ESA. 21 p.
- PEREZ, C.J.; SHELTON, A.M. 1997. Resistance of *Plutella xylostella* (Lepidoptera Plutellidae) to *Bacillus thuringiensis* Beliner in Central America. Journal Econ. Entomol. 90(1):87-93.
- RAHARDJA, V.; WHALON, M.E. 1995. Inheritance of resistance to *Bacillus thuringiensis* subsp. *Tenebrionis* Cry IIIA  $\delta$  Endotoxin in Colorado Potato Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). Journal Econ Entomol. 88(1):21-26.
- SHELTON, A.M.; ROBERTSON, J.L.; TANG, J.D.; PEREZ, C.; EIGENBRODE, S.D.; PREISLER, H.K.; COOLEY, R.J. 1993. 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. In Talekar, S.N. ; Griggs, T.D. Eds. Diamondback moth management. Proceedings of the First International Workshop. Asian Vegetable Research and Development Center, Sanhua, Taiwan. 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). J. Econ. Entomol. 83:1671-1676.
- TABASHNIK, B.E.; FINSON, N.; JOHNSON, M.W. 1991. Managing resistance to *Bacillus thuringiensis*: lessons from the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). J. Econ. Entomol. 84:49-55
- TABASHNIK, B.E.; SCHWARTZ, J.M.; FINSON, N.; JOHNSON, M.W. 1992. Inheritance of resistance to *Bacillus thuringiensis* in diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). J. Econ. Entomol. 85(4):1046-1055.
- TALEKAR, N.S.; SHELTON, M. 1993. Biology, ecology and management of the diamondback moth. Annu. Rev. Entomol. 38:275-301.

# Eficacia de cepas nativas de hongos entomopatógenos sobre *Bemisia tabaci*, en el laboratorio\*

Francois Herrera\*\*

Manuel Carballo\*\*\*

Philip Shannon\*\*\*\*

**RESUMEN.** Se evaluaron en laboratorio 29 aislamientos de *Beauveria* sp., uno de *B. brongniartii*, 10 de *Metarhizium anisopliae*, uno de *M. flavoviridae*, uno de *Paecilomyces fumosoroseus* y uno de *Paecilomyces* sp. provenientes de las colecciones del CATIE (Costa Rica y Nicaragua) y del Departamento de Agricultura de Estados Unidos, para el control de *Bemisia tabaci*. Se cortaron discos de hojas de frijol con ninfas de cuarto estadio de *B. tabaci*, las cuales se sumergieron en una suspensión de  $1 \times 10^7$  conidios/ml y se evaluó la mortalidad causada por cada aislamiento. La mayoría de los aislamientos de *B. bassiana* no mostraron ningún efecto importante sobre las ninfas de *B. tabaci*. Algunos aislamientos de *B. bassiana* y *P. fumosoroseus* fueron diferentes significativamente al testigo, pero su porcentaje de mortalidad no sobrepasó el 47%. Los mejores tratamientos fueron cinco aislamientos de *M. anisopliae* que mostraron alta virulencia, alcanzando niveles de mortalidad de hasta 97%.

**Palabras clave:** *Bemisia tabaci*, *Beauveria bassiana*, *Paecilomyces fumosoroseus*, *Metarhizium anisopliae*, Costa Rica, Hongos entomopatógenos, Control biológico.

**ABSTRACT.** Efficacy of native entomopathogenic fungi strains against *Bemisia tabaci* in the laboratory. 29 isolates of *Beauveria* sp., one of *B. brongniartii*, 10 of *Metarhizium anisopliae*, one of *M. flavoviridae*, one of *Paecilomyces fumosoroseus* and one of *Paecilomyces* sp. were tested in laboratory trials against *B. tabaci*. The fungi came from the collections at CATIE (Costa Rica and Nicaragua) and from the USDA (Department of Agriculture of the United States). The bioassay methodology consisted of cutting bean leaf disks with fourth instar *B. tabaci* nymphs. These disks were submerged in a suspension of  $1 \times 10^7$  conidia/ml of each isolate and mortality was evaluated. The majority of the *Beauveria bassiana* isolations showed no marked effect on *B. tabaci* nymphs. For some isolates of *B. bassiana* and *P. fumosoroseus* significant differences with the experimental control could be observed, however the percentage of mortality didn't surpass 47%. The best treatments were five isolates of *M. anisopliae* showing high virulence and reaching mortalities of up to 97%.

**Key words:** *Bemisia tabaci*, *Beauveria bassiana*, *Paecilomyces fumosoroseus*, *Metarhizium anisopliae*, Costa Rica, Entomopathogenic fungi, Biological control.

## Introducción

La mosca blanca, *Bemisia tabaci* (Gennadius), (Homoptera: Aleyrodidae) es una de las plagas más importantes en América Central y el Caribe (Hilje y Arboleda 1993), donde ha sido encontrada en por lo menos 84 especies de plantas (Caballero 1993) de los más de 500 reportadas en el mundo (Greathead 1986). En esta región, las mayores pérdidas económicas son causadas por la transmisión de los geminivirus del to-

mate y frijol (Bedford *et al.* 1994, Brown 1994, Ramírez y Maxwell 1995) con pérdidas hasta del 100% de la cosecha y reducciones de las áreas cultivadas (Hilje y Arboleda 1993), con el agravante de que 0,3 adultos/planta son suficientes para la infección del cultivo (Cubillo *et al.* 1998). También se ha informado de grandes pérdidas por daño directo en algodón, melón y plantas ornamentales (Hilje y Arboleda 1993, Horowitz *et al.* 1984).

Recibido: 20/07/99. Aprobado: 26/11/99.

\* Parte de la tesis de MSc. del primer autor. Escuela de Postgrado de CATIE. Turrialba, Costa Rica.

\*\* Sectorialista de Granos Básicos. Ministerio de Agricultura y Ganadería y Alimentación. Guatemala. Fax 3617783. EMail: francois@infovia.com.gt

\*\*\* Investigador en Control Biológico, CATIE, 7170 Turrialba, Costa Rica.

\*\*\*\*NRI. University of Greenwich. United Kingdom. EMail: phil@pshannon.demon.co.uk

La aplicación de insecticidas sintéticos ha sido hasta ahora la herramienta más utilizada para el combate del daño directo e indirecto. Sin embargo, se ha emprendido la búsqueda de alternativas de manejo debido al desarrollo de resistencia (Dittrich *et al.* 1990), al impacto negativo sobre los enemigos naturales de las plagas y a los altos costos de producción (Dardón 1993) por el uso de insecticidas.

El control biológico podría tener un papel importante en las nuevas estrategias de manejo de *B. tabaci* (Henneberry *et al.* 1996), principalmente para el combate del daño directo (Shannon 1995), pero tiene un potencial más limitado en el control del daño por transmisión de virus (Asiático y Zoebisch 1992, Shannon 1995). Los hongos son los patógenos con mayor potencial para el control de *B. tabaci* (Hall 1993) y pueden aplicarse masivamente y obtener respuesta a corto plazo (Fuxa 1987). Existen estudios en el campo (Asiático y Zoebisch 1992, Wraight *et al.* 1995) y en invernadero (Kanagaratnam *et al.* 1982) que demuestran el potencial de los hongos para el combate de *B. tabaci*. La mayoría de los estudios publicados han evaluado *Beauveria bassiana*, *Paecilomyces* spp. y *Verticillium lecani* contra ninfas en los primeros estadios (Vidal *et al.* 1997, Osborne *et al.* 1990a), solamente Osborne *et al.* (1990b) utilizaron ninfas de cuarto estadio.

El propósito de este estudio fue establecer una metodología que permita evaluar en el laboratorio, rápidamente y a bajo costo, el efecto de hongos entomopatógenos sobre ninfas del cuarto estadio de *B. tabaci*, para determinar los aislamientos más promisorios.

## Materiales y métodos

Esta evaluación se realizó en el Laboratorio de Control Microbiano de la Unidad de Fitoprotección del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Turrialba, Costa Rica. Se utilizó una modificación de la metodología descrita por Hall *et al.* (1993). Se seleccionaron plantas de frijol jóvenes (antes de floración) y en las hojas verdaderas y maduras se colocaron microjaulas (de 1,5 cm de diámetro) que contenían 40 adultos de *B. tabaci* que ovipositaron en el envés de la hoja durante 48 h. Posteriormente, estas plantas se trasladaron a un invernadero libre de moscas blancas y se observaron periódicamente hasta que las ninfas alcanzaron el cuarto estadio. Luego se cortaron discos de hoja de 3 cm de diámetro que contenía entre 20 y 100 ninfas.

En total se evaluaron 29 aislamientos de *Beauveria* sp. uno de *B. brongniartii*, 10 de *M. anisopliae*, uno de

*M. flavoviridae*, uno de *P. fumosoroseus* y uno de *Paecilomyces* sp. en ocho bioensayos independientes (Cuadro 1). Se usaron como cepas de referencia la GHA de *B. bassiana* y la 613 de *P. fumosoroseus* debido a su alta virulencia reportada sobre *B. tabaci* (Wraight *et al.* 1995), ambas cepas se aplicaron a dos concentraciones ( $1 \cdot 10^8$  y  $1 \cdot 10^7$ ) conidias/ml (Cuadro 1). Para cada bioensayo se usó un número variable de tratamientos de 4 a 10, en un diseño completo al azar. La unidad experimental consistió del disco de hoja y se hicieron 4 repeticiones por tratamiento. Para cada bioensayo se usó un testigo independiente.

Los hongos provenientes de la colección de CATIE (esporas almacenadas a  $-20^\circ\text{C}$ ) fueron reactivados y cultivados en agar dextrosa de papa. Las esporas de los diferentes aislamientos fueron diluidas en una solución de Tween 80 estéril e inoculadas en cajas de Petri con el medio PDA. Después de 24 horas en una incubadora a  $25^\circ\text{C}$  se observaron las esporas al estereoscopio y se determinó el porcentaje de germinación. Únicamente los aislamientos cuya germinación superó el 90% fueron usados en los bioensayos. Se determinó la concentración de esta suspensión madre con un hematocímetro y se hicieron las respectivas diluciones hasta obtener la concentración de esporas deseada. Los hongos se aplicaron sumergiendo individualmente los cuatro discos de hoja, correspondientes a las cuatro repeticiones, en las respectivas suspensiones de esporas, en una solución de Tween 80 al 0,002% y a una concentración de  $1 \cdot 10^7$  conidias/ml, durante un minuto y con una agitación manual constante y suave para evitar la sedimentación de las esporas. Las suspensiones estaban contenidas en el fondo de una caja de Petri estéril. El mismo procedimiento se repitió usando una solución de Tween 80 al 0,002% para el testigo. Los discos de hoja se dejaron secar a temperatura ambiente y luego se adhirieron a una matriz de yeso blanda sobre una placa de vidrio. El yeso mantuvo la humedad y la forma de la hoja durante todo el bioensayo. Estos montajes de discos de hoja se colocaron dentro de una caja de Petri plástica con un círculo de papel filtro al que se agregó 1 ml de agua destilada para mantener la humedad. Las cajas de Petri se mantuvieron cerradas durante 48 h a una temperatura constante de  $25^\circ\text{C}$ , dentro de una incubadora para asegurar una humedad saturada. Transcurridas las primeras 48 h se transfirieron a una sala de crecimiento, con una temperatura promedio de  $24,4^\circ\text{C}$  regulada por una unidad de aire acondicionado, en la cual permanecieron hasta finalizar el experimento.

**Cuadro 1.** Resultados del análisis estadístico de los tratamientos de los 8 bioensayos.

Bioensayo	Tratamiento <sup>1,2</sup>	Especie	Mortalidad (%)	Mortalidad transformada	Probabilidad de F	Prueba de Dunnett <sup>3</sup>
1	BHG	<i>Beauveria</i> sp.	41,27	0,754	0,0045	***
1	27-IDR	<i>Beauveria</i> sp.	46,94	0,696		***
1	G.Rio Pte	<i>Beauveria</i> sp.	36,11	0,644		***
1	TESTIGO	-----	11,99	0,324		----
2	G-ALA-1	<i>Beauveria</i> sp.	5,19	0,223	0,1555	----
2	G-GTE-3	<i>Beauveria</i> sp.	5,61	0,167		----
2	ESP-26	<i>Beauveria</i> sp.	4,63	0,185		----
2	G-CBR	<i>Beauveria</i> sp.	11,28	0,291		----
2	C-CER-1	<i>Beauveria</i> sp.	2,30	0,107		----
2	G-BSG-16	<i>Beauveria</i> sp.	19,91	0,400		----
2	0-195	<i>Beauveria</i> sp.	5,39	0,163		----
2	P-0085	<i>Beauveria</i> sp.	17,38	0,391		----
2	G-GTE-15	<i>Beauveria</i> sp.	20,89	0,461		----
2	TESTIGO	-----	0,95	0,262		----
3	G-GOL-5	<i>Beauveria</i> sp.	19,85	0,4490	0,0002	----
3	613 (1)	<i>P. fumosoroseus</i>	20,04	0,4391		
3	613 (E8)(1)	<i>P. fumosoroseus</i>	52,90	0,8144		***
3	447	<i>Beauveria</i> sp.	18,03	0,4359		
3	GHA (1)	<i>B. bassiana</i>	11,23	0,3289		
3	GHA (E8)(1)	<i>B. bassiana</i>	36,36	0,6434		
3	G-GTE-13	<i>Beauveria</i> sp.	29,16	0,5698		
3	TESTIGO	-----	17,35	0,4278		----
4	G-GTE-24	<i>Beauveria</i> sp.	11,79	0,292	0,5726	----
4	GF-Lajas	<i>Beauveria</i> sp.	11,58	0,339		----
4	190	<i>Beauveria</i> sp.	10,03	0,273		----
4	290	<i>Beauveria</i> sp.	19,53	0,456		----
4	G-PEJ-2	<i>Beauveria</i> sp.	9,28	0,255		----
4	G-RGC	<i>Beauveria</i> sp.	10,08	0,276		----
4	TESTIGO	-----	5,69	0,208		----
5	4/89 (2)	<i>M. anisopliae</i>	72,77	1,027	0,0001	***
5	35 (2)	<i>B. bassiana</i>	11,10	0,323		
5	G-EEE	<i>Beauveria</i> sp.	15,82	0,384		
5	5/89 (2)	<i>M. anisopliae</i>	97,33	1,431		***
5	CB 55 (2)	<i>B. bassiana</i>	12,00	0,296		
5	NB (2)	<i>M. anisopliae</i>	94,79	1,224		***
5	TESTIGO	-----	22,45	0,485		----
6	0084	<i>Beauveria</i> sp.	19,07	0,437	0,65	----
6	IMI330189	<i>M. flavoviridae</i>	17,22	0,371		----
6	64/88 (2)	<i>M. anisopliae</i>	16,00	0,374		----
6	G-RCP-2	<i>M. anisopliae</i>	16,47	0,365		----
6	MB-ST	<i>P. fumosoroseus</i>	32,27	0,559		----
6	C-ESP-1	<i>Beauveria</i> sp.	12,83	0,357		----
6	G-GUA-8	<i>M. anisopliae</i>	29,03	0,524		----
6	TESTIGO	-----	10,35	0,265		----
7	C-RIP-2	<i>M. anisopliae</i>	17,72	0,424	0,7352	----
7	38-Plut	<i>Beauveria</i> sp.	18,23	0,425		----
7	113 (2)	<i>Beauveria</i> sp.	14,57	0,389		----
7	C-LBD	<i>M. anisopliae</i>	9,74	0,308		----
7	TESTIGO	-----	13,88	0,302		----
8	ARE-1	<i>M. anisopliae</i>	80,63	1,192	0,0391	***
8	ARE-2	<i>M. anisopliae</i>	83,80	1,226		***
8	695	<i>B. bronginartii</i>	63,60	0,929		
8	TESTIGO	-----	36,91	0,621		----

<sup>1</sup>(1) cepario USDA, (2) cepario CATIE/Nicaragua, todos los aislamientos no marcados provienen del cepario CATIE/Costa Rica

<sup>2</sup>(E8) significa que el aislamiento fue aplicado a una dosis de 1\*108 esporas/ml, para los demás tratamientos la dosis fue de 1\*107 esporas/ml.

<sup>3</sup>\*\*\* indica diferencias significativas al 5% con respecto al testigo ; "----" indica que la prueba de Dunnett no es aplicable

Las cajas de Petri se abrieron parcialmente durante las primeras 48 h dentro de la sala de crecimiento, para evitar la condensación de agua, debido a que en pruebas preliminares se observó que esta condición causa un alto porcentaje de mortalidad en el testigo.

Se evaluó indirectamente la mortalidad de las ninfas a los 14 días de aplicados los tratamientos siguiendo la fórmula :

$$\% \text{ mortalidad} = \frac{(\text{ninfas iniciales} - \text{adultos emergidos}) * 100}{\text{ninfas iniciales}}$$

En algunos bioensayos se encontraron ninfas parasitadas por el microhimenóptero *Encarsia* sp. (Hymenoptera: Aphelinidae) por lo que se corrigió la mortalidad causada por los hongos usando la fórmula:

$$\% \text{ mort. corregida} = \frac{[(\text{ninfas iniciales} - \text{ninfas parasitadas}) - \text{adultos emergidos}] * 100}{\text{ninfas iniciales} - \text{ninfas parasitadas}}$$

Se analizaron los datos transformados (arcosen  $\sqrt{\text{mortalidad}}$ ) (Montgomery 1991) en un análisis de varianza y cuando el modelo estadístico fue significativo al 5 % ( $P < = 0,05$ ) se compararon los tratamientos con sus respectivos testigos usando una prueba de Dunnett (Montgomery 1991).

## Resultados y discusión

La mayoría de aislamientos de *B. bassiana* evaluados (cepario CATIE, Turrialba) fueron recolectados del suelo y no en insectos y su virulencia nunca había sido evaluada por lo que las bajas mortalidades encontradas en esta evaluación pudo deberse a la naturaleza inocua de los hongos o al efecto de un largo período de almacenamiento (a -20 C) (Alves y Stimac 1995).

Cinco aislamientos de *M. anisopliae* (4/89, 5/89, NB, ARE-1 y ARE-2) causaron mortalidades del 73 al 97% (Cuadro 1). La diferencia significativa de estos aislamientos con respecto al testigo se debió a la virulencia de los hongos y no al efecto de las condiciones experimentales, porque otros tratamientos con aislamientos de *Beauveria* sp. y *B. brongniartii*, en una misma evaluación no difirieron del testigo. Sin embargo, no se puede generalizar la alta virulencia para *M. anisopliae* porque algunos aislamientos de la misma especie (G-rcp-2, C-esp-1, G-Gua-8, C-Rip-2, C-Lbd) no provocaron una mortalidad diferente a la de sus respectivos testigos (Cuadro 1). Este resultado es de gran importancia ya que no hay reportes en la literatura del efecto de *M. anisopliae* en *B. tabaci* y porque

estos aislamientos fueron superiores a las de referencia, confiriéndoles un gran potencial para el desarrollo de micoinsecticidas.

Los cinco aislamientos de *M. anisopliae* que mostraron alta virulencia habían sido previamente seleccionadas por esta característica en pruebas con otras especies de insectos. Los aislamientos 4/89, 5/89 y NB habían sido seleccionadas para el picudo del algodón y la broca del café (CATIE-INTA/MIP, 1994) y la ARE-1 y ARE-2 en *Phyllophaga* spp. (Phillip Shannon 1995, CATIE, Com. personal). Por tanto, es más probable encontrar aislamientos de *M. anisopliae* altamente virulentos sobre *B. tabaci* cuando esta virulencia ya ha sido comprobada en otros insectos; sin embargo, ésto no es cierto para los aislamientos de *Beauveria* sp. como la cepa 113 y la 447 que a pesar de haber sido señalados como virulentos sobre *Cosmopolites sordidus* (Contreras *et al.* 1997) y *Plutella xylostela* (Fuentes y Carballo 1995) resultaron inocuos contra *B. tabaci* en el presente estudio. Las diferencias entre estos dos géneros de hongos puede atribuirse a muchos factores tales como la diferencia en la producción de toxinas (Tanada y Kaya 1994) o a la adherencia de las esporas (Prior 1992). Se ha informado que en *M. anisopliae*, la virulencia o especificidad de las cepas aplicadas a escarabajos está asociada a la adherencia de sus esporas (Fargues 1972, Fargues *et al.* 1976).

Se esperaba que las dos cepas de referencia (613 y GHA) de la colección del USDA fueran altamente virulentas, porque se había informado que causan hasta 95% de mortalidad (Wraight *et al.* 1995). No obstante, ambas cepas causaron bajos porcentajes de mortalidad al ser aplicadas a  $1*10^7$  conidias/ml. La discrepancia entre estos resultados probablemente se deba a diferencias en la metodología de bioensayo. En el experimento descrito por Wraight *et al.* (1995) estos hongos fueron aplicados en el campo a una concentración de  $1*10^8$  conidios/ml, a 4-5 días de intervalo, durante 21 días. Este tipo de aplicación periódica y repetitiva sobre la misma planta, probablemente, aumenta el estrés, la susceptibilidad del insecto y la probabilidad de contacto con conidias viables y virulentas, además de aumentar la cantidad de inóculo. Los trabajos descritos por Wraight *et al.* (1995) se hicieron sobre ninfas de primer, segundo y tercer estadio, que posiblemente son más susceptibles que las de cuarto estadio, usadas en este estudio.

En la literatura se ha documentado una tendencia a una alta virulencia generalizada de la mayoría de las

cepas evaluadas sobre *B. tabaci*. En este estudio, la tendencia fue contraria, pues la mayoría de aislamientos no difieren estadísticamente del testigo y se observan grandes diferencias entre los aislamientos inocuos y los virulentos. Esto puede explicarse, en gran parte, por las diferencias en la metodología de aplicación del hongo y de manejo del bioensayo. En este estudio la aplicación de los entomopatógenos se realizó sobre ninfas de cuarto estadio que son menos susceptibles que las de segundo (Osborne *et al.* 1990a, Vidal *et al.* 1997) usadas en la mayoría de los trabajos realizados. También en muchos de esos estudios se utilizaron concentraciones del inóculo más altas y frecuentemente se hacen varias aplicaciones sobre los mismos individuos. Finalmente, la aplicación del hongo por inmersión, utilizada en este estudio, presenta una clara desventaja frente a otros métodos, ya que por efecto de lavado, se pudo haber afectado la adherencia de esporas, lo que probablemente representa la mayor deficiencia de la metodología. Este inconveniente podría resolverse cambiando la técnica de aplicación a microaspersión y agregando coadyuvantes para maximizar la cantidad de esporas adheridas a las ninfas. La metodología de bioensayo desarrollada, tiene la ventaja que permite evaluar, en poco tiempo y espacio, un gran número de aislamientos simultáneamente. Las condiciones de desarrollo de los bioensayos favorecieron el desarrollo del insecto en detrimento del hongo, lo que permitió hacer una discriminación de los aislamientos con más potencial para su uso en posteriores pruebas en condiciones de campo. Este efecto le otorga a la metodología una clara ventaja comparativa frente a otros procedimientos descritos en la literatura, que no permiten fácilmente realizar esta distinción (Landa *et al.* 1994, Wraight *et al.* 1995) dificultando la selección de aislamientos promisorios.

Dado que la metodología no contempló la presencia de parasitoides no se pudo determinar con claridad si hubo un efecto de *Encarsia* sp., encontrado en algunos de los individuos observados, sobre la infección por hongos. Al respecto, varios autores señalan que la susceptibilidad a hongos de las ninfas de *B. tabaci* varían si están parasitadas (Fransen 1995, Jones y Poprawski 1996, Meekes y Fransen 1995, Poprawski *et al.* 1995, Simmons *et al.* 1996). La corrección de la mortalidad, descrita en la metodología probablemente eliminó casi en su totalidad la interferencia causada por el parasitismo, ya que las ninfas parasitadas son fácilmente identificables. Se encontró cierta correlación entre la mortalidad causada por *M. anisopliae* y el porcentaje de parasitismo (coeficiente correlación de  $-0,582$  Prob>R de  $0,0776$ ) lo cual indica que a niveles bajos de parasitismo, la mortalidad por el hongo fue mayor; sin embargo, estas observaciones están sujetas a evaluaciones más específicas antes de tener conclusiones al respecto.

Es importante afinar la metodología del bioensayo hasta obtener mortalidades del testigo menores al 10%, eliminar la interferencia de los parasitoides o encontrar una metodología para medir su efecto con precisión. Además se debe evaluar el efecto de la forma y tamaño de las esporas y el método de aplicación sobre su adherencia y su virulencia en *B. tabaci* y hacer pruebas adicionales de laboratorio, invernadero, campo y preformulación con el fin de desarrollar un bioplaguicida para el control *B. tabaci* a partir de los aislamientos promisorios.

### Agradecimientos

A la DAAD (Deutscher Akademischer Austausch Dienst) por financiar este estudio y al personal del laboratorio de Control Biológico de Insectos del CATIE.

## Literatura citada

- ALVES, S.B.; STIMAC, J.L. 1995. Delayed germination of *Beauveria bassiana* conidia after prolonged storage at low temperatures. In Society for Invertebrate Pathology. Annual Meeting (28, 1995, Ithaca, New York). Program and Abstracts. P. 2.
- ASIATICO, J.M.; ZOBEBISCH, T.G. 1992. Control de mosca blanca *Bemisia tabaci* con insecticidas de origen biológico. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) no.24-25:1-7.
- BEDFORD, D.; BRIDDON, R.; BROWN, J.; ROSELL, R.; MARKHAM, P. 1994. Geminivirus transmission and biological characterisation of *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotypes from different geographic regions. Annals of Applied Biology 125:311-325.
- BROWN, J. 1994. Current Status of *Bemisia tabaci* as a plant pest and virus vector in agroecosystems worldwide. FAO Plant Protection Bulletin vol 42/1-2:3-31.
- BROWN, J.; COATS, S.A.; BEDFORD, I.D.; MARKHAM P.G.; BIRD, J.; FROHLICH, D.R. 1995. Characterization and distribution of esterase electromorphs in the Whitefly, *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae). Biochemical Genetics 33(7/8):205-213.
- CATIE-INTA/MIP. 1994. Uso de hongos entomopatógenos para el manejo de plagas en Nicaragua. Informe Final del Proyecto Hongos Entomopatógenos. Managua, Nicaragua, Centro Nacional de Diagnóstico Fitosanitario, MAG Proyecto CATIE-INTA/MIP (NORAD-ASDI) (1991-94). s. p.
- BYRNE, D.; BELLOWS, T.S. 1991. Whitefly Biology. Annual Review of Entomology. 36:431-457.
- CABALLERO, R. 1993. Moscas blancas neotropicales (Homoptera: Aleyrodidae): hospedantes, distribución, enemigos naturales e importancia económica. In Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. CATIE. Serie Técnica. Informe técnico No. 205. 66 p.
- CONTRERAS, T. 1996. Evaluación de trampas de pseudotallos y formulaciones de *Beauveria bassiana* (Bals) en el combate del picudo del plátano *Cosmopolites sordidus* (Germar) en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R. Programa de Enseñanza para el Desarrollo y la Conservación. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 68 p.
- CUBILLO, D.; SANABRIA, G.; HILJE, L. 1998. Eficacia de coberturas vivas para el manejo de *Bemisia tabaci* como vector de geminivirus, en tomate. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica). (En revisión).
- DARDON, D. 1993. Las moscas blancas en Guatemala. In Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe (1992, Turrialba, Costa Rica). Memorias del Taller Centroamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas. Eds. L. Hilje; O. Arboleda. CATIE. Serie Técnica. Informe técnico No. 205. p. 38-41.
- DITTRICH, V.; ERNST, G.H.; RUESH, O.; UK, S. 1990. Resistance mechanisms in sweetpotato whitefly (Homoptera, Aleyrodidae) populations from Sudan, Turkey, Guatemala and Nicaragua. Journal of Economic Entomology 83:1665-1670.
- FARGUES, J.F. 1972. Étude des conditions d'infection des larves de doryphore *Leptinotarsa decemlineata* Say, par *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (Fungi Imperfecti). Entomophaga 17:319-337.
- FARGUES, J.F.; ROBERT, P.H.; VEY, A. 1976. Le rôle du tégument et de la défense cellulaire des coleoptères hôtes dans la spécificité des souches entomopathogènes de *Metarhizium anisopliae* (Fungi Imperfecti). C.R. Acad. Sci. Paris Ser. D 282:2223-2226.
- FRANSEN, J.J. 1995. Multitrophic interactions between entomopathogenic fungi, parasitoids and insect hosts. In Society for Invertebrate Pathology Annual Meeting (28, 1995, Ithaca, New York). Program and Abstracts. p. 19.
- FUENTES, G.; CARBALLO, M. 1995. Evaluación de aislados de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Para el control de *Plutella xylostella* (L) Lepidoptera: Iponomeutidae. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 35:14-18.
- FUXA, J. 1987. Ecological considerations for the use of entomopathogens in IPM. Annual Review of Entomology 32:225-251.
- GREATHEAD, H.A. 1986. Host plants. In Cock, M. J.W. Ed. *Bemisia tabaci* a literature survey. Ascot, UK. International Institute of Biological Control. p. 3-11.
- HALL, R.A. 1993. The use of pathogens to control whiteflies in Europe and the tropics: possibilities for integrated control. In Taller Latinoamericano y del Caribe sobre moscas blancas y geminivirus, (2, 1993, Managua, Nicaragua). Memoria. s.p.
- HALL, R.A.; PETERKIN, D.; POLLARD, G. 1993. A system of caging Thrips palmi for laboratory bioassay of pathogens. Florida Entomologist 76(1):171-175.
- HENNEBERY, T.J.; TOSCANO, N.C.; FAUST, R.M.; COPPEDGE, J.R.(eds.). 1996. Annual Progress Review of the 5-year National Research and Action Plan for Development of Management and Control Methodology for Silverleaf Whitefly (4, 1996, San Antonio, Texas, USA). 178 p.
- HILJE, L.; ARBOLEDA, O. (eds.). 1993. Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe (1992, Turrialba, Costa Rica). In Memorias del Taller Centroamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas. CATIE. Serie Técnica. Informe técnico No. 205. p.66.
- HILJE, L.; CUBILLO, D.; SEGURA, S. 1993. Observaciones ecológicas sobre la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) no.30:24-30.
- HOROWITZ, A.R.; PODOLER, H.; GERLING, D. 1984. Life table analysis of the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) in cotton fields in Israel. Acta Oecológica, Applicata 5:221-223.
- JONES, W.A.; POPRAWOSKI, T.J. 1996. *Bemisia argentifolii* parasitized by *Eretmocerus* sp. is immune to infection by *Beauveria bassiana*. In Annual Progress Review of the 5-year National Research and Action Plan for Development of Management and Control Methodology for Silverleaf Whitefly (4, 1996, San Antonio, Texas, USA). Henneberry, T.J.; Toscano, N.C.; Faust, R.M.; Coppedge, J.R. Abstracts. p 109.
- KANAGARATNAM, P.; HALL, R.A.; BURGESS, H.D. 1982. Control of glasshouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum*, by an "aphid" strain of the fungus *Verticillium lecanii*. Annals of Applied Biology, 100:213-219.
- LANDA, Z.; OSBORNE, L.; LOPEZ, F.; EYAL, J. 1994. A bioassay for determining pathogenicity of entomogenous fungi on whiteflies. Biological Control 4:341-350

- LASTRA, R. 1993. Los geminivirus: un grupo de fitovirus con características especiales. In Las moscas blancas (*Homoptera: Aleyrodidae*) en América central y el Caribe (1992, Turrialba, Costa Rica). Memorias del Taller Centroamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas. Eds. L. Hilje; O. Arboleda. CATIE. Serie Técnica. Informe técnico No. 205. p. 16-19.
- LOPEZ-AVILA, A. 1986. Taxonomy and biology. In Cock, M. J.W. (ed.). *Bemisia tabaci* a literature survey. Ascot, UK, International Institute of Biological Control, p. 3-11.
- LOPEZ-AVILA, A.; COCK, M. J.W. 1986. Economic damage. In Cock, M. (Ed.). *Bemisia tabaci* a literature survey. Ascot, UK. International Institute of Biological Control. p. 51-53.
- MEEKES, E.T.; FRANSEN, J.J. 1995. Pathogenicity of entomopathogenic fungi of the genus *Aschersonia* against whitefly. In Society for Invertebrate Pathology Annual Meeting (28, 1995 Ithaca, New York). Program and Abstracts. p. 43.
- MONTGOMERY, D.C. 1991. Diseño y análisis de experimentos. Grupo Editorial Iberoamérica. 589 p.
- OSBORNE, L. S.; HOELMER, K.; GERLING, D. 1990a. Prospects for biological control of *Bemisia tabaci*. International Organization for Biological Control/West Palearctic Regional Section (IOBC/WPRS) Bulletin 13:153-160.
- OSBORNE, L.S.; STOREY, G.K.; McCOY, C.W.; WALTER, J.F. 1990b. Potential for controlling the sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci* with the fungus *Paecilomyces fumosoroseus*. International Colloquium on Invertebrate Pathology and Microbial Control (5, 1990, Adelaide, Australia). *Proceedings and Abstracts*. p. 386.
- PRIOR, C. 1992. Discovery and characterization of fungal pathogens. In Lomer, C. J.; Prior, C. Eds. Biological control of locust and grasshoppers (1991, Cotonou, Benin). CAB International Institute of Tropical Agriculture. *Proceedings*. p. 159-180.
- RAMIREZ, P.; MAXWELL, D. 1995. Geminivirus transmitidos por moscas blancas. *Manejo Integrado de Plagas* (Costa Rica) no.36:22-27.
- SHANNON, P.J. Ed. 1995. Conclusiones del Taller sobre control biológico aumentativo en América Tropical y subtropical. *Manejo Integrado de Plagas* (Costa Rica) no.38:51-62.
- SIMMONS, G.S.; HOELMER, K.; JARONSKI, S.; LORD, J. 1996. Effect of *Beauveria bassiana* GHA (Mycotrol WP) on parasitoids of *Bemisia* in spring melons. In Annual Progress Review of the 5 Year National Research and Action Plan for Development of Management and Control Methodology for Silverleaf Whitefly (4, 1996, San Antonio Texas, USA). Abstracts. Eds. T.J. Hennerberry; N.C. Toscano; R.M. Faust; J.R. Coppedge. p 135.
- SMITH, P. 1993. Control of *Bemisia tabaci* and the potential of *Paecilomyces fumosoroseus* as a biopesticide. *Biocontrol News and Information* 14:4.
- TANADA, Y.; KAYA, H. 1993. Insect Pathology. San Diego, USA. Academic Press. 666 p.
- VIDAL, C., LACEY, L.; FARGUES, J. 1997. Pathogenicity of *Paecilomyces fumosoroseus* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) against *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) with a description of a bioassay method. *Journal of Economic Entomology* 90(3):765-772.
- WRAIGHT, S.; CARRUTHERS R.I.; JARONSKI, S.T.; BRADLEY, C.A. 1995. Development and field testing of *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces fumosoroseus* for biological control of whiteflies. In Society for Invertebrate Pathology. Annual Meeting (28, 1995, Ithaca, New York). *Program and Abstracts*. p.75.
- ZIMMERMAN, G. 1986. The "Galleria bait method" for detection of entomopathogenic fungi in soil. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 102:213-215.

# Diagnóstico y recomendaciones sobre criterios económicos y legislación para el uso de plaguicidas en Costa Rica

Stefan Agne\*  
Hermann Waibel\*  
Octavio Ramírez\*\*

**RESUMEN.** Se describen brevemente los aspectos más importantes sobre la comercialización de plaguicidas en Costa Rica como marco para presentar un diagnóstico sobre los factores institucionales y macroeconómicos que influyen en el uso de estos productos y limitan la adopción del Manejo Integrado de Plagas (MIP). Con base en esta información se presentan algunas medidas económicas y de legislación, las cuales fueron evaluadas por expertos en el tema, según criterios como costos administrativos, efectividad para alcanzar el objetivo ambiental, impacto en los ingresos de los agricultores, grado de aceptación por los agricultores y por la sociedad y viabilidad política. Se recomienda la consideración de criterios económicos en formulación de las políticas de fitoprotección. Entre los criterios económicos evaluados están: impuestos uniformes para todos los plaguicidas, un impuesto diferenciado según la toxicidad del plaguicida, apoyo a los agricultores que utilizan MIP o agricultura orgánica mediante los fondos generados por esos impuestos.

**Palabras clave:** Plaguicidas, Uso, Fitoprotección, Criterios económicos, Medidas legislativas, Costa Rica.

**ABSTRACT. Analysis and recommendation of economic and legislative criteria for the use of pesticides in Costa Rica.** The most important aspects of the commercialization of pesticides in Costa Rica are briefly described as a framework to present an analysis of the institutional and macroeconomic factors that influence the use of these products and limit the adoption of Integrated Pest Management (IPM). Based on this information some economic and legislative measures, evaluated by experts in this field according to criteria such as administrative costs, effectiveness of reaching the environmental objective, impact on the incomes of farmers, level of acceptance by farmers any by society and political viability, are presented. The consideration of economic criteria in the formulation of plant protection policies is recommended. Among the economic criteria evaluated are: uniform taxes for all pesticides, different taxes according to the toxicity of the pesticide and support for farmers adopting IPM or organic agriculture through the funds generated by these taxes.

**Key Words:** Pesticides, Use, Plant Protection, Economic Criteria, Legislative criteria., Costa Rica.

## Introducción

En los últimos años, el uso de plaguicidas se ha convertido en uno de los temas más controversiales de la agricultura. Los gobiernos han establecido reglamentos y medidas de control con el propósito de minimizar los efectos secundarios de estos productos mediante la vía legal. Aunque durante el último decenio han habido avances importantes en los países en desa-

rollo, por ejemplo la prohibición de compuestos muy tóxicos, todavía persisten deficiencias en la implementación de la legislación. Muchos de los productos prohibidos todavía pueden encontrarse en el mercado y las sanciones para los responsables son menores. El uso incorrecto de plaguicidas todavía es una realidad en muchos países en desarrollo y desarrollados. A pesar de los esfuerzos realizados por los gobiernos para

Recibido: 25/08/98. Aprobado: 26/11/99.

\* Institute of Horticultural Economics. Hannover University, Herren häuserstr.2, D-30419 Hannover, Alemania. Email: StefanAGNE@cec.eu.int

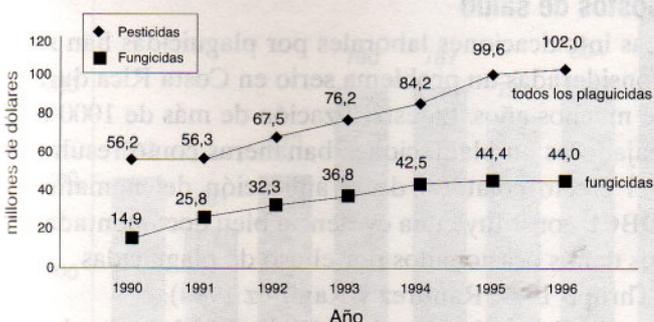
\*\* CATIE. Area de Socioeconomía Ambiental. Dirección actual: Department of Agricultural and Applied Economics, Texas Tech University, Mail Stop 3123, Lubbock, Texas 79409, E.E.U.U.

reducir el uso de plaguicidas y promover estrategias de control de plagas no-químicas, los incentivos económicos que motiven a los agricultores a abandonar el uso unilateral de plaguicidas y a adoptar el manejo integrado de plagas (MIP) son bajos. Por consiguiente, se deben evaluar los criterios económicos y las políticas ambientales así como identificar una política de incentivos que promueva la adopción de MIP por parte de la mayoría de los agricultores.

Este artículo presenta información sobre la situación de uso de plaguicidas en Costa Rica, según un estudio realizado fue entre 1995 y 1997 con el auspicio de la Universidad de Hannover y analiza algunos de los factores que influyen en el empleo de estos productos, con base en los resultados de una evaluación realizada por técnicos en fitoprotección y en información obtenida mediante entrevistas con técnicos en fitoprotección, extensionistas y agricultores.

### Comercialización de plaguicidas en Costa Rica

En Costa Rica, el valor nominal en US\$ dedicado a la importación de plaguicidas sintéticos se incrementó más de 80% entre 1990 y 1996 (Fig. 1). La comercialización de estos productos ha crecido significativamente, especialmente los fungicidas, que triplicó las importaciones pasando de US\$ 14,9 millones en 1990 a US\$ 44,2 millones en 1996. Este aumento se debió, principalmente, a la expansión del área bananera en el país y al aumento de la dosis de fungicidas aplicada por hectárea, debido a que el hongo *Mycosphaerella fijiensis*, causante de la enfermedad más importante de este cultivo, se tornó menos susceptible a estos productos.



**Figura 1.** El Valor Cif de plaguicidas sintéticos \*importados en Costa Rica de 1990 a 1996 (en US\$ actual).

Fuente: Cámara de Insumos Agropecuarios.

Plaguicidas sintéticos incluyen fumigantes, fungicidas, herbicidas, insecticidas, molusquicidas, nematocidas, entre otros así como coadyuvantes.

### Legislación: implementación y supervisión

La legislación sobre fitoprotección en Costa Rica incluye los aspectos más importantes del manejo y uso de plaguicidas, como son el registro del producto, importación, almacenamiento, empaque, venta, aplicación y la determinación de residuos. No obstante estos logros, la implementación de esta legislación ha sido difícil debido a:

- Costos muy altos por concepto de implementación y seguimiento debido a la gran cantidad de personas involucradas en el manejo de plaguicidas (importadores, representantes de empresas de agroquímicos, vendedores y especialmente agricultores).
- Recursos limitados para la supervisión, distribuidos entre diferentes agencias gubernamentales, las cuales generalmente operan independientemente unas de otras, y
- Las personas que infringen la ley a menudo no son castigadas según lo estipulado en la legislación, porque se considera que los agricultores y vendedores necesitan tiempo para ajustarse a las nuevas restricciones, según se determinó en entrevistas con técnicos de fitoprotección y extensionistas.

Castro (1995) señaló que la legislación involucra a demasiadas instituciones en la tarea de supervisión del uso de plaguicidas, lo cual ocasiona fricciones entre instituciones e incumplimiento de deberes debido a la falta de claridad sobre la responsabilidad de cada institución. Por ejemplo, cuatro entidades (Ministerio de Agricultura y Ganadería, Ministerio de Salud, Ministerio de Trabajo y Colegio de Agrónomos) están involucradas en el control de las condiciones de almacenamiento de los plaguicidas en los lugares donde se expenden.

### Crédito agrícola

En general, los bancos tienen influencia en la selección de la tecnología usada por los agricultores que solicitan préstamos. Estos reciben recomendaciones y a menudo ayuda técnica del banco; además deben presentar la información sobre la tecnología a utilizar para la producción del cultivo para el cual recibieron el crédito. Estos pueden ser girados en cuotas, que obligan al agricultor a entregar un detalle de los gastos cubiertos en el período anterior, como medida para asegurar que el dinero girado sea utilizado en la producción. En Costa Rica, los bancos incluidos en el estudio<sup>1</sup> no imponen requisitos a los créditos otorgados sobre la me-

<sup>1</sup>Banco Nacional de Costa Rica (BNCR), Banco de Costa Rica (BCR), Banco Crédito Agrícola de Cartago (BCAC), Banco de Fomento Agrícola y Banco del Comercio.

Metodología de control de plagas utilizadas, sin embargo, en algunos casos pueden solicitar al agricultor que demuestre que la tecnología que utilizaría es adecuada.

### **Información en fitoprotección**

Aunque en algunos proyectos de MIP existe relación entre la investigación y extensión, generalmente hay poca información disponible para extensionistas y agricultores sobre alternativas al uso de plaguicidas. Extensionistas y agricultores mencionaron que la falta de información es, en gran parte, la causa de la limitada adopción de tecnologías MIP en Costa Rica.

### **Metodologías de extensión**

Las actividades de extensión en MIP son relativamente nuevas en Costa Rica y por consiguiente existe poca experiencia sobre las metodologías a utilizar. La más popular de estas actividades son los días de campo con agricultores, en los cuales se presentan los resultados de la investigación. Por la naturaleza dinámica de las plagas y la fuerte influencia de los aspectos específicos de cada finca (según su ubicación), las ventajas de esta actividad de extensión como medio para convencer a los agricultores sobre las ventajas de MIP es cuestionable. La capacitación sobre MIP ofrecida en Costa Rica varía significativamente de la usada en las Escuelas de Campo, modelo implementado con gran éxito en Asia (Kenmore 1996).

### **Información ofrecida por la industria y los vendedores de plaguicidas**

Las recomendaciones ofrecidas por los vendedores de plaguicidas a los agricultores constituye su mayor fuente de información sobre fitoprotección. En todas las regiones de Costa Rica existen expendios de plaguicidas, por tanto es muy fácil para un agricultor localizar a un vendedor de plaguicidas. La información transmitida en sitios de venta de la industria agroquímica y su publicidad están dirigidas a incrementar el uso de plaguicidas, lo cual genera falta de información sobre alternativas al control químico. Las ganancias obtenidas de la venta de plaguicidas, como es obvio, no se destinan a la diseminación de prácticas de MIP.

### **Exención de impuestos a los plaguicidas versus impuestos por daños al ambiente**

En Costa Rica, los plaguicidas están exentos de todos los impuestos. Esto contradice el objetivo de reducir el uso de plaguicidas y de promover el MIP. La efectividad de las regulaciones tradicionales y de las políticas

de control, por ejemplo la ley de plaguicidas, los reglamentos y otras regulaciones, podrían mejorar si son complementadas con criterios económicos. El aspecto económico concerniente a las políticas de plaguicidas que ha sido más discutido son los impuestos a los plaguicidas por su efecto negativo al ambiente. En primera instancia, esto llevaría a una reducción en el uso de plaguicidas y al mismo tiempo generaría fondos que podrían destinarse a fortalecer la investigación y la extensión en alternativas al uso de plaguicidas. En Costa Rica, la aplicación de este impuesto podría hacerse mediante un impuesto selectivo de ventas.

En teoría, un impuesto al ambiente debe considerar los costos externos provocados por el uso de plaguicidas. Esto requeriría un impuesto selectivo, basado en el daño marginal, por ejemplo un impuesto más alto para los productos de mayor riesgo. El tema debe ser discutido, considerando la base por la cual el sector agrícola debe recibir privilegios en impuestos en comparación con otros sectores de la economía. Además es importante analizar si puede trasladarse parte de los beneficios económicos del sector con más recursos a los pequeños agricultores.

### **Costos ocultos de uso de plaguicidas**

En esta sección se presentan algunos resultados seleccionados para ilustrar la magnitud de los efectos negativos del uso de plaguicidas en Costa Rica. Se asume que sólo una pequeña parte de los daños reales ha sido documentada, haciendo compleja la evaluación de los costos reales externos provocados por el uso de estos productos.

### **Costos de salud**

Las intoxicaciones laborales por plaguicidas han sido consideradas un problema serio en Costa Rica durante muchos años. La esterilización de más de 1000 trabajadores en plantaciones bananeras como resultado del efecto colateral de la aplicación del nematocida DBCP constituye una evidencia bien documentada de los daños ocasionados por el uso de plaguicidas (Thrupp 1989, Ramírez y Ramírez 1980).

El Centro Nacional del Control de Intoxicaciones tiene un registro de las intoxicaciones por plaguicidas desde 1980, el cual es de acceso al público. Esta información corresponde a reportes voluntarios proporcionados por médicos sobre cualquier tipo de intoxicación por estos productos. Debido al carácter voluntario de estos reportes, se supone que los datos son menores al número real de intoxicaciones con

agroquímicos. No obstante, este problema se ha incrementado casi constantemente pasando de 593 casos en 1980 a 1274 en 1996 (Fig. 2). Sin embargo, según el Banco Central de Costa Rica el número de personas involucradas en la producción agrícola del país no ha variado en la última década.

En 1996, los plaguicidas más frecuentemente asociados con intoxicaciones fueron: Organofosforados (269 casos), Carbamatos (169 casos) y Bipiridilos (Paraquat) (148 casos). De las intoxicaciones, 48% fueron por ingestión del producto, del 52% restante, la mayor parte se produjo por absorción por la piel o inhalación. Del total de intoxicaciones por plaguicidas registradas en 1996, el 38,5% fue clasificado como intoxicaciones laborales, el 33% como accidentales y el 22,5% como intentos de suicidio y un 6% por causas varias. Aproximadamente el 70% de las personas intoxicadas eran hombres.

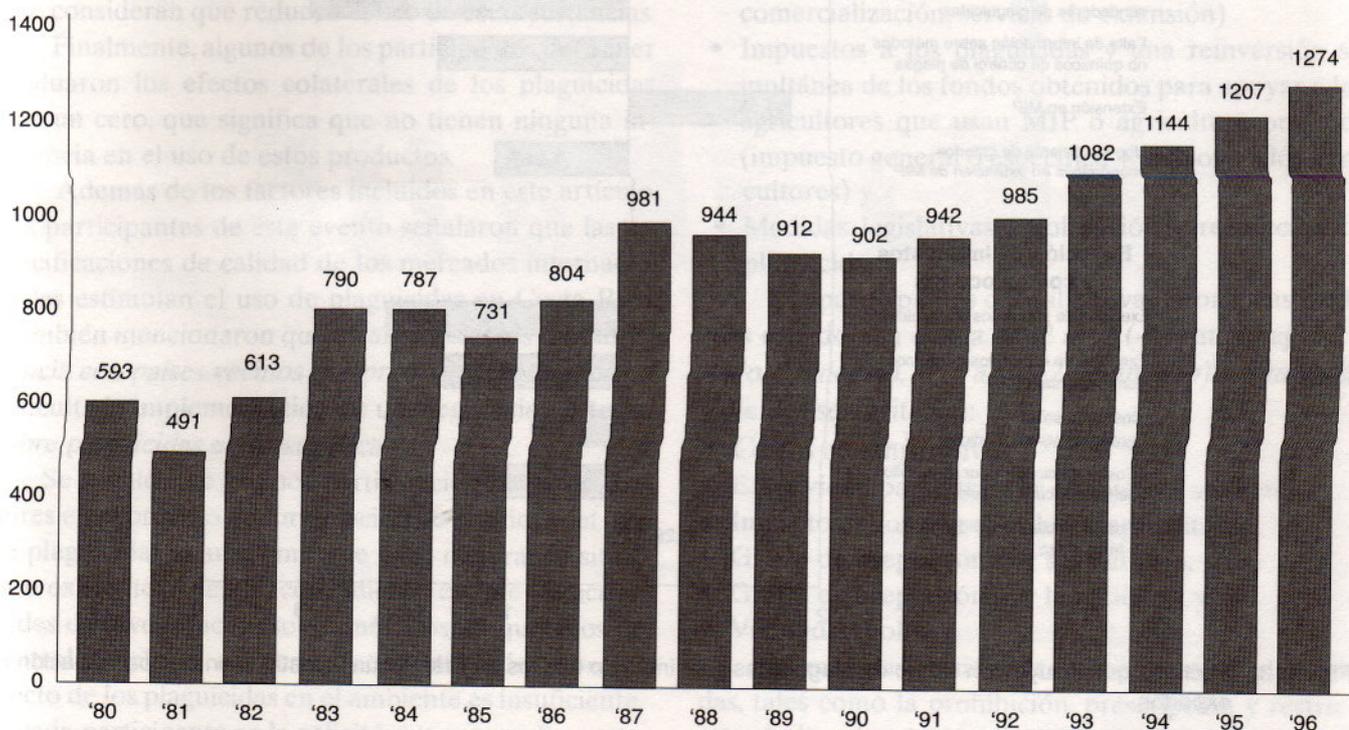
### Residuos de plaguicidas y metabólicos en alimentos y en el ambiente

El Servicio de Sanidad Vegetal de Costa Rica realiza análisis de residuos de plaguicidas en aproximadamente 400 muestras de hortalizas por año, con el propósito de supervisar y mejorar la calidad de los alimentos comercializados en los mercados nacionales.

Von Duszlen (1995) publicó los resultados de estos análisis correspondientes al año 1992, en el cual se determinó que el 37% de todas las muestras contenían residuos y aproximadamente 6% de ellas violaban el límite máximo permitido en Costa Rica. En 1993, se encontraron residuos en 55% de las muestras y el 11% de las muestras excedieron el límite máximo (DGSV, datos sin publicar). Este aumento se debió, entre otras cosas, a que se amplió la cantidad de compuestos considerados en estos análisis.

El Programa de Plaguicidas de la Universidad Nacional de Costa Rica ha estudiado los efectos del uso de agroquímicos en plantaciones bananeras de la zona noreste de Costa Rica. En este estudio se encontraron residuos de varios plaguicidas en el agua de canales de riego superficiales. Los compuestos determinados en mayor proporción fueron los fungicidas Tiabendazol, Propiconazol y los insecticidas Clorpirifos y Terbufos. Cordero y Ramírez (1979) y Thrupp (1991) informaron la existencia de toxicidad por cobre en zonas utilizadas para la producción bananera.

Los datos sobre el uso de plaguicidas en la producción bananera de 1990 a 1993, el rendimiento promedio del cultivo de banano en los últimos años y las conversaciones con algunos productores bananeros, sugieren que la eficacia de los plaguicidas en la pro-



**Figura 2.** Intoxicaciones con agroquímicos en Costa Rica de 1980 a 1996 registrados por el Centro Nacional de Control de Intoxicaciones.

Fuente: Centro Nacional del Control de Intoxicaciones, San José, Costa Rica.

ducción bananera está decreciendo y la sostenibilidad del sistema de producción está en peligro.

### Determinantes del uso de plaguicidas en Costa Rica

Los problemas relacionados al uso de plaguicidas en Costa Rica indican que existen fallas en las políticas de protección de cultivos. Para analizar los factores que influyen en el uso de plaguicidas en Costa Rica, se realizó un Taller en el IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) en San José, en diciembre de 1995, con la participación de especialistas en fitoprotección, economistas y decisores políticos.

En este seminario, se evaluó el impacto de estos

productos de manera participativa, usando una escala de -5 a +5. Un valor negativo significa que el factor es contrario al uso de estas sustancias y por el contrario, el valor positivo indica que el factor fomenta el uso de plaguicidas. Así, -5 equivale a que el factor reduce sustancialmente este tipo de control, y un +5 que el factor estimula el empleo de plaguicidas; el cero demuestra que el factor no tiene ningún efecto. En la figura 3 se presentan el promedio para cada factor según su influencia en el uso de plaguicidas<sup>2</sup>.

Los factores institucionales y la información fueron considerados como los aspectos que tienen mayor influencia en el uso de plaguicidas. La exención de im-



**Figura 3.** Factores que influyen en el uso de plaguicidas y su impacto en Costa Rica, según investigación con participación de expertos.

<sup>2</sup> Además de la evaluación de los factores que influyen en el uso de plaguicidas, a los expertos se les solicitó agregar factores que ellos consideraban importantes. Algunos mencionaron la necesidad de controlar las plagas como la razón más importante del uso de plaguicidas, lo cual es válido. Sin embargo, este estudio estaba enfocado a la evaluación de los factores institucionales y económicos que influyen en el uso de estos productos. La ocurrencia de plagas puede ser influenciado solamente de manera indirecta por medidas políticas e institucionales y por tanto, no fue considerado en esta investigación.

puestos a los plaguicidas y de insumos complementarios y los efectos externos del uso de estos productos también fueron considerados relevantes, aunque en la figura 3 no se refleja la importancia atribuida a los efectos externos.

En el cálculo del promedio, el valor dado a los costos externos del uso de plaguicidas fue "reducido". Esto no sucedió para otros factores y probablemente debió a una interpretación ambigua del valor asignado a los efectos externos. En primer instancia, la existencia de costos externos ha sido considerada como una deficiencia del sistema de mercado, que conlleva a un sobreuso de plaguicidas. Con base en esta interpretación, los precios reales de los plaguicidas son demasiado bajos, porque no reflejan los costos externos. El admitir los costos externos del uso de plaguicidas sin fijar un impuesto ambiental ha sido interpretado como un subsidio indirecto a estos productos. Estos efectos externos fueron calificados con un valor positivo, es decir, que se considera que ellos estimulan el uso de plaguicidas.

Por otro lado, se ha asumido que el riesgo de los efectos externos provoca una reducción en el uso de los plaguicidas. Esto implica que los agricultores minimizan el uso de plaguicidas porque están conscientes de los riesgos de estos productos. En este caso, a los efectos externos se les asignó un valor negativo, porque consideran que reducen el uso de estas sustancias. Finalmente, algunos de los participantes del Taller evaluaron los efectos colaterales de los plaguicidas con un cero, que significa que no tienen ninguna influencia en el uso de estos productos.

Además de los factores incluidos en este artículo, los participantes de este evento señalaron que las especificaciones de calidad de los mercados internacionales estimulan el uso de plaguicidas en Costa Rica. También mencionaron que en algunos casos la competencia con países vecinos por producir al menor costo dificulta la implementación de una legislación estricta sobre plaguicidas en Costa Rica.

Se señaló que la poca participación de investigadores en el proceso de formulación de políticas del uso de plaguicidas es una limitante para mejorar la situación existente. Además, coincidieron en que las actividades de investigación sobre métodos no-químicos de control de plagas así como la investigación sobre el efecto de los plaguicidas en el ambiente es insuficiente. A cada participante se le solicitó que respondiera una encuesta sobre los temas anteriores. Posteriormente, los problemas se discutieron en dos grupos de trabajo.

Los resultados del cuestionario y de los grupos de trabajo mostraron claramente que en primer lugar los factores institucionales y en segundo, la información fueron los factores que más influyen en el uso de los plaguicidas. La exención de impuestos así como los insumos complementarios y los factores externos del uso de plaguicidas fueron considerados también pertinentes.

### Opciones para establecer una política más coherente

El Gobierno de Costa Rica adoptó una política que intenta promover una agricultura sostenible, incluyendo la reducción en el uso de plaguicidas. Sin embargo, algunas políticas no logran cumplir completamente este objetivo y algunas estimulan el uso de estos productos.

Existen algunos mecanismos o medidas que podrían adoptarse; no obstante, todas tienen sus ventajas y desventajas. En el Taller celebrado en el IICA se propusieron cuatro grupos de medidas políticas:

- Un impuesto uniforme para todos los plaguicidas (impuesto general) o un impuesto a cada plaguicida según el riesgo que representa para el ambiente y la salud (impuesto específico).
- Ayudas para los agricultores que utilizan MIP o agricultura orgánica (crédito subsidiado, apoyo de comercialización, servicio de extensión)
- Impuestos a los plaguicidas y una reinversión simultánea de los fondos obtenidos para apoyar a los agricultores que usan MIP o agricultura orgánica (impuesto general o específico + el apoyo a los agricultores) y
- Medidas legislativas (prohibición y restricción de plaguicidas).

Los participantes del Taller evaluaron estas medidas usando una escala de -2 a +2 (-2 = muy bajo, -1 = bajo, 0 = neutro, +1 = alto, +2 = muy alto) según los siguientes seis criterios:

- Costos administrativos,
- Efectividad para alcanzar el objetivo ambiental,
- Impacto en los ingresos de los agricultores,
- Grado de aceptación por agricultores,
- Grado de aceptación por la sociedad, y
- Viabilidad política

Las medidas clásicas de las políticas de plaguicidas, tales como la prohibición, prescripción y restricción de los plaguicidas más peligrosos fueron evaluadas favorablemente. Los participantes del Taller asignaron a los costos administrativos un valor bajo o

moderadamente alto, a la efectividad para alcanzar el objetivo ambiental un valor alto y al impacto en los ingresos de los agricultores un valor bajo (Fig. 4). No obstante, la figura 5 muestra que esas medidas podrán ser impopulares entre los agricultores, aún cuando pueden tener una alta aceptación en la sociedad y pueden ser implementadas con poca resistencia política.

El apoyo a agricultores que usan MIP o agricultura orgánica fue evaluado positivamente. Su aceptación entre los agricultores y la sociedad fue evaluado con un valor alto, probablemente, debido a su posible impacto en el ingreso agrícola y a su efecto positivo en el ambiente. Pero, los costos administrativos fueron señalados como altos, especialmente, por las actividades de extensión. Sin embargo, la viabilidad política fue evaluada como no significativa, y en el caso de la extensión, el resultado fue bastante bajo.

Un impuesto general a los plaguicidas, a pesar de los bajos costos administrativos, fue evaluado negativamente. Su efectividad en pro del ambiente así como

su impacto negativo en los ingresos del sector agrícola fue calificado con un valor medio, la aceptación entre los agricultores recibió un valor bajo, la aceptación en la sociedad fue calificado como moderado y la factibilidad política también se evaluó con un valor bajo, lo cual constituyen las desventajas de esta medida. Un impuesto selectivo para los productos más peligrosos fue considerado como una medida más aceptable por la sociedad y los agricultores. Su impacto en el ingreso de los agricultores y su efectividad en pro del ambiente se evaluó como no significativo a pesar de que los costos administrativos fueron considerados altos.

La combinación de impuestos y ayudas fue considerada como una medida más efectiva para lograr el objetivo ambiental y se supone que puede tener mayor aceptación entre los agricultores, en comparación con los impuestos sin este apoyo. Sin embargo, los impuestos ambientales se consideraron más difíciles de implementar. Las siguientes medidas políticas no se evaluaron en este estudio pero fueron propuestas por

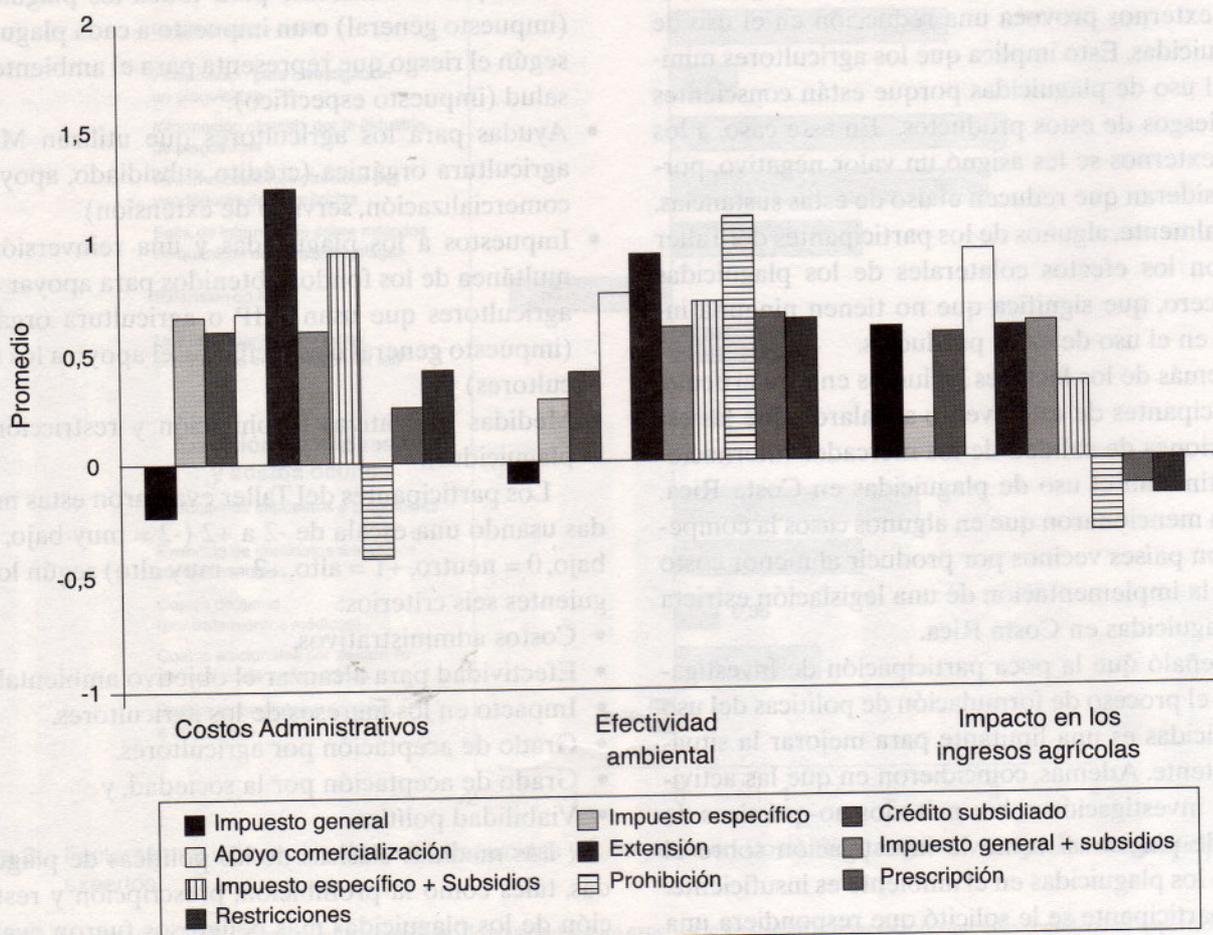
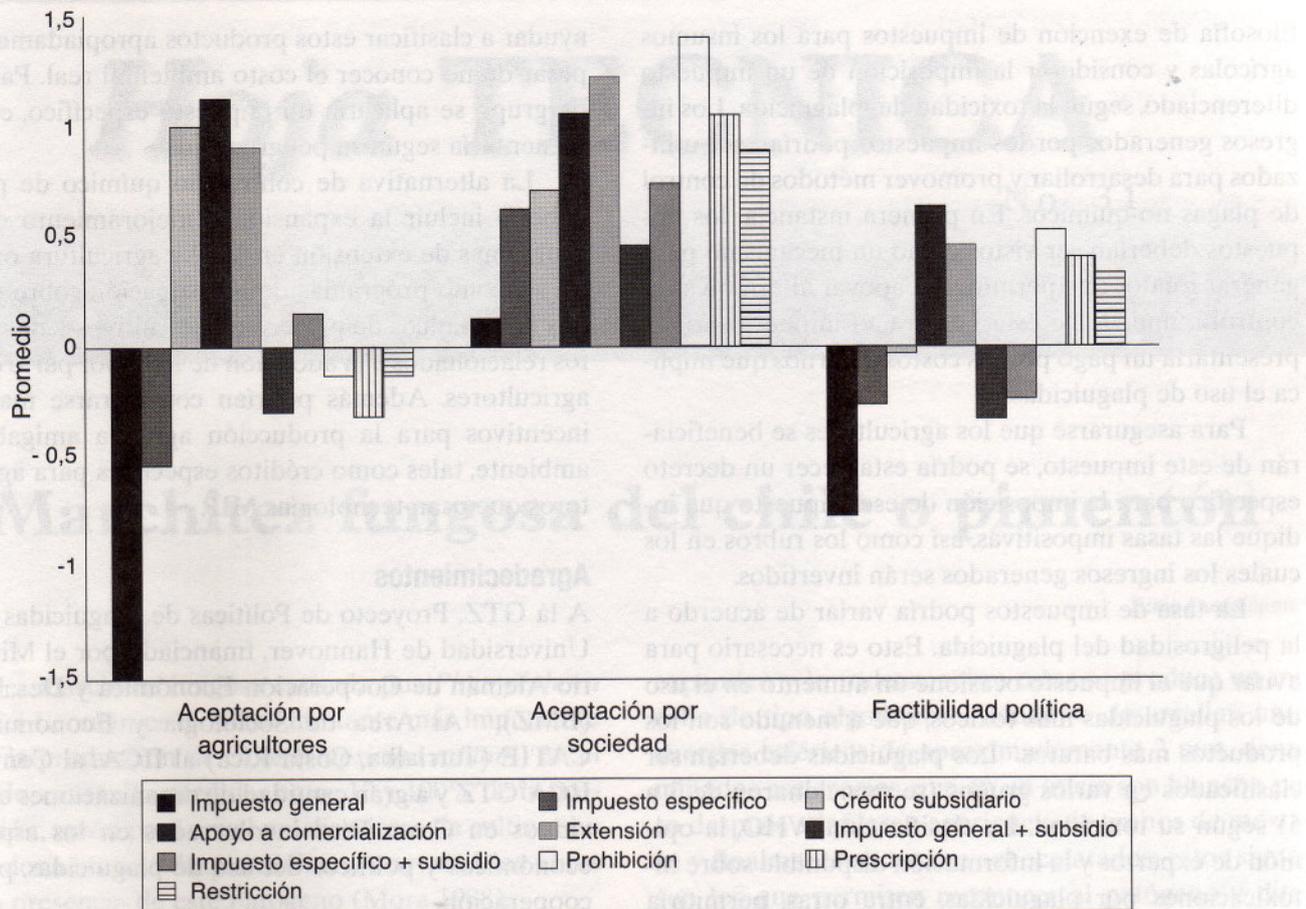


Figura 4. Efecto de varias medidas políticas, según evaluación realizada por expertos.



**Figura 5.** Aceptación esperada de medidas políticas por parte de agricultores, de la sociedad y su viabilidad política, según evaluación realizada por expertos.

algunos de los participantes:

- Apoyo a investigación en MIP
- Capacitación de agricultores
- Capacitación de consumidores,
- Prohibición de anuncios de plaguicidas, y
- Concientización sobre salud laboral en organizaciones de trabajadores rurales.

La evaluación de las medidas políticas demostró una fuerte creencia de su capacidad reguladora. Sin embargo, sorprende que los costos administrativos asociados a las medidas reguladoras fueron evaluados como no significativos. Esto confirma lo observado frecuentemente, de que los especialistas en el tema generalmente no consideran los costos de la implementación de las medidas reguladoras, a pesar de que la supervisión es un aspecto requerido por la legislación y que es costoso.

El análisis mostró que los factores institucionales y la carencia de información son los aspectos que tienen mayor influencia en el uso de plaguicidas. Los expertos en fitoprotección identificaron los problemas

para la implementación de una legislación de plaguicidas como el factor que más estimula en el uso de estos productos y que limita la adopción de MIP. Esto se debe a la carencia de fondos y a la falta de coordinación entre las agencias gubernamentales responsables y en parte es muy difícil controlar el cumplimiento de la legislación, debido a la gran cantidad de personas involucradas en el uso y comercialización de estos productos. Por ejemplo, la prohibición de plaguicidas, puede lograrse mediante el control de importaciones de estos productos, mientras que otras medidas como restricciones en su uso o regulaciones para lograr un uso más racional, son más difíciles de implementar. Los expertos en fitoprotección todavía favorecen el concepto regulatorio de estas medidas, aún cuando reconocen serias dificultades en la aplicación de la legislación.

### Conclusiones

El análisis de datos secundarios y de los resultados del Taller del IICA plantean la necesidad de modificar la

filosofía de exención de impuestos para los insumos agrícolas y considerar la imposición de un impuesto diferenciado, según la toxicidad del plaguicida. Los ingresos generados por los impuestos podrían ser utilizados para desarrollar y promover métodos de control de plagas no-químicos. En primera instancia, los impuestos deberían ser vistos como un mecanismo para generar fondos que permitieran apoyar alternativas al control químico. De esta manera, el impuesto no representaría un pago por los costos externos que implica el uso de plaguicidas.

Para asegurarse que los agricultores se beneficiarán de este impuesto, se podría establecer un decreto específico para la imposición de ese impuesto que indique las tasas impositivas, así como los rubros en los cuales los ingresos generados serán invertidos.

La tasa de impuestos podría variar de acuerdo a la peligrosidad del plaguicida. Esto es necesario para evitar que el impuesto ocasione un aumento en el uso de los plaguicidas más tóxicos, que a menudo son los productos más baratos. Los plaguicidas deberían ser clasificados en varios grupos (se mencionaron de 3 a 5) según su toxicidad. La clasificación WHO, la opinión de expertos y la información disponible sobre intoxicaciones por plaguicidas, entre otras, permitiría

ayudar a clasificar estos productos apropiadamente, a pesar de no conocer el costo ambiental real. Para cada grupo se aplicaría un impuesto específico, el cual aumentaría según su peligrosidad.

La alternativa de control no químico de plagas debería incluir la expansión y mejoramiento de los programas de extensión en MIP y agricultura orgánica, así como programas de investigación sobre métodos no químicos de protección de cultivos y de aspectos relacionados a la adopción de MIP por parte de los agricultores. Además podrían considerarse mayores incentivos para la producción agrícola amigable al ambiente, tales como créditos especiales para agricultores que usan tecnologías MIP.

### Agradecimientos

A la GTZ, Proyecto de Políticas de Plaguicidas de la Universidad de Hannover, financiado por el Ministerio Alemán de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ). Al Area de Sociología y Economía del CATIE (Turrialba, Costa Rica) al IICA, al Convenio IICA/GTZ y a gran cantidad de organizaciones e individuos en Costa Rica involucrados en los aspectos económicos y políticos del uso de plaguicidas, por su cooperación.

### Literatura citada

- AGNE, S. 1996. Economic Analysis of Crop Protection Policy in Costa Rica. Hannover, Alemania, Pesticide Policy Project. Publication Series No. 4.
- ARAUZ, L.F.; CARAZO, E.; MORA, D. 1983. Diagnóstico del uso y manejo de plaguicidas en las fincas hortícolas del Valle Central de Costa Rica. Preliminar de Informe. *Agronomía y Ciencia* 1 (3):37-49.
- CASTRO CORDOBA, R. 1995. Estudio diagnóstico sobre la legislación de plaguicidas en Costa Rica. San José, Costa Rica, Ministerio de Salud/OPS. sp.
- CHAVERRI, F.; BLANCO, J. 1995. Importación, formulación y uso de plaguicidas en Costa Rica. Período 1992 - 1993. Informe final del proyecto MASICA / OPS. Heredia, Costa Rica, Programa de Plaguicidas, UNA. sp.
- CORDERO, A.; RAMIREZ, G. 1979. Acumulamiento del cobre en los suelos del Pacífico Sur de Costa Rica y sus efectos detrimentales en la agricultura. *In Agronomía Costarricense* 3: 63-78.
- GARCIA, J. 1992. Límites máximos de residuos de plaguicidas en productos alimentarios de origen vegetal: situación en Costa Rica. *In Agronomía Costarricense* (19)1:
- GARCIA, J. 1999. Introducción a los plaguicidas. San José, Costa Rica, EUNED.
- KENMORE, P.E. 1996. Integrated Pest Management in Rice. *In* Persley, G.J. Ed. *Biotechnology and Integrated Pest Management* London, CABI.
- RAMIREZ, A.L.; RAMIREZ, C.M. 1980. Esterilidad masculina causada por la exposición laboral al nematocida 1,2-dibromo-3-cloropropano. *Acta Med. Cost.* 23 (3): 219-222.
- THRUPP, L.A. 1989. Direct Damage: DBCP Poisoning in Costa Rica. *In Dirty Dozen*. Campaigner.
- THRUPP, L.A. 1991. Long-Term Losses from Accumulation of Pesticides Residues: a Case of persistent copper toxicity in soils of Costa. *In Geoforum* 22: 1-15.
- VON DUSZLEN, J.; VERENO, I.; WIELAND, T. 1995. Qualitätskontrolle von Pflanzenschutzmitteln aus GTZ-Pflanzenschutzprojekten. *In Entwicklung + Ländlicher Raum* 29(1):16-19.

# Influencia de varios regímenes de uso de plaguicidas sobre la entomofauna de tomate en las tierras altas de Ecuador

Kirsten Probst\*  
L. Pülschen\*\*  
J. Sauerborn\*\*\*  
C.P.W. Zebitz\*\*\*\*

**RESUMEN.** En Jubones, Provincia del Azuay, Ecuador se estudió la abundancia de los insectos plaga y benéficos más importantes de tomate, manejado bajo diferentes regímenes de aplicación de plaguicidas (Sitio A = intensidad baja, Sitio B = intensidad alta y Sitio C = intensidad media). Las plagas más importantes fueron: *Spodoptera* spp., *Scrobipalputa absoluta*, *Liriomyza trifolii*, *Melanogromyza tomatarae* y *Prodidiplosis longifila*. Los insectos benéficos más abundantes fueron: *Labidura riparia*, numerosas arañas, especialmente arañas lobo (Lycosidae), escarabajos de tierra (Carabidae), hormigas (*Solenopsis* y *Pheidole* spp.) y libélulas. Se describen las características más importantes y también se discute su abundancia en cada uno de los sitios evaluados. A pesar del uso frecuente de insecticidas en el sitio B, no se logró una reducción significativa de las poblaciones. Las poblaciones de enemigos naturales fueron diferentes significativamente en el sitio manejado con baja intensidad de plaguicidas, con respecto al de alta intensidad; excepto para *L. riparia* y *Solenopsis* y *Pheidole*.

**Palabras clave:** Tomate, Plagas, Insectos benéficos, Plaguicidas, Ecuador.

**ABSTRACT.** Influence of several pesticide use regimes on the entomofauna of tomato on high lands in Ecuador. In Jubones, Azuay Province, Ecuador, the abundance of the most important pest and beneficial insects on tomato, managed under different pesticide application regimes was studied (Site A = low intensity, Site B = high intensity and Site C = medium intensity). The most important pests were *Spodoptera* spp., *Scrobipalputa absoluta*, *Liriomyza trifolii*, *Melanogromyza tomatarae* and *Prodidiplosis longifila*. The most abundant beneficial insects were: *Labidura riparia*, numerous spiders, especially wolf spiders (Lycosidae), ground beetles (Carabidae), ants (*Solenopsis* and *Pheidole* spp.) and dragonflies. The most important characteristics are described and their abundance in each of the sites evaluated is discussed. Despite the frequent use of insecticides in Site B, a significant reduction in the populations was not obtained. The populations of natural enemies were significantly different comparing the site of low pesticide intensity to the high intensity site; except for *L. riparia*, *Solenopsis* and *Pheidole*.

**Key words:** Tomato, Pests, Beneficials, Pesticides, Ecuador.

## Introducción

Con el inicio de la explotación petrolera en el Amazonas, Ecuador ha experimentado un auge económico que ha acelerado la modernización de su agricultura en los últimos decenios (Greiling-Geister 1981). Como consecuencia se ha adoptado una agricultura de altos insumos, basada en el uso de fertilizantes, plagui-

cidas, variedades mejoradas y riego especialmente, para cultivos de exportación producidos en la zona costera del Pacífico (Pérez de Sevilla 1987).

La agricultura tradicional de las zonas altas de los Andes, también ha sido influenciada por esta tendencia de modernización.

Generalmente, los pequeños agricultores de la

Recibido: 14/11/97. Aprobado: 26/11/99.

\* Universidad de Hohenheim, Comunicación y Extensión Agrícola (430 A), D-70593 Stuttgart, Alemania. EMail: kprobst@uni-hohenheim.de

\*\* Universidad de Giessen, Producción Vegetal en los Trópicos, Schottstr. 2, D-35390 Giessen, Alemania.

\*\*\* Universidad de Hohenheim, Producción Vegetal en los Trópicos (380), Kirchnerstr. 5, D-70593 Stuttgart, Alemania.

\*\*\*\* Universidad de Hohenheim, Fitomedicina (360), Otto-Sander-Str. 5, D-70593 Stuttgart, Alemania.

Sierra producen papas, granos (maíz, trigo, cebada), hortalizas y frutas, destinados al autoconsumo y al comercio en mercados locales. A pesar de la poca mecanización, los productos agroquímicos son muy utilizados, particularmente, con hortalizas económicamente rentables, como el tomate (*Lycopersicon esculentum*). El fácil acceso a los plaguicidas, la poca capacitación sobre su uso seguro y la escasez de personal capacitado para apoyar a los agricultores e implementar alternativas al control químico, ha provocado la difusión del uso incorrecto de estos productos en Ecuador (Stansly y Pérez de Sevilla 1990, Pérez de Sevilla 1987, The Pesticide Trust 1993). Además del efecto negativo en la salud de los consumidores y productores, el abuso en el uso de plaguicidas afecta el ambiente y los sistemas agrícolas (p.e. desarrollo de resistencia por parte de algunas plagas, desaparición de insectos benéficos y surgimiento de plagas secundarias), disminuyendo la productividad del agroecosistema. Pero a pesar del aumento continuo en la aplicación de plaguicidas en Ecuador, no existe un monitoreo regular para determinar los niveles de envenenamientos agudos y crónicos y del impacto de estas sustancias en el ambiente.

Un estudio de residuos de plaguicidas en productos comercializados en mercados de Quito, Ecuador, reveló que el nivel promedio de metamidofós en tomate fue mayor a 15 ppm (The Pesticide Trust 1993, Hidalgo 1980) siete veces más alto que el límite señalado por la FAO (Bolaños de Montero *et al.* 1980).

Con base en la situación de uso de plaguicidas en Ecuador se realizó este estudio con el objetivo de hacer una evaluación de las especies de insectos, tanto plagas como benéficos en el cultivo de tomate, en parcelas de pequeños agricultores, quienes realizan aplicaciones calendarizadas de plaguicidas durante todo el año y determinar el efecto de tres regímenes de uso de plaguicidas en las principales plagas y sus enemigos naturales.

## **Materiales y métodos**

### **Area de estudio**

La toma de información de campo y toma de muestras se realizó entre febrero y mayo de 1994, en el Sur de la Sierra de Ecuador, Jubones, Provincia de Azuay. Jubones es una aldea con aproximadamente 50 familias. Se localiza a 3°20' latitud sur, 79°17' longitud oeste en el Valle de Yunquilla a 1000 msnm, en la confluencia de los ríos León y Rircay, los cuales drenan la cordillera oeste de la Sierra y han formado un paisaje de te-

rrazas. En la zona predominan los suelos calcáreo, con un alto contenido de arcilla. Estos son principalmente clasificados como Vertisol, Urtisole y Ustropept (CREA 1984). El clima es tropical-árido con una precipitación media anual de 200 mm, y la temporada de lluvia es de enero a abril (Centro de Agricultura Biológica 1992, sin publicar). El riego es indispensable para la producción agrícola y el agua de los ríos es utilizada para este propósito. Los agricultores residentes poseen entre 1 y 7 ha, utilizadas especialmente para la producción de cebolla y tomate los cuales son comercializados en mercados locales.

### **Recolección y análisis de la información**

Para obtener la información sobre las variables que afectan los principales insectos plagas y sus enemigos naturales en el cultivo de tomate, se realizaron encuestas sobre el sistema de cultivo y las prácticas fitosanitarias. También se registró la precipitación y temperatura máximas y mínimas y se determinó la vegetación asociada al cultivo de tomate. Para determinar las especies de artrópodos presentes en la zona, se hicieron capturas utilizando una red entomológica, trampas "Malaise", trampas amarillas, trampas de suelo y trampas de luz.

También se realizó un monitoreo de la actividad de los artrópodos mediante trampas de suelo y trampas amarillas situadas en tres parcelas de tomate, con diferentes niveles de uso de plaguicidas (Sitio A - baja intensidad; sitio B - alta intensidad; sitio C: mediana intensidad). La distancia entre los sitios A y B fue de 500 m y entre el sitio B y C de 250 m. La evaluación de campo se llevó a cabo en dos épocas sucesivas, al final de la temporada húmeda comparando dos de los tres sitios en estudio al mismo tiempo (comparación de sitios A y B de 5 abril-25 abril, y comparación de los sitios B y C del 26 abril-5 de mayo).

Las trampas de suelo consistieron en recipientes redondos de plástico blancos (8,5 cm de diámetro x 11 cm de altura). Las trampas amarillas fueron confeccionadas con recipientes redondos y plásticos (19,5 cm de diámetro 6,5 cm de altura) colocadas a 1 m del suelo. Ambos tipos de trampas contenían 4% de formalina más detergente y fueron cambiadas cada 3 - 4 días. La descripción de los sitios de estudio, el período de muestreo y el número de trampas colocadas (repeticiones) se presentan en el Cuadro 1.

La identificación taxonómica se realizó con apoyo de especialistas y de literatura (Müller 1990, Chinery 1993). Se dió énfasis a la identificación de

**Cuadro 1.** Información de los sitios de estudio A (baja densidad de uso de plaguicidas), B (alta intensidad de uso de plaguicidas) y C (intensidad media de plaguicidas) de acuerdo a sus características y períodos de evaluación en Jubones, Ecuador.

Información	Sitios		
	A	B	C
Area de evaluación	0,15 ha	0,33 ha	0,15 ha
Ubicación	Terrazas altas del Río Rircay	Terrazas bajas del Río León	Terrazas bajas del Río Rircay
Cultivo	Tomate var. Caribe con hileras de maíz	Tomate var. Duke con hileras de maíz	Tomate var. Duke
Régimen de aplicación de plaguicidas	Las aplicaciones de plaguicidas se suspendieron un mes antes del inicio de la evaluación en el campo	Aplicaciones cada 5-8 días: Las combinaciones de plaguicidas contienen una alta porción de insecticidas de amplio espectro (ej. metamidofos, profenofos)	Los tomates son asperjados en intervalos de 5-8 días: Se evita la combinación de plaguicidas, y se utilizan menos productos de amplio espectro, se prefiere <i>Bacillus thuringiensis</i>
Fechas muestreo	5 abril – 25 abril	5 abril – 25 abril y 26 abril – 5 mayo	26 abril – 5 mayo
No. de trampas de suelo	6	6	4
No. de trampas amarillas	5	5	3

insectos y artrópodos depredadores. La identificación taxonómica de otros insectos se realizó generalmente hasta familia, debido a las dificultades para su identificación.

La diferencia entre los sitios de estudio con respecto a la presencia de enemigos naturales seleccionados se sometió a una prueba de significancia (prueba del rango de suma de Wilcoxon,  $P < 0,05$ ).

En el análisis de la información obtenida se consideró además del contraste del régimen de aplicación de plaguicidas, otras diferencias adicionales concernientes a las condiciones del ambientales de cada sitio (p.e. estructura del suelo, frecuencia de riego, crecimiento de malezas) y los períodos de estudio fueron cortos.

## Resultados y discusión

**Sistema de cultivo.** En Jubones, los agricultores producen cebolla y tomate durante todo el año. Se cultivan cuatro ciclos de cebolla y posteriormente un ciclo de tomate. Debido al aumento de problemas fitosanitarios en este cultivo del tomate, algunos agricultores comenzaron a incluir en su rotación el chile picante (*Capsicum annuum* L., Solanaceae) a pesar que este producto es menos rentable que el tomate. Además, ellos producen maíz dulce, frijoles, yuca, papa, mango y limón. Generalmente, siembran surcos de maíz dentro

de las parcelas de tomates como barrera contra vientos. Las variedades de tomate 'Duke' y 'Caribe' (ambas de Petoseed, California) son las más usadas a pesar de no ser resistentes a *Meloidogyne incognita*, el cual es una de las plagas más severas en esta región. Durante la temporada seca, las plantaciones de tomate se riegan cada 3 días, mientras que en la temporada húmeda el intervalo entre riegos es de 1 a 2 semanas. Para la fertilización, generalmente utilizan urea y un fertilizante (NPK) 10-30-10. La siembra se realiza manualmente y representa una de las prácticas más importantes junto con el riego y la aplicación de plaguicidas.

Los insectos y nematodos constituyen el principal factor limitante para la producción de tomate en la zona de Jubones. También algunas enfermedades (p.e. *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, *Fusarium oxysporum* Schlecht., *Alternaria solani* (Eil. Et Mart.) Sor. y *Rhizoctonia solani* Kühn) afectan la producción de tomate durante la temporada de lluvia. Sin embargo, algunos agricultores siembran este cultivo durante esta temporada para aprovechar los precios altos. En este cultivo, los agricultores aplican insecticidas o mezclas de insecticidas-fungicidas de 2-3 veces por semana, en esta época sin considerar la incidencia de las plagas o umbrales económicos. En la época seca hacen aplicaciones una vez por semana. Ellos generalmente utilizan los productos recomendados por los

vendedores, quienes en muchos casos han recibido muy poca capacitación específica sobre las principales plagas y por tanto, tienden a recomendar productos de amplio espectro. Las plaguicidas más usados en Jubones son metamidofos, metomil, carbofurán, dimetoato y profenofos. Muchos de ellos altamente tóxicos, según la clasificación de la OMS (Cuadro 2). Los agricultores mezclan varios productos en recipientes plásticos con capacidad de 200 L. Dependiendo de la etapa fenológica del cultivo, utilizan en cada aplicación de 300-600 L/ha. Para las aplicaciones se usan bombas de espalda de 20 L de capacidad. Estos plaguicidas, muchos de los cuales son altamente tóxicos, son manipulados sin la protección adecuada y sin conocimiento sobre sus efectos secundarios para la salud y el ambiente. Por ejemplo, se observó que en la mayoría de los casos, las instrucciones que aparecen en las etiquetas no fueron consideradas o entendidas. El equipo de protección no es utilizado debido a su costo y porque lo consideran poco cómodo e inadecuado para el clima en Jubones. Los empaques y recipientes de los plaguicidas son regularmente dejados en las plantaciones después de las aplicaciones. Los equipos son lavados en los canales de riego, a pesar de que esta agua también es ingerida y usada para la preparación de alimentos y propósitos sanitarios.

**Cuadro 2.** Nombres comerciales e ingrediente activo de los plaguicidas frecuentemente aplicados en cebolla y tomate y su toxicidad, según la clasificación de la OMS. Jubones, Ecuador.

Insecticidas	Nematicidas	Fungicidas	Categoría
Monitor, Pillaron (metamidofos)	Temik* (aldicarb)		I a (extremadamente tóxico)
Lannate (metomil)	Furadan (carbofurán)		I b (altamente tóxico)
(aldrin)			
Curacron (profenofos)			II (moderadamente tóxico)
Vexter (clorpirifos)		Brestan,	
Dimepac (dimetoato)		Brema (fentinacetat)	
Ambush (permetrina)			
Campo-Kill (cipermetrina)			
Decis (deltrametrina)			
Dominex (alfametrina)			
Thiodan (endosulfán)			
Padan (cartap)			
Evisect (tiociclam)			
Malathion (malation)		Ridomil (metalaxil)	III (ligeramente tóxico)
Dimilin (diflubenzuron)		Polyram (maneb)	Productos que no presentan
		Aamanzin, Manzate	peligro en su uso normal
		Triziman D (mancozeb)	
		Antracol (propineb)	
		Patafol (ofurace)	
		Rhodax (fosetil)	
		Captan	

\* Oficialmente prohibido en Ecuador desde setiembre 1991.  
(Fuente: Royal Society of Chemistry 1993)

**Principales plagas y su manejo.** Las plagas más importantes en las plantaciones de tomate durante esta evaluación fueron *Spodoptera* spp. (Lepidoptera: Noctuidae), *Scrobipalpula absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae), *Liriomyza trifolii* Burgess (Diptera: Agromyzidae), *Melanogromyza tomatarae* Steyskal (Diptera: Agromyzidae), *Prodiplosis longifila* Gagné (Diptera: Cecidomyiidae) y *Meloidogyne incognita* (Kofoi y White) (Nematoda: Heteroderidae) (Cuadro 3). El control químico de muchas de estas plagas no es el adecuado porque no se consideran algunos aspectos claves de la biología de cada especie. Por ejemplo, la aplicación de insecticidas cuando los huevos y larvas están protegidos del contacto directo del producto. Los agricultores usualmente aplican insecticidas sistémicos para el control de las especies de minadores, pero esto no es eficaz porque la plaga puede desarrollar resistencia a los químicos, como se informó para *S. absoluta* y *L. trifolii*. Además la mayoría de estas plagas son polípagas y entre sus hospedantes están muchas especies de plantas presentes en Jubones (Cuadros 3 y 4), lo cual asegura una propagación continua, aún en las épocas cuando se siembra menos tomate. Pero las razones que ocasionan que el control no sea eficaz son complejas y podrían ser atribuidas a diversos factores, por ejemplo, la falta de una mejor

**Cuadro 3.** Insectos plaga más importantes en el cultivo del tomate en Jubones, Ecuador.

Plagas	Daños y síntomas	Minas	Pupa en el suelo	Resistencia a plaguicidas	Polífagas
<i>Spodoptera</i> spp.	Larvas se alimentan principalmente del follaje, pero también pueden permanecer y alimentarse en el interior de los frutos. Las larvas, totalmente crecidas, devoran completamente el follaje dejando solamente los tallos principales.		+		+
<i>Scrobipalpula absoluta</i>	Larvas minan todas las partes vegetativas de la planta. La presencia de minas entre la epidermis superior e inferior es un síntoma típicos del daño al follaje.	+	+	+	
<i>Liriomyza trifolii</i>	Los adultos perforan las hojas, donde se alimentan y ovipositan). El mayor daño es causado por las larvas, las cuales construyen túneles en los mesófilos de la hoja y minan en forma serpenteada.	+	+	++	+
<i>Melanogromyza tomaterae</i>	Las larvas perforan los tallos del tomate, causando debilitamiento de la planta y quebrando los tallos.	+			
<i>Prodioplosis longifila</i>	Las larvas son gregarias y dañan los brotes en crecimiento. La alimentación de las larvas produce deformaciones en las hojas nuevas y permite la entrada de hongos.		+		+
<i>Meloidogyne incognita</i>	Tubérculos irregulares producidos por una hipertrofia de la corteza de la raíz y formación de agallas en el periciclo, lo que causa problemas en el crecimiento de la planta o incrementa la susceptibilidad a la deficiencia del agua.				+

rotación de los cultivos, la siembra de tomate en la temporada de lluvia, la disponibilidad permanente de hospedantes alternos y al uso excesivo de plaguicidas de amplio ámbito.

- *S. absoluta*. Es una de las plagas más importantes del tomate aunque también ataca otros cultivos. Localmente es conocida como minador o enrollador de la hoja y polilla o cogollero del tomate. Su presencia ha sido enfocada en plantaciones ubicadas entre 1000 y 1500 msnm, en las cordilleras de América del Sur (Chile, Argentina, Perú, Bolivia, Ecuador, Colombia y Venezuela) (Povolny 1975). En este estudio se hizo su captura mediante trampas de luz (provisionales) siendo mayor la captura de adultos en la parcela 'C'. En Jubones esta plaga está presente durante todo el año y posiblemente, la aplicación frecuente de insecticidas sobre grandes áreas, ha provocado el desarrollo de resistencia a los plaguicidas utilizados. Esto fue informado por Prada y Gutiérrez (1994) en un estudio realizado bajo condiciones similares en el Valle de Cauca, en las laderas de la parte central y oeste de los Andes

Colombianos (1000 msnm, temperatura media anual de 18-22°C).

- *L. trifolii*. Considerada una plaga cosmopolita que se alimenta de gran cantidad de plantas ornamentales y hortalizas. Es un insecto altamente polífago que se ha dispersado a nuevas áreas mediante materiales infectados y en los últimos años ha aumentado significativamente el ámbito de hospedantes. En el tomate, este insecto es considerado una plaga secundaria. Sin embargo, debido a las aplicaciones calendarizadas de insecticidas de amplio espectro para el control de lepidopteros plaga (*S. absoluta* y *Spodoptera* spp.) se han eliminado sus enemigos naturales produciendo altas densidades de *L. trifolii* (Johnson *et al.* 1983, Schuster y Everett 1983, Schuster *et al.* 1991). Además esta especie tiene gran capacidad para desarrollar resistencia a insecticidas. En el decenio de los 70, en Florida, se utilizaron gran cantidad de insecticidas incluyendo organofosforados, carbamatos, piretroides y organoclorados para el control de esta plaga. Sin embargo, en condiciones de campo, la eficacia de estos productos en

**Cuadro 4.** Plantas hospedantes de los insectos plaga más importantes del cultivo del tomate en Jubones, Ecuador.

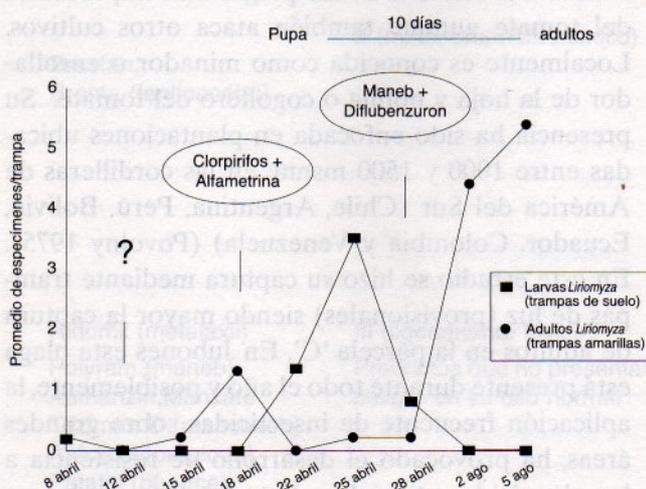
Hospedante	<i>M. incognita</i>	<i>L. trifolii</i>	<i>P. longifila</i>	<i>S. absoluta</i>
<i>Amaranthus spinosus</i> (Amaranthaceae)	+	+		
<i>Bidens pilosa</i> (Asteraceae)	+	+		
<i>Chenopodium album</i> (Chenopodiaceae)		+	+	
<i>Citrus</i> spp. (Rutaceae)			+	
<i>Commelina diffusa</i> (Commelinaceae)	+			
<i>Echinochloa colonum</i> (Poaceae)	+			
<i>Eleusine indica</i> (Poaceae)	+	+		
<i>Galinsoga parviflora</i> (Asteraceae)	+			
<i>Phaseolus</i> spp. (Fabaceae)	+		+	
<i>Ricinus communis</i> (Euphorbiaceae)			+	
<i>Solanum nigrum</i> (Solanaceae)	+		+	+
<i>Sonchus</i> spp. (Asteraceae)		+		

(Fuente: Gómez-Aristizábal y Rivera Posada 1987, Kranz *et al.* 1979, Parrella 1987, Gagné 1986, Povoln\_ 1975, Schuster *et al.* 1991)

promedio no duró más de tres años (Parrella *et al.* 1984). Schuster y Everett (1983) en una evaluación de insecticidas para el control de esta plaga en tomate concluyeron que la aplicación de cipermetrina en cualquier fórmula o de metamidofos, ambos usados frecuentemente en Jubones, no redujo la cantidad de minadores de hojas. La tolerancia de *L. trifolii* a insecticidas, es posiblemente, la razón por la cual ha logrado colonizar los agroecosistemas de *L. sativae*, un minador de hoja más susceptible a los insecticidas y con gran cantidad de hospedantes (Parrella 1987, Zehnder y Trumble 1984). Las observaciones sobre la dinámica de población de *L. trifolii* en las plantaciones de tomate ubicadas en el sitio 'B', indican que la resistencia de esta plaga a los insecticidas es posiblemente la causa de la falta de un control eficaz en Jubones. En las trampas colocadas bajo las plantas de este cultivo se encontraron larvas emergiendo de las hojas para pupar en el suelo, mientras que los adultos fueron capturados en trampas amarillas. Los resultados (Fig. 1) confirman que las aplicaciones de plaguicidas no influyeron significativamente en el desarrollo de esta plaga. El tiempo de desarrollo de *L. trifolii* depende considerablemente de la temperatura y de la presencia de plantas hospedantes. En Jubones, las temperaturas son altas y constantes durante todo el año; durante esta evaluación el promedio fue de 25°C. También el ciclo de vida de este insecto disminuye con la temperatura, pasando de 48 días a 15°C a 24 días a 25°C (Minkenberg 1988); por tanto, en Jubones el ciclo es corto, determinándose una duración de la etapa de crisálida (desde la salida de la mayoría de las larvas

de plantas hasta la actividad máxima de las moscas adultas), de aproximadamente 10 días (Fig. 1).

- *M. tomatarae*. El barrenador, como se conoce esta plaga, fue descrita originalmente en Colombia y Ecuador (Steyskal 1972). En Jubones, las moscas adultas no fueron capturadas con ninguno de los métodos de muestreo empleados, pero fueron extraídas como larvas en los tallos de plantas de tomate. En las plantas del sitio A (baja intensidad de plaguicidas) la infestación era alta, observándose varias larvas alimentándose y pupando en una sola planta. Esta situación es poco común ya que las especies de *Melanogromyza* se alimentan individualmente (Spencer 1994, *Com. personal*). Hay muy poca información sobre esta especie y es necesario



**Figura 1.** La dinámica de población de *Liriomyza trifolii* en el sitio de 'B' (alta intensidad de aplicación de plaguicidas).

Las flechas denotan las fechas de aplicación de plaguicidas.

continuar los estudios sobre su biología y el efecto de los plaguicidas en las condiciones de Jubones.

- *P. (Geisenheyneia) longifila*. Conocida en la zona como liendrilla y la negrita. Esta mosquita polífaga neotropical, es considerada plaga desde 1984, por los considerables daños que causa en la producción de limón lima (*Citrus latifolia* Tan.) en el sur de Florida (Gagné 1986). Su presencia ha sido informada en Colombia, Ecuador (Merom *et al.* 1992), y Perú, donde las larvas ocasionan daños a los brotes de muchas especies de plantas incluyendo tomate, alfalfa y papa (Cuadro 4). En Jubones, los agricultores han informado daños en tomate desde 1991, pero no han logrado controlarla con la aplicación de insecticidas. Los adultos de *P. longifila* se capturaron con trampas amarillas en todos los sitios de estudio. No obstante, a que Peña y Duncan (1992) señalaron que las trampas anaranjadas y rojas podrían ser más atractivas a este insecto. Generalmente, esta especie prefiere las áreas húmedas, siendo más abundante en esa época y la mayor actividad de adultos se observó desde el atardecer hasta 11 pm., cuando la humedad relativa en las plantaciones aumentó (Peña y Duncan 1992). Las temperaturas mínimas en Jubones (17-20°C) durante el período de mayor actividad del insecto corresponden a las temperaturas óptimas para los adultos de esa especie (Peña *et al.* 1989).

Otras plagas de insectos de menor importancia fueron *Diabrotica* sp. y *Epitrix* sp. (Coleoptera: Chrysomelidae), las cuales se alimentan de las hojas del tomate más cercanas al suelo y en algunos casos pueden transmitir virus.

Las trampas que se utilizaron en este estudio (trampas amarillas y trampas de suelo), no eran apropiadas para un análisis cuantitativo de la abundancia

de todas las plagas. Los adultos de *M. tomatara* no fueron capturados con ninguno de los métodos de muestreo empleados. Para la captura de *S. absoluta* se necesitan trampas de luz que no fueron utilizadas en todo el estudio. Solamente las moscas de *L. trifolii* y *P. longifila* fueron capturadas con trampas amarillas, aunque en el caso de *P. longifila* las trampas anaranjadas y rojas deberían ser más atractivas (Peña y Duncan 1992).

Las variaciones observadas con respecto al número de adultos de *P. longifila* (Cuadro 5) en las trampas amarillas de la parcela "A" (s=3,56) coinciden con los resultados de Peña y Duncan (1992) quienes determinaron una distribución en masa de estas moscas.

La abundancia de *L. trifolii* en el campo "B" fue más alta en el segundo periodo del estudio (26 Abril-5 Mayo 1994) (Cuadro 5). Esta propagación se observó no solo en el sitio "B", sino también en el sitio "C", lo que indica que posiblemente el uso frecuente de insecticidas ha favorecido la sincronización de la dinámica de población de esta especie.

### Principales insectos benéficos

En el agroecosistema evaluado, la tijerata rayada (*Labiduria riparia* Pallas), varias especies de arañas, especialmente la lobo (Lycosidae), escarabajos de tierra (Carabidae) y hormigas (*Solenopsis* y *Pheidole* spp.) fueron los depredadores más importantes a nivel del suelo (Cuadro 6). Debido a que muchas plagas presentes en tomate pupan en la tierra (*S. absoluta*, *Spodoptera* spp., *P. longifila*, *L. trifolii*) (Cuadro 3), los depredadores del suelo juegan un papel muy importante en la regulación de las poblaciones de estos insectos. *L. riparia* y las hormigas fueron observadas atacando capullos bajo tierra. Lee *et al.* (1990) informó que *Solenopsis* y *Pheidole* spp. son eficaces como

**Cuadro 5.** Abundancia de *Prodiplosis longifila* y *Liriomyza* plantaciones de tomate según régimen de aplicación de plaguicidas en los sitios A (baja intensidad), B (alta intensidad) y C (intensidad media) en Jubones, Ecuador (Promedio de individuos encontrados en trampa amarilla cada 3-4 días de intervalo).

Plagas	Fechas de muestreo y sitio			
	5 Abril-25 Abril 1994		26 Abril-5 Mayo 1994	
	A	B	B	C
	Intensidad de aplicación de plaguicida:			
	baja	alta	alta	mediana
<i>P. longifila</i>	5,84* (s=3,56)	0,67* (s=0,2)	1,07 (s=1,15)	1,11 (s=1,35)
<i>L. trifolii</i>	0,28 (s=0,3)	0,24 (s=0,09)	3,33 (s=1,51)	2,11 (s=1,35)

Diferencias significativas entre los sitios de estudio están marcadas con asteriscos. (Wilcoxon rank sum test, \*P<0,05). S = desviación estándar

**Cuadro 6.** Artrópodos benéficos encontrados en el agroecosistema de tomate evaluado. Jubones, Ecuador.

Orden	Familia	Especie
Araneae	Araneidae	
	Theridiidae	
	Linyphiidae	
	Lycosidae	
	Salticidae	
	Oxyopidae	
	Amaurobiidae	( <i>Goeldia</i> sp.)
	Gnaphosidae	( <i>Camillina</i> sp.)
Dermaptera	Labiduridae	( <i>Labidura riparia</i> Pallas)
Coleoptera	Carabidae	
Hymenoptera	Formicidae	( <i>Solenopsis/Pheidole</i> spp.)
		( <i>Odontomachus bauri</i> Emery)
		( <i>Polistes</i> sp.)
	Vespidae	
	Microhimenópteros parásitos (no determinados)	
Odonata	Anisoptera	( <i>Pantala flavescens</i> , <i>Orthemis ferruginea</i> Fabr., <i>Erythrodiplax fusca</i> Rambur, <i>Dythemis</i> sp.)
	Zygoptera	( <i>Ischnura</i> sp.)

depredadores de pupas, en condiciones en las que no hay disponibilidad de otros alimentos.

- *L. riparia*. Descrita por Pallas en 1773 como *Forficula riparia* (Tawfik *et al.* 1972). Esta especie generalmente prefiere el clima cálido y su distribución incluye varios países de Europa, Asia, Africa y América. A pesar de que la presencia de *L. riparia* no ha sido informada en Ecuador, la abundancia en Jubones no fue una sorpresa, debido a su presencia en Colombia, Venezuela, Argentina, Brasil y Chile (Meineke 1994, *Com. personal*). Este insecto es particularmente abundante en los terrenos arenosos y húmedos, por ejemplo en áreas costeras, riberas de los ríos y campos con riego donde el insecto se refugia en las lomas que no se inundan (Tawfik *et al.* 1972, Shepard *et al.* 1973). *L. riparia* es exclusivamente zoófago y su dieta se compone de gran diversidad de presas (incluyendo huevos, larvas y pupas de Lepidoptera, Diptera y Coleoptera) (Tawfik *et al.* 1972). Este insecto está continuamente buscando presas y por tanto reacciona a incrementos en la población (respuesta funcional), lo cual lo

convierte en el depredador más importante para este agroecosistema (Price y Sheppard 1978).

- Entre los insectos aéreos, las libélulas (Odonata) son enemigos naturales potenciales. Los adultos se alimentan principalmente de insectos voladores. Algunas especies pueden consumir entre 6-12 mg/día, equivalente a 11-14% de su peso corporal (Corbet 1980, Higashi 1973). En Jubones se observaron un considerable número de especímenes volando sobre las plantaciones de tomate.
- Algunos insectos del orden Hymenoptera parasitan las etapas inmaduras de insectos plagas. Las hembras adultas tienen gran capacidad para localizar los insectos en los cuales ovipositará, aun cuando estos permanezcan en el tejido de la planta. En este estudio se capturaron otros microhimenópteros mediante trampas amarillas, los cuales no fueron identificados. Según Prada y Gutiérrez (1974), Peña *et al.* (1990) y Parrella (1987) *Trichogramma* spp. (*Trichogrammatidae*), y *Apanteles* spp. (*Braconidae*) de *S. absoluta*; *Dacnusa sibirica* (*Braconidae*) y *Diglyphus isea* (*Eulophidae*) de *L. trifolii*. *Synopeas* spp. (*Platygasteridae*) de *P. longifila* son enemigos naturales de las plagas de tomate.

Durante esta evaluación y en ambos períodos de muestreo se capturaron muy pocos enemigos naturales en el sitio B (alta intensidad de aplicación de plaguicidas) (Cuadro 7). Es probable que las aplicaciones frecuentes de insecticidas de amplio espectro, causaran una reducción en la población de los artrópodos benéficos. En el sitio B, el terreno tenía muchas piedras, lo cual podría haber afectado la movilidad de estos artrópodos, lo cual limitó la captura en las trampas de suelo. En el sitio A (baja intensidad de uso de plaguicidas) se capturaron significativamente más arañas, escarabajos de tierra e himenópteros parásitos con respecto al sitio B (Cuadro 7). Una cantidad considerable de *L. riparia*, de hormigas y de parasitoides fueron capturados en el sitio, 'C', probablemente las condiciones del ambiente favorecieron a *L. riparia*. Además, la condición del suelo favoreció la recolonización periódica del sitio. La mayoría de parásitos capturados en el sitio C se hizo mediante una sola trampa amarilla (expresado como alta variación), que fue colocada cerca de un árbol de mango, a la orilla de la plantación. Los resultados de esta evaluación demuestran que es necesario desarrollar alternativas para el manejo integrado de plagas, considerando el potencial de los insectos benéficos. Una participación activa de los agricultores en este proceso será indispensable para el desarrollo de

**Cuadro 7.** Abundancia de enemigos naturales capturados en plantaciones de tomate según tres regímenes de aplicación de plaguicidas en los sitios A (baja intensidad), B (alta intensidad) y C (intensidad media) en Jubones, Ecuador.

Clase de trampa	Fecha de muestreo y sitio			
	5 abril-25 abril 1994		26 abril-5 mayo 1994	
	A	B	B	C
Trampas de suelo				
<i>Labidura riparia</i>	0,45 (s=0,5)	0	0	4,67 (s=4,24)
Lycosidae	0,61* (s=0,44)	0,055* (s=0,087)	0	0,21 (s=0,25)
<i>Solenopsis/Pheidole</i> spp.	1,23 (s=0,96)	0,78 (s=1,12)	0,17* (s=0,27)	3,7* (s=2,35)
Carabidae	0,43* (s=0,31)	0*	0,055 (s=0,135)	0,083 (s=0,165)
Trampas amarillas				
Himenópteros parásitos (No determinados)	3,72* (s=1,78)	0,64* (s=0,44)	0,60* (s=0,44)	5,33* (s=5,51)
Araneae	0,36* (s=0,17)	0,03* (s=0,07)	0	0,22 (s=0,19)

\*Diferencias significativas entre los sitios de estudio están marcadas con asteriscos. (Wilcox test, \*P<0,05).

Promedio de especímenes capturados por trampa con intervalos de 3-4 días.

S = desviación estándar

tecnologías alternativas al uso de plaguicidas y para lograr una adopción de estas prácticas.

## Conclusiones

En Jubones, a pesar de la aplicación del uso frecuente de insecticidas altamente tóxicos no se produjo una reducción significativa en las poblaciones de plagas en el cultivo del tomate. Por el contrario, aparecieron nuevas plagas (*P. longifila*), plagas secundarias comenzaron a ser importantes (*L. trifolii*) y otras parecen haber desarrollado resistencia (*L. trifolii* y *S. absoluta*), lo cual, de acuerdo a los agricultores, ha limitado la producción y reducido sus ingresos. La presencia de

artrópodos benéficos en las plantaciones de tomate demuestran que éstos podrían tener papel importante en la reducción de las plagas, si no son suprimidos por el uso frecuente de los insecticidas.

## Reconocimientos

Al Centro de Agricultura Biológica/Children Mission Fund, Cuenca, Ecuador y a los agricultores participantes por su cooperación. También agradecen a Eiselen-Stiftung, Ulm por el apoyo financiero y a K.A. Spencer, R.J. Gagné, H.-P. Tschorsnig, T. Meineke, H. Höfer, M. Verhaagh, G. Jurzitza, G. Onore por la identificación de los artrópodos.

## Literatura citada

- BOLAÑOS DE MORENO, M.; DONOSO, J.; FERNANDEZ, B.; LOPEZ, E. 1986. Estudio de la contaminación por plaguicidas en alimentos básicos constituyentes de la dieta media Sanidad Vegetal (Ecuador) 1:91-106.
- CHINERY, M. 1993. Pareys Buch der Insekten: Ein Feldführer der europäischen Insekten. 2 ed. Berlin, P. Parey. 328 p.
- CORBET, P.S. 1980. Biology of Odonata. Ann. Rev. Entomol. 25:189-217.
- CREA. 1984. Proyecto de Desarrollo Rural Integral (PDRI), Santa Isabel, elaborado por: PNUD-FAO-ECU-79-007, PNUD-FAO-ECU-83-004 y CREA. Cuenca, Centro de Re-conversión Económica del Azuay. 115 p.
- GAGNE, R.J. 1986. Revision of *Prodiplosis* (Diptera: Cecidomyiidae) with descriptions of three new species. Ann. Entomol. Soc. Am. 79:235-245.
- GOMEZ-ARISTIZABAL, A.; RIVERA-POSADA, H. 1987. Descripción de malezas en plantaciones de café. Chinchiná, Colombia, Cenicafé. 481 p.
- GREILING-GEISTER, R. 1981. Veränderungen der Sozialstruktur in der Landwirtschaft Ecuadors. Pahl-Rugenstein Hochschulschriften Nr.68, Köln, 183 p.
- HIDALGO. 1980. Residuos de Tamarón en tomate riñón. Provincias de Carchi, Imbabura y Pichincha. Quito, Ministerio de Agricultura y Ganadería. s.p.
- HIGASHI, K. 1973. Estimation of the food consumption for some species of dragonflies I. Estimation by observation for the frequency of feeding flights of dragonflies. Rep. Ebino Biol. Lab. Kyushu Univ. 1:119-29.
- JOHNSON, M.W.; WELTER, S.C.; TOSCANO, N.C.; TING, I.P.; TRUMBLE, J.T. 1983. Reduction of tomato leaflet photosynthesis rates by mining activity of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae). J. Econ. Entomol. 76:1061-1063.
- KRANZ, J.; SCHMUTTERER, H.; KOCH, W. 1979. Krankheiten, Schädlinge und Unkräuter im tropischen Pflanzenbau. Berlin, P. Parey. 723 p.
- LEE, J.-H.; JOHNSON, S. J.; WRIGHT, V.L. 1990. Quantitative survivorship analysis of the velvetbean caterpillar (Lep.: Noctuidae) pupae in soybean fields in Louisiana. Environ. Entomol. 19:978-986.
- MEROM, L.; RIVADENEIRA, P.; TORO GARCIA, J. 1992. Determinación del uso de plaguicidas en los cultivos de tomate y pimiento en Manabí. Portoviejo, Ecuador. Universidad Técnica de Manabí. 87 p.
- MINKENBERG, O.P.J.M. 1988. Life history of the Agromyzid fly *Liriomyza trifolii* on tomato at different temperatures. Entomol. Exp. Appl. 48:73-84.
- MÜLLER, M.J. (Ed.) 1990. Bestimmung wirbelloser Tiere im Gelände. 2. ed. Fischer Verlag, Jena, 280 p.
- PARRELLA, M.P. 1987. Biology of *Liriomyza*. Ann. Rev. Entomol. 32:201-224.
- PARRELLA, M.P.; KEIL, C.B.; MORSE, J.G. 1984. Insecticide resistance in *Liriomyza trifolii*. Calif. Agric. (Jan.-Feb.):22-23.
- PEÑA, J.E.; DUNCAN, R.; TORRES, V. 1990. Control of the citrus midge *Prodiplosis longifila* Gagné in southern Florida limes. Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort. 34:159-161.
- PEÑA, J.E.; DUNCAN, R. 1992. Sampling methods for *Prodiplosis longifila* (Diptera: Cecidomyiidae) in limes. Environ. Entomol. 21:996-1001.
- PEÑA, J.E.; GAGNE, R.J.; DUNCAN, R. 1989. Biology and characterisation of *Prodiplosis longifila* (Diptera: Cecidomyiidae) on limes in Florida. Florida Entomologist 72:444-450.
- PEREZ DE SEVILLA, P. 1987. Monitoring the implementation of the FAO international code of conduct on the use and distribution of pesticides. Quito, Fundación Natura. s.p.
- POVOLNY, D. 1975. On three neotropical species of Gnorimoschemini (Lep., Gelechiidae) mining Solanaceae. Acta Univ. Agric. Fac. Agron. XXIII. (2):379-393.
- PRADA R., M. A., GUTIERREZ P., J. 1974. Contribución preliminar al control microbiológico de *Scrobipalputa absoluta* (Meyrick), con *Neoaplectana carpocapsae* Weiser y *Bacillus thuringiensis* Berl. en tomate *Lycopersicon esculentum*. Mill. Acta Agronómica (Colombia) 24:116-137.
- PRICE, J.F.; SHEPARD, M. 1978. *Calosoma sayi* and *Labidura riparia* predation on noctuid prey in soybeans and locomotor activity. Environ. Entomol. 7:653-656.
- ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY 1993. The Agrochemicals Handbook. 3. ed. Cambridge. Thomas Graham House.
- SCHUSTER, D.J.; EVERETT, P.H. 1983. Response of *Liriomyza trifolii* (Dipt.: Agromyzidae) to insecticides on tomato. J. Econ. Entomol. 76:1170-1174.
- SCHUSTER, D.J.; GILREATH, J.P.; WHARTON, R.A.; SEYMOUR, P.R. 1991. Agromyzidae (Diptera) leafminers and their parasitoids in weeds associated with tomato in Florida. Environ. Entomol. 20:720-723.
- SHEPARD, M.; VAN WADDILL; KLOFT, W. 1973. Biology of the predaceous earwig *Labidura riparia* (Dermaptera: Labiduridae). Ann. Entomol. Soc. Am. 66:837-841.
- SPENCER, K.A. (ed.) 1990. Host specialization in the world Agromyzidae (Diptera). Series Entomologia, London. Kluwer Academic Publishers. 444 p.
- STANSLY, P.A.; PEREZ DE SEVILLA, P. 1990. Pesticide use in Ecuador. J. Agric. Entomol. 7:203-215.
- STEYSKAL, G.C. 1972. Two new species of *Melanogromyza* Hendel (Diptera, Agromyzidae) that bore in tomato stalks in Colombia and Ecuador. J. Wash. Acad. Sci. 62(No. 3).
- TAWFIK, M.F.S.; ABUL-NASR, S.; EL-HUSSEINI, M.M. 1972. The biology of *Labidura riparia* Pallas. Bull. Soc. Ent. Egypte LVI:75-93.
- THE PESTICIDE TRUST (Ed.) 1993. The pesticide hazard: A global health and environmental audit. Country Report: Ecuador. London, p. 111-116.
- ZEHNDER, G.W.; TRUMBLE, J.T. 1984. Host selection of *Liriomyza* species (Diptera: Agromyzidae) and associated parasites in adjacent plantings of tomato and celery. Environ. Entomol. 13:492-496.

# Desarrollo y rendimiento del maíz a bajas densidades de *Cyperus rotundus* en Panamá

Luis Carlos Salazar\*  
Carlos A. Ortíz\*

**RESUMEN.** En Tocumen, Panamá, se evaluó el efecto de varios períodos de interferencia de *Cyperus rotundus* sobre el desarrollo y rendimiento de maíz. Los tratamientos consistieron en parcelas sin maleza por un período de 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 12 semanas después de la emergencia del maíz. Posteriormente, la maleza se dejó crecer; en los restantes tratamientos, la maleza creció libremente durante igual cantidad de semanas, y después fue eliminada. La altura de la planta y el rendimiento en grano de maíz, no fueron afectados por *C. rotundus*. Las poblaciones máximas de la maleza fueron de 139 plantas/m<sup>2</sup> (1,39 millones/ha) y no redujeron el desarrollo y producción del cultivo.

**Palabras claves:** *Cyperus rotundus*, Malezas, Competencia, Maíz, Panamá.

**ABSTRACT.** Development and yield of maize with low densities of *Cyperus rotundus* in Panama. In Tocumen Panama, a field trial was set up to evaluate the effect of several interference periods of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) on the growth and grain yield of a maize crop. The treatments were plots weed-free for 1, 2, 3, 4, 5, 6 and 12 weeks after maize emergence and then the weed was allowed to grow. In the remaining treatments the weed grew freely for an equal number of weeks and was then eliminated. Plant height and grain yield of maize were not affected by *C. rotundus*. The highest weed populations were 139 plants /m<sup>2</sup> (1.39 million /ha) and did not reduce the development or production of the crop.

**Key words:** *Cyperus rotundus*, Weeds, Interference, Maize, Panama.

## Introducción

El *Cyperus rotundus* L., es una maleza ampliamente distribuida en Panamá y conocida localmente como pi-mientilla. Esta especie ejerce efectos detrimentales en el establecimiento, crecimiento y desarrollo de muchos cultivos de importancia económica (Holm *et al.* 1977).

Existe una tendencia generalizada entre los agricultores de controlar esta maleza utilizando productos químicos, sin considerar aspectos como su densidad y los períodos críticos de competencia con los cultivos. Esta práctica incrementa los costos de producción y afecta el ambiente.

El cultivo de maíz posee un mecanismo de fotosíntesis C4 y una estructura vegetativa (erecta, buena altura y vigor) que le ofrecen una ventaja competitiva

con respecto a las malezas, en comparación con otros cultivos anuales como el frijol, cebolla y chile, entre otros. El efecto de la densidad de *C. rotundus* puede variar; sin embargo, no se conoce exactamente la capacidad que posee el cultivo de maíz para tolerar diferentes niveles de interferencia de la maleza.

En Panamá se han desarrollado pocas investigaciones en esta temática y varios de los trabajos sobre el competencia de la maleza con el cultivo de maíz se han llevado a cabo de manera empírica.

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de diferentes períodos de interferencia de *C. rotundus* sobre el desarrollo y rendimiento del maíz para determinar una primera aproximación a los umbrales económicos de esta maleza.

Recibido: 30/06/98. Aprobado: 26/11/99.

\*Universidad de Panamá, Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Estafeta Universitaria. Panamá, República de Panamá.

## Materiales y métodos

La evaluación se realizó en el campo 7A del Centro de Enseñanza e Investigación Agropecuaria de Tocumen (CEIAT) de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá, localizado a 9°03' latitud norte, 79°22' longitud oeste y a 14 msnm.

Se seleccionó un lote altamente infestado de *C. rotundus*, el cual fue preparado con varias pasadas de rastra y una pasada final de surco. El suelo es de textura franco arcillosa, pH de 5,9 y un contenido de materia orgánica de 2,4%.

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con 14 tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos consistieron en parcelas sin maleza por 1, 2, 3, 4, 5 y 6 semanas después de la emergencia (DDE) y transcurrido este tiempo se dejó la maleza crecer, los otros tratamientos fueron parcelas enmalezadas durante igual cantidad de semanas y después de este tiempo se eliminaron las malezas. Se incluyeron dos tratamientos testigos, uno con maleza durante todo el ciclo de cultivo y otro sin maleza durante todo el ciclo (Southern Weed. Science Society, 1977). Las unidades experimentales consistieron de parcelas de 5,0 m de largo x 3,0 m de ancho, cinco surcos con una distancia entre ellos de 0,75 m. Las plantas de maíz se sembraron a 0,50 m entre sí.

La siembra se efectuó el 7 de junio de 1990, en forma manual, utilizando la variedad de maíz Tocumen 80A, colocando tres semillas/postura y aplicando el insecticida-nematicida carbofurán (Furadan G 5%) sobre las semillas en dosis de 10 kg del producto comercial/ha. Las plantas emergieron cinco días después de la siembra (DDS). La fertilización se inició a los 2 DDE con la aplicación de 273 kg de 12-24-12/ha y después a los 23 DDE se añadió 33 kg de nitrógeno/ha (72,5 kg de urea/ha al 46%). El raleo se llevó a cabo 8 DDE, dejando dos plantas/postura para una densidad de siembra de 53 333 plantas/ha. Con el propósito de reducir al máximo las poblaciones de otras malezas monocotiledóneas y dicotiledóneas, y de facilitar las labores de deshierba, 1 DDS se aplicó la mezcla atrazina (Gesaprim 500 FW) + pendimetalina (Prowl 500 EC) en dosis de 2,0 + 1,0 kg i.a./ha respectivamente (4,0 + 2,0 L de producto comercial/ha), con bomba de mochila, en un volumen de agua de 250 L/ha.

Las condiciones agroecológicas bajo las cuales se realizó el experimento fueron favorables para el desarrollo normal de las plantas de maíz. La cantidad y distribución de la precipitación pluvial fue adecuada con 159, 118, 271, 227 y 192 mm de lluvia durante los

meses de junio, julio, agosto, setiembre y octubre, respectivamente.

Las variables evaluadas fueron densidad del *C. rotundus*, altura de la planta y de la mazorca, y rendimiento en grano de maíz. Para el recuento poblacional de la maleza, se realizaron tres conteos para cada repetición, en todos los tratamientos enmalezados, al final de cada período de interferencia (1, 2, 3, 4, 5, 6 semanas y durante todo el ciclo), utilizando un marco de metal de 1 m x 1 m. Finalmente, se obtuvo un promedio para cada repetición de cada tratamiento.

A los 61 DDE se determinó la altura de la mazorca y planta de maíz. Para la altura de la mazorca se consideró la distancia entre la unión de la base de la mazorca con el tallo hasta la base del tallo. Para la altura de la planta se consideró la distancia de la base de la inflorescencia masculina hasta la base del tallo. La altura de mazorca y planta se evaluaron cinco plantas por repetición y se promedió la información.

La cosecha se realizó en los tres surcos centrales de cada unidad experimental. Los datos de rendimiento en grano por parcela útil fueron ajustados y reportados al 15% de humedad y expresados en kg/ha.

Los datos experimentales fueron sometidos a análisis de varianza mediante la prueba de "F" de Fisher (Little y Hills 1978).

## Resultados y discusión

**Densidad de *C. rotundus*.** La distribución de la maleza en las parcelas experimentales fue bastante uniforme, lo que permitió una evaluación representativa de todos los tratamientos.

Las mayores poblaciones de la maleza se registraron en las tres primeras semanas que permaneció enmalezado el cultivo, alcanzado el valor máximo (139 plantas/ha) en la tercera semana (Cuadro 1). No obs-

**Cuadro 1.** Número de plantas de *C. rotundus* en los tratamientos enmalezados, utilizando un marco de 1m x 1m. Tocumen, Panamá.

Tratamientos enmalezados (No. de semanas)	Densidad* (Plantas/m <sup>2</sup> )
1	121
2	123
3	139
4	115
5	114
6	111
Todo el ciclo	0

\*Los datos son promedios de 12 conteos

tante, la población de *C. rotundus* fue homogénea, aumentando ligeramente en el período de 1 a 3 semanas, luego decreció parcialmente conforme se incrementó el intervalo de tiempo enmalezado de 3 a 6 semanas, y finalmente alcanzando el valor mínimo al final del ciclo vegetativo del cultivo.

La tendencia descrita anteriormente se ajusta al comportamiento normal que tienen las poblaciones de malezas; son altas al inicio del ciclo vegetativo del cultivo, pero posteriormente se reduce la cantidad de plantas como consecuencia de la plasticidad de poblaciones (Radosevich y Holt 1984). Además la sombra proyectada por las plantas de maíz, posiblemente también ejerció algún grado de influencia sobre el crecimiento de las plantas de pimientilla. La sensibilidad de esta maleza a la sombra fue señalada por Mercado (1979).

**Altura de mazorca y planta.** La altura de mazorca y de la planta de maíz se determinó para establecer diferencias en crecimiento y desarrollo del cultivo como una posible consecuencia del efecto de la maleza. No se determinaron diferencias significativas en el crecimiento y vigor de las plantas de maíz (Cuadro 2), co-

**Cuadro 2.** Altura de mazorca y de planta de maíz en los tratamientos desmalezados y enmalezados. Tocumen, Panamá.

No. de semanas	Altura de mazorca* (cm)	Altura de planta* (cm)
<b>Tratamientos desmalezados</b>		
1	133	241
2	133	242
3	125	241
4	138	250
5	131	235
6	131	251
todo el ciclo	133	252
<b>Tratamientos enmalezados</b>		
1	133	245
2	131	254
3	128	248
4	134	245
5	115	227
6	122	235
todo el ciclo	131	244
	C.V. = 5,5%	C.V. = 6,5%

\*No hubo diferencias significativas entre tratamientos de acuerdo con la Prueba "F" de Fisher.

Los datos son promedios de 20 evaluaciones.

C.V. = coeficiente de variación.

rroborándose lo que fenotípicamente mostraban las plantas de maíz en el campo.

**Rendimiento en grano.** El rendimiento en grano (kg/ha) del cultivo de maíz no fue consistente en algunos períodos específicos de interferencia (Cuadro 3). Por ejemplo, en los tratamientos desmalezados hasta la tercera y quinta semana se esperaba obtener rendimientos mayores y menores y en los tratamientos enmalezados a partir de la cuarta y sexta semana. Sin embargo, entre estos tratamientos no se encontraron diferencias estadísticas significativas.

**Cuadro 3.** Efecto de los tratamientos desmalezados y enmalezados en el rendimiento en grano de maíz (kg/ha). Estación Experimental, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Tocumen, Panamá.

No. de semanas	Rendimiento* (kg/ha)
<b>Tratamientos desmalezados</b>	
1	3562
2	4373
3	3987
4	5199
5	3797
6	4608
todo el ciclo	4513
<b>Tratamientos enmalezados</b>	
1	3954
2	4061
3	4054
4	4247
5	3491
6	4451
todo el ciclo	4301
	C.V. = 18,8%

\*No hubo diferencias significativas entre tratamientos de acuerdo con la Prueba "F" de Fisher.

C.V. = coeficiente de variación

Por lo tanto, las poblaciones de pimientilla, bajo las condiciones de este estudio, no interfirieron con el establecimiento y producción del cultivo.

Chase *et al.* (1977) encontraron que infestaciones de 2 000 plantas de *C. rotundus*/m<sup>2</sup> (20 millones de plantas/ha), ocasionaban pérdidas del 30% en el rendimiento en grano de maíz. Por otro lado, Nieto, citado por Zimdhal (1980), sostiene que el *C. rotundus* puede no reducir los rendimientos de maíz en los trópicos húmedos, aun cuando las poblaciones de la maleza se aproximen a 12 millones de plantas/ha, siempre que se utilice suficiente fertilizante.

El valor numérico más alto encontrado en el presente estudio fue de 1,39 millones de plantas de pimientilla/ha, lo que obviamente hace una diferencia importante comparadas con lo informado por Chase y Nieto.

Los resultados de otros estudios citados anteriormente permiten presumir que las poblaciones de la maleza en este estudio fueron relativamente bajas para causar algún efecto negativo al cultivo de maíz aún cuando la fertilización es baja. También es importante considerar que el *C. rotundus* es mucho menos competitivo con el cultivo de maíz debido a su sensibilidad a la sombra (Mercado 1979).

Las poblaciones de pimientilla determinadas en este trabajo son típicas en los campos de producción de maíz. Por tal razón, esta aproximación preliminar de los umbrales económicos de la pimientilla podría ayudar a establecer parámetros conducentes a un manejo más económico de esta especie en las regiones maiceras.

### Conclusiones preliminares

Las poblaciones de *C. rotundus* en el orden de 139 plantas/m<sup>2</sup> no son suficientes para afectar negativamente el establecimiento, crecimiento, desarrollo y producción del cultivo de maíz y por tanto no es necesario su control.

### Agradecimiento

Al Dr. José Ramón Binns, Biometrista de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá, por la conducción de los análisis estadísticos de los datos experimentales.

### Literatura citada

CHASE, R.; VIDES B., J.E.; REYES, M.I. 1977. Conoce y combate el coyolillo. El Salvador. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria, Ministerio de Agricultura y Ganadería. Boletín Técnico no. 8. 18 p.

HOLM, L.G.; PLUCKNETT, D.L.; PANCHO, J.V.; HERBERG, J.P. 1977. The World's Worst Weeds; Distribution and Biology. Honolulu, University Press of Hawaii. p. 20-24.

LITTLE, T.M.; HILLS, F.J. 1978. Agricultural Experimentation: Design and Analysis. John Wiley & Sons. p. 53-60.

MERCADO, B.L. 1979. Introduction to Weed Science Southeast Asian Regional Center for Graduate Study and Research in Agriculture. SEARCA, College, Laguna, Philippines. p. 204.

RADOSEVICH, S.R.; HOLT, J.S. 1984. Weed Ecology: Implications for Vegetation Management. John Wiley & Sons. p. 97-99.

SOUTHERN WEED SCIENCE SOCIETY. 1977. Research methods in weed science. 2. Ed. p. 32-41.

ZIMDHAL, R.L. 1980. Weed-Crop Competition: A Review. Oregon State University. International Plant Protection Center. p. 49.

### Resultados y discusión

Densidad de *C. rotundus* en los campos de maíz en las parcelas experimentales durante un año, en los tratamientos.

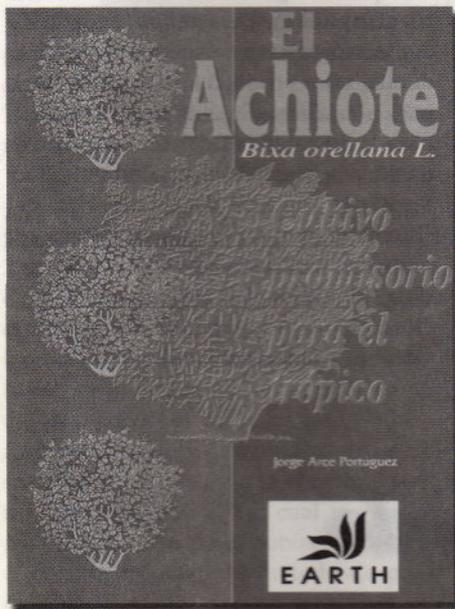
Las mayores poblaciones de la especie se registraron en las parcelas que recibieron el menor nivel de fertilización (273 kg de N/ha) y las menores en las que recibieron el mayor nivel (533 kg de N/ha).

Cuadro 1. Número de plantas de *C. rotundus* por hectárea en los campos de maíz en los tratamientos.

Treatment (kg N/ha)	Plant density (plants/ha)
273	139
327	110
381	102
435	101
533	111

Los datos son promedios de 50 observaciones. C.V. = coeficiente de variación. \*Diferencia significativa entre tratamientos de acuerdo con la prueba T de Fisher (p < 0.05).

## Reseñas de Publicaciones



**ARCE, J. 1999. El Achiote: cultivo promisorio para el trópico.** Guácimo, Costa Rica, EARTH. 49 p.

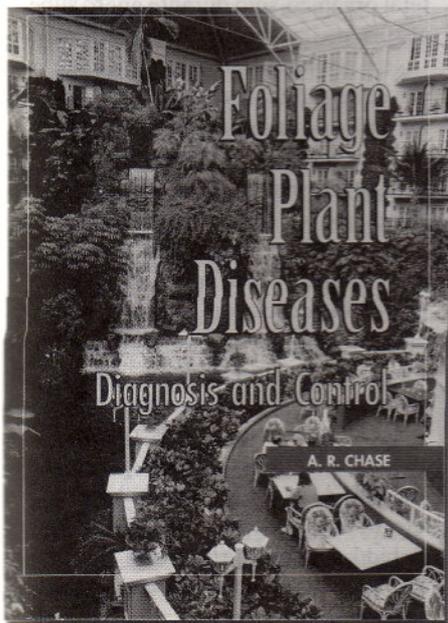
El uso de productos de origen natural recobra nuevas posibilidades ante la realidad de que el uso de alimentos de origen artificial pueden producir efectos nocivos en la salud humana. El achiote es una planta del trópico ameri-

cano con enorme potencial como fuente natural de colorante y como alimento. En buen momento aparece a la luz esta publicación resultado de años de investigación y de arduo trabajo iniciado por el autor en las colecciones del CATIE. El contenido de la obra se divide en 19 secciones o capítulos. En la primera sección presenta una breve reseña histórica sobre el origen del nombre común y los usos del achiote por nuestros aborígenes. En las siguientes 5 secciones se describe botánicamente la planta, se menciona el origen y distribución geográfica, la clasificación taxonómica y las principales características de la bixina así como el valor nutricional del achiote. Los capítulos 8 al 14 hacen referencia a las prácticas agronómicas tales como métodos de propagación, clima y suelos apropiados para el cultivo, viveros, manejo de la plantación, principales plagas y enfermedades y finalmente, épocas de cosecha y rendimientos esperados. Debido a la importancia del manejo poscosecha, para evitar la degradación del colorante, el capítulo 15 presenta las recomendaciones a seguir para evitar pérdidas en el contenido de bixina. En las últimas

secciones se describe el sistema tradicional de extracción del colorante, la forma de utilizar los desechos de cosecha para la elaboración de abono orgánico y algunos usos de la planta como especie medicinal. En las páginas finales se mencionan 32 referencias bibliográficas y en 4 anexos se detallan 2 procedimientos para la determinación del contenido de bixina, la preparación de una solución hormonal de enraizamiento de estacas, los descriptores para la selección de variedades y el cálculo de la muestra mínima para evaluar los descriptores cuantitativos.

La obra consta de 49 páginas con una presentación ordenada de los temas, tiene 20 figuras sencillas pero complementan acertadamente el texto. Los capítulos están bien fundamentados y son concretos. Esta obra es sin duda un aporte significativo en la búsqueda e incentivo de nuevos recursos fitogenéticos y por lo tanto, de nuevas alternativas para el mejoramiento de la calidad de vida de los agricultores del trópico.

**(Reseñado por:** Antonio Mora, Ing. CATIE. Programa de Agricultura Tropical Sostenible).

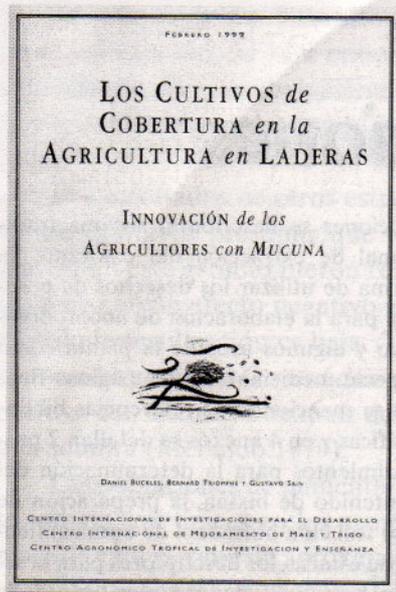


**CHASE, A.R. 1997. FOLIAGE PLANT DISEASES. Diagnosis and control.** St. Paul, EUA., APS. 169 p.

Excelente libro de consulta sobre enfermedades de plantas ornamentales de follaje, publicado recientemente por la Sociedad Americana de Fitopatología (APS). La información está ordenada por géneros de las plantas ornamentales, incluye 78 géneros de las ornamentales más importantes. Para cada género de planta se anotan las enfermedades más comunes causadas por hongos virus y bacterias, así como abióticas, principalmente deficiencias e intoxicaciones. Para cada enfermedad se incluye el agente causal, signos, síntomas y control. Sin embargo, lo más sobresaliente del documento es que presenta una fotografía a color de cada enferme-

dad, se incluye la planta con los síntomas y en algunos casos los signos del patógeno, con un total de 403 fotografías excelentes. El cultivo de plantas ornamentales de follaje es reciente, a pesar de que en la actualidad representa un componente muy importante de exportación para los países del trópico, debido a que las condiciones ambientales son favorables y a su alta demanda en los países de clima templado. Por lo tanto como son cultivos nuevos gran parte de las enfermedades bióticas y abióticas de los ornamentales de follaje no son muy conocidas y a veces son difíciles de diagnosticar, para lo cual este libro es una excelente ayuda.

**(Reseñado por:** Vera Sánchez, Dra. CATIE. Programa de Investigación).



**BUCKLES, D.; TRIOMIPHE, B.; SAIN, G. 1999. Los cultivos de cobertura en la agricultura en laderas: Innovación de los agricultores con Mucuna. Canadá, CIID-CIMMYT-CATIE. 242 p.**

En esta publicación se analizan las experiencias de agricultores del norte de Honduras con el uso de mucuna como cultivo de cobertura en cultivos en ladera y se discute en forma interdisciplinaria las ventajas y desventajas de esta práctica.

El libro consta de siete capítulos que incluyen los orígenes, características botánicas y usos de la mucuna en los Estados Unidos y Centroamérica. En el capítulo 2 se examinan las principales características de los sistemas agrícolas al norte de Honduras. El capítulo 3 descri-

be los aspectos socioeconómicos de las familias campesinas de la región de Honduras. En el capítulo 4 se describen las prácticas de manejo de la mucuna asociada con maíz y se exponen las razones de las ventajas y desventajas de las prácticas por los agricultores de esta zona. En el capítulo 5 se examinan los principios agroecológicos que explican la relativamente alta productividad del sistema maíz - mucuna. En el capítulo 6 se discute para la rentabilidad del sistema y finalmente en el capítulo 7 se analizan los factores que influyen en la adopción del sistema. Este libro es recomendado para todos los técnicos interesados en el uso de coberturas en los sistemas agrícolas. **(Reseñado por: Arnoldo Mera, Consultor Independiente).**

## Tesis de Postgrado

**SAMAYOA JUAREZ, J.O. 1999. Desarrollo de enfermedades en café bajo manejo orgánico y convencional en Paraíso, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 29 p.**

En Costa Rica, la mayor parte del café se cultiva bajo manejo convencional. Este se caracteriza por la eliminación o reducción del uso de sombra, con variedades de porte bajo, altamente productivas pero dependientes del subsidio de fertilizantes y plaguicidas. Bajo este sistema, las plantaciones suelen presentar altas producciones en los primeros años de cultivo, pero tienden a debilitarse si no se les suministra los insumos necesarios. Estas condiciones crean un ambiente que favorece el ataque de enfermedades como *Cercospora coffeicola* y *Colletotrichum* spp.

Debido a las manifestaciones de baja sostenibilidad que ha mostrado el café convencional, se han buscado alternativas de manejo con menor impacto sobre el ambiente. Una de ellas es el café orgánico. Las condiciones particulares de este sistema pueden favorecer el ataque de ciertas enfermedades como *Mycena citricolor* y *Hemileia vastatrix*. Actualmente, existe poca información sobre el comportamiento de las enfermedades comparando estas dos formas de manejo.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el desarrollo de las enfermedades en un cafetal convencional y uno orgánico. La investigación se desarrolló en dos fincas comerciales vecinas, con características de cada sistema de manejo, las cuales tienen al menos 7 años de manejo según criterios de cada enfoque. En cada una se instaló una parcela de 1,5 ha, dentro de las cuales se seleccionaron 25 surcos al azar y dentro de cada uno de éstos se asignó una planta aleatoriamente. En cada planta se seleccionaron tres ramas plagiotrópicas, sobre las cuales se registraron las enfermedades entre agosto de 1998 y agosto de 1999.

Las variables evaluadas fueron incidencia y severidad de enfermedades foliares, incidencia de enfermedades en el fruto, población de nematodos, producción de café (2 cosechas). Se registró la temperatura y humedad relativa y precipitación diaria. Así mismo, se realizaron análisis de la fertilidad del suelo y el estado nutricional de las plantas durante 4 épocas diferentes.

Cada sistema de manejo presentó un comportamiento característico de las enfermedades. *C. coffeicola* tuvo mayor incidencia en el cafetal convencional y *M. citricolor* fue mayor en el cafetal orgánico. *H. vastatrix* no mostró diferencias en-

tre los dos sistemas. *Colletotrichum* y *Phoma costarricensis* fueron importantes y no presentaron diferencias entre los sistemas de manejo. *C. coffeicola* tuvo un fuerte impacto sobre la producción después de la primera cosecha en el sistema convencional, ya que las plantas no tuvieron la capacidad de renovar follaje como en el cafetal orgánico debido al ataque de este hongo. *M. citricolor* a pesar que fue mayor en el cafetal orgánico, solo durante enero tuvo el 10% de incidencia.

La población de nematodos fue mayor en el cafetal convencional. *Meloidogyne* presentó la población más alta. La incidencia de enfermedades en el fruto fue mayor en el sistema convencional con *C. coffeicola* como la enfermedad más importante, tanto en la cosecha como durante la primera cosecha. La mayor incidencia en el cafetal orgánico resultó en mayores pérdidas de los frutos, tanto en la planta como en el beneficiado. La producción de la planta (promedio de dos cosechas) mostró diferencias entre sistemas de manejo. El cafetal convencional presentó un efecto más marcado de la baja producción debido a la alta producción del año seguido de una reducción significativa en el siguiente.

Lo anterior muestra que, bajo las condiciones del estudio, el impacto de las enfermedades fue mayor en el cafetal convencional, debido principalmente al ataque de *C. coffeicola* y los nematodos.

**TAVERAS, R. 1999. Aspectos bioecológicos y caracterización del daño de *Hypsipyla grandella* (Zeller) en caoba, en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 83 p.**

En cámaras bioclimáticas, en el laboratorio, se estudió el efecto de siete temperaturas constantes (10; 12,5; 15; 20; 25; 30 y 35°C) sobre el desarrollo de los estadios inmaduros y la longevidad y reproducción de los adultos de *H. grandella*. Al incrementarse la temperatura, todos estos procesos se aceleraron; el ciclo de vida varió entre 141 y 30 días, a 15 y 30°C, respectivamente. Con los datos de la tasa de desarrollo se calculó el umbral térmico inferior (8,5°C), el cual se utilizó para predecir los picos poblacionales en el campo, mediante el método de grados-día.

En una plantación de caoba, en el CATIE, se estudió la relación entre la abundancia de larvas y pupas de *H. grandella* y algunos factores abióticos (humedad relativa, precipitación y temperatura) y bióticos (disponibilidad de brotes de caoba y mortalidad). Esto se hizo durante 16 meses, mediante muestreos quincenales. El insecto apareció en el campo durante todo el año y su densidad poblacional dependió especialmente de la temperatura, la disponibilidad de brotes nuevos y la mortalidad. Asimismo, fue posible predecir los cuatro picos poblacionales observados, los cuales aparecieron cada 1881 grados-día. Entre los factores naturales de mortalidad destacó el parasitoide *Bracon ca. chontalensis* (Braconidae), pero el nivel de mortalidad que causó fue muy bajo, insuficiente para evitar la alta incidencia de *H. grandella* en el campo.

Al evaluar los daños ocasionados por *H. grandella*, se observó que la larva prefiere atacar los brotes, aunque también se alimenta del raquis de las hojas y de la corteza del tronco. Sin embargo, en ciertas épocas no consumió una alta proporción de los brotes verdes presentes en los cafetales de caoba, lo cual podría obedecer a diferencias en las características físicas o químicas de los brotes durante el año. Asimismo, el daño al tronco fue mayor cuando la disponibilidad de brotes verdes era menor.

sicas o químicas de los brotes durante el año. Asimismo, el daño al tronco fue mayor cuando la disponibilidad de brotes verdes era menor.

**DIAZ BLANDON, J.U. 1999. Manejo de *Pseudomonas solanacearum* E.F.Smith con enmiendas y microorganismos antagonistas en tomate. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 111 p.**

La marchitez bacteriana, causada por *Pseudomonas solanacearum* y más recientemente conocida como *Burkholderia o Ralstonia solanacearum*, es una enfermedad predominantemente de las regiones tropicales, subtropicales y cálidas de las zonas templadas. El patógeno tiene un amplio y aún expansible ámbito de hospedantes que incluye más de 450 especies de plantas pertenecientes a 50 familias. Varias estrategias han sido desarrolladas para el control de la marchitez bacteriana, pero muchas están limitadas para una aplicación general, siendo frecuentemente cultivo-específicas o sitio-específicas, o están severamente limitadas para su aplicación por condiciones socio-económicas.

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de enmiendas y microorganismos antagonistas sobre la marchitez bacteriana en el campo y en invernadero. Las enmiendas utilizadas fueron compost comercial y cal dolomítica. Los microorganismos antagonistas fueron *Pseudomonas cepacia*, *Bacillus cereus* y *Glomus occultum*. Se realizaron tres experimentos, uno de campo y dos de invernadero. Para los tres experimentos se utilizó un diseño de parcelas divididas con cuatro repeticiones para el experimento de campo y tres repeticiones para los experimentos de invernadero. En el campo, los tratamientos con y sin enmiendas (3) se ubicaron en las parcelas principales, dispuestas en bloques completamente al azar y los tratamientos con microorganismos antagonistas (8) se asignaron a las subparcelas. En el invernadero, los tratamientos sustratos con y sin enmiendas (3) se asignaron a las parcelas principales, mientras que los tratamientos con microorganismos antagonistas (9) se ubicaron en las subparcelas. Las variables de respuesta evaluadas en el campo fueron incidencia, severidad de la enfermedad y ABCPE. En el invernadero las variables fueron severidad de la enfermedad, ABCPE, altura, diámetro y biomasa de las plantas de tomate.

Los tratamientos *G. occultum*, *P. cepacia* y *P. cepacia* + *B. cereus* + *G. occultum* mostraron tendencia a reducir la incidencia y la severidad de la enfermedad en las parcelas con enmiendas en el experimento de campo. En el Experimento I de invernadero se observaron diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) para las variables altura, diámetro y biomasa de las plantas tanto en los efectos principales como en las interacciones. Para la variable severidad y ABCPE hubo diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) solamente en los tratamientos sustratos con y sin enmiendas. En el Experimento II de invernadero hubo diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) para la variable biomasa en los tratamientos sustratos con y sin enmiendas y en los tratamientos con los microorganismos antagonistas. Para las variables altura, diámetro, severidad y ABCPE diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) solamente se observaron en los tratamientos sustratos con y sin enmiendas.

En el campo, las poblaciones de *P. solanacearum* fueron reducidas significativamente ( $P \leq 0,05$ ) ocho meses después de la aplicación de las enmiendas. El compost comercial utilizado en este estudio no redujo significativamente la incidencia y la severidad de la marchitez bacteriana en el campo. Los microorganismos *B. cereus* y *G. occultum* mostraron tendencia a disminuir la severidad de la marchitez bacteriana en los dos experimentos de invernadero. El hongo micorrízico vesículo-arbuscular *G. occultum* mostró ser un buen promotor del crecimiento de las plantas de tomate aún en presencia de *P. solanacearum*. En trabajos posteriores es recomendable realizar pruebas para determinar la habilidad de los microorganismos antagonistas utilizados en este estudio para colonizar la rizosfera y la planta misma de tomate. Además, se recomienda combinar cal dolomítica y compost para evaluar su efecto sobre la incidencia, la severidad y las poblaciones de *P. solanacearum* en condiciones de campo e invernadero.

En el campo, las poblaciones de *P. solanacearum* fueron reducidas significativamente ( $P \leq 0,05$ ) ocho meses después de la aplicación de las enmiendas. El compost comercial utilizado en este estudio no redujo significativamente la incidencia y la severidad de la marchitez bacteriana en el campo. Los microorganismos *B. cereus* y *G. occultum* mostraron tendencia a disminuir la severidad de la marchitez bacteriana en los dos experimentos de invernadero. El hongo micorrízico vesículo-arbuscular *G. occultum* mostró ser un buen promotor del crecimiento de las plantas de tomate aún en presencia de *P. solanacearum*. En trabajos posteriores es recomendable realizar pruebas para determinar la habilidad de los microorganismos antagonistas utilizados en este estudio para colonizar la rizosfera y la planta misma de tomate. Además, se recomienda combinar cal dolomítica y compost para evaluar su efecto sobre la incidencia, la severidad y las poblaciones de *P. solanacearum* en condiciones de campo e invernadero.

# Futuros Eventos

28 Febrero – 2 Mayo, 2000

## 14 Taller Internacional de Resistencia de Plantas

**Información:** F. Peairs  
Dept. 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. Stotzer  
P.O. Box 88 6700 AB Wageningen, The Netherlands  
Fax: 31-317-418552  
EMail: iac@iac.agro.nl

03 – 11 Junio, 2000

## Brazilian Weed Science Congress and 3<sup>o</sup>. International Weed Science Congress

**Información:** B.N. Rodrigues  
J.B. da Silva  
EMail: baptista@estaminas.com.br  
sbcpd@cnpsa.embrapa.br

24 – 28 Junio, 2000

## Society of Nematologists Annual Meeting

**Información:** G. Belair  
Hort. Resch. and Development  
430 Gwin Blvd, Saint-Jean-Sur-Richelieu  
QC J3B 3E6, Canadá  
EMail: belairg@em.agr.ca

23 – 27 Julio, 2000

## 10th International Conference on Plant Pathogenic Bacteria

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

20 - 26 Agosto, 2000

## 21st International Congress of Entomology

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

# MOSCA BLANCA AL DÍA



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



No. 29

Diciembre, 1999



## Nota editorial

Queremos destacar un hecho grato del **VIII Taller**, donde el Comité Organizador entregó al CATIE una placa de reconocimiento por su papel en la coordinación del **Plan de Acción**. Aceptamos con gratitud este gesto y lo interpretamos como la reafirmación de nuestro compromiso con los técnicos y los agricultores de nuestro continente. En realidad, el **Plan** es congruente con nuestra misión de promover acciones que contribuyan a materializar esquemas de agricultura sostenible que encarnen nuestro lema de *producir conservando y conservar produciendo*, a través de la proyección del CATIE hacia los países del continente americano. De nuevo, ¡muchas gracias!



## VIII Taller

En octubre se realizó en Recife, Brasil, el **VIII Taller Latinoamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas y Geminivirus**, al cual asistieron 315 personas de 13 países (incluyendo a España, EE.UU. e Israel) y 18 estados brasileños, entre ellos investigadores, profesores, extensionistas, estudiantes, productores agrícolas y técnicos del sector privado (empresas agroquímicas y bancos). Asimismo, además de la gran cantidad de presentaciones en carteles (89), hubo charlas magistrales por parte de investigadores de relieve mundial, así como paneles con diversos tipos de enfoque (por países, por cultivos, y por tópicos de actualidad). Agradecemos a su coordinador, **Dr. José Renato Bahia de Oliveira** y colaboradores, la calidad de la organización, la gentileza y el apoyo financiero para la mayoría de los expositores extranjeros. Finalmente, se acordó que el **IX Taller** se realice en Panamá, en el 2000 (en fecha por definir), y que el **X Taller** se efectúe en Cuba, en junio del 2001.



## Logros Plan de Acción

A continuación se sintetizan los avances del **Plan de Acción para el Manejo de las Moscas Blancas y Geminivirus en América Latina y el Caribe**, entre 1998-1999, con base en las discusiones del **VIII Taller**.

**Cobertura.** Se mantienen activos los 18 países participantes en el **Plan**. Al Taller concurren colegas de 10 de países que integran el Plan: México, Guatemala, Nicaragua, Costa Rica, Brasil, Argentina, República Dominicana, Perú, Haití y Cuba. No se pudo contar con representantes de Belice, El Salvador, Honduras, Panamá, Colombia, Venezuela, Ecuador, ni Puerto Rico. En algunos países las Comisiones Nacionales se han fortalecido en los últimos años, mientras que en otros se han debilitado, por diversas razones. El interés de España, al participar por primera vez, abre la posibilidad de convertir el Plan en una iniciativa de carácter iberoamericano, para lo cual también se invitará a participar a Portugal. Este tipo de acercamientos podría favorecerse con la creación de la *Red Europea para el Estudio de las Moscas Blancas* (EWSN), sobre la que se informó en MBDía 28.

**Centros de diagnóstico.** Las actividades de diagnóstico de especies de Aleyrodidae y biotipos de *Bemisia tabaci* en la EAP (Zamorano) casi desaparecieron, desde que el especialista, Rafael Caballero M.Sc., se trasladó a la Universidad de Arizona. El diagnóstico de geminivirus en el CIBCM (Universidad de Costa Rica) se ha mantenido, pero se le ha aprovechado poco. Actualmente hay fuertes actividades de diagnóstico de biotipos y de geminivirus en el CIAT (Colombia), gracias al Proyecto Mosca Blanca-CIAT (*Sustainable Integrated Management of Whiteflies as Pest and Vectors of Plant Viruses in the Tropics*).

**Capacitación.** Durante el Taller, se aprovechó la oportunidad de contar con especialistas brasileños y extranjeros para ofrecer el cursillo **Biología y manejo de mosca blanca**, que fue coordinado por la Dra. Maria Regina Vilarinho de Oliveira y el Dr. Geraldo Pereira Arruda. De esta manera se ofreció información reciente sobre taxonomía, impacto del complejo mosca blanca-geminivirus en varios cultivos (algodón, tomate, frijol y frutales), y tácticas de manejo según cultivos específicos.

**Fuentes de información.** Se han publicado 28 números del boletín trimestral *Mosca Blanca al Día*, como una sección de la revista *Manejo Integrado de Plagas* (CATIE), a la cual se tiene acceso por internet. Se espera que, a partir de enero, dicho boletín se distribuya en forma electrónica, para ampliar su cobertura. Aún está pendiente la publicación de una memoria con las charlas magistrales, las síntesis temáticas (avances en combate fitogenético, prácticas agrícolas, control biológico, combate legal y combate químico) y los informes nacionales del **VII Taller**, para la cual se cuenta con el financiamiento de REDCAHOR. En el **VIII Ta-**

ller se planteó la idea de crear una base de datos en el sitio electrónico del CATIE, donde se reúnan las memorias de los ocho talleres realizados, todos los números de MBDía, el libro *Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus*, y una antología de los artículos sobre el complejo mosca blanca-geminivirus publicados en la revista *Manejo Integrado de Plagas*. Se tratará de coordinar este esfuerzo con el Proyecto Mosca Blanca-CIAT.

**Transferencia de tecnología.** La validación y transferencia de tecnologías para el manejo integrado del complejo mosca blanca-geminivirus, constituye el eje estratégico del Plan, por lo que en casi todos los países se realizan actividades pertinentes, especialmente mediante parcelas demostrativas en campos de agricultores. Sin embargo, a pesar de su importancia, las experiencias derivadas de estas actividades no han sido debidamente sistematizadas y compartidas entre los países. Por tanto, surgió la iniciativa de organizar una sesión amplia, en el próximo taller, para evaluar el estado actual de la tecnología y del conocimiento para el manejo de dicho complejo.

**Aportes técnicos.** Hubo una gran cantidad de presentaciones (89) mediante carteles, lo cual superó las cifras de cada uno de los talleres previos. La rica información de los carteles se complementó de manera adecuada con tres charlas magistrales, que versaron sobre: *Estado actual y daños causados por geminivirus, y su relación con los biotipos de mosca blanca en América Latina* (Dra. Judy K. Brown), *Biología de moscas blancas y su control biológico* (Dr. Dan Gerling), *Manejo integrado del complejo mosca blanca-geminivirus* (Dr. Phillip Stansly). Asimismo, hubo tres tipos de paneles, a saber, por países selectos, representativos de diferentes latitudes (EE.UU., México, Cuba, Nicaragua, Brasil y Argentina), por cultivos (granos, algodón, hortalizas y frutales), y por tópicos de actualidad (legislación fitosanitaria, y nuevas tecnologías de aplicación de insecticidas).

Para garantizar la difusión de tantas experiencias prácticas y de conceptos teóricos para el manejo de ese serio problema fitosanitario, se mantuvo la tradición de publicar una

memoria escrita del evento, conteniendo los resúmenes. Pero, además, varias de las charlas de los paneles, así como los resúmenes ampliados, se incluyeron en un disco compacto (CD), con tecnologías de multimedios. Este, sin duda, es un aporte de gran valor para multiplicar la cobertura de la valiosa información presentada en el Taller.

**Reestructuración.** Desde el VIII Taller se había acordado que cada taller se podrá organizar según las necesidades específicas del país anfitrión. No obstante, como sugerencias para el IX Taller (Panamá), se insistió en reforzar la sesión de informes nacionales, asignar más tiempo a la sesión de carteles y menos a las presentaciones orales, y reinstaurar la sesión de síntesis de avances. Asimismo, se recomienda organizar una sesión amplia, con metodologías de taller *sensu stricto*, para evaluar el estado actual de la tecnología y del conocimiento para el manejo de moscas blancas y geminivirus.

**Financiamiento.** Se mantiene la tendencia de que cada país consiga sus propios recursos financieros para ejecutar las actividades estipuladas en el Plan y, en algunos casos se ha contado con fondos modestos de REDCAHOR y del Proyecto Mosca Blanca-CIAT. Durante 1999-2000 se emprenderán acciones para financiar la base de datos descrita previamente, así como para concretar el interés de convertir el Plan en una iniciativa de carácter iberoamericano.



## Plan EE.UU.

Como se informó en MBDía 28, 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**). Contacto: 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](mailto:lisa.arth@ucr.edu), <http://www.slwf.ucr.edu/>

**ESTE BOLETIN ESTA DISPONIBLE POR CORREO ELECTRONICO,  
DENTRO DE LA REVISTA MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS,  
EN LA SIGUIENTE DIRECCION: <http://www.catie.ac.cr.80/~cicmip/>**

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

*Este boletín es  
copatrocinado por:*

**CATIE**





# Acciones MIP en hortalizas

## Evaluación de la asociación maíz-chile para el manejo de *Anthonomus eugenii* en Nicaragua

Carmen Gutiérrez\*

**Resumen.** El chile dulce o chiltoma (*Capsicum annum*) es una hortaliza de gran consumo en Nicaragua y en otros países de América Central, donde se cultiva principalmente para su comercialización como fruto fresco. La principal plaga de este cultivo es el picudo (*Anthonomus eugenii*) el cual causa pérdidas hasta de 100%. Este insecto ha sido tradicionalmente controlado mediante plaguicidas, pero los resultados no son satisfactorios por su hábito de desarrollo dentro del fruto. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la asociación maíz-chile sobre la población del picudo. Se evaluaron tres tratamientos: chile con barrera de maíz en el borde, chile con hileras de maíz intercalado y chile en monocultivo. Las variables evaluadas fueron número de adultos en botones florales, número de larvas, pupas y adultos en frutos caídos y rendimiento del cultivo. Las poblaciones de picudo (adultos, larvas, pupas), tanto en botones florales como en frutos caídos fueron menores en las parcelas que estuvieron asociadas con maíz, hasta la primera cosecha lo cual coincidió con la floración del maíz, en comparación con el monocultivo, en una proporción de 5:1. Al terminar la floración del maíz, las poblaciones de picudo se incrementaron hasta en 30% en parcelas asociadas con ese cultivo y en 90% cuando estaba en monocultivo. Los mejores rendimientos se obtuvieron en las parcelas asociadas con maíz (6516,69 kg/ha con barrera de maíz, 5842,22 kg/ha con maíz intercalado) en comparación con 3595,26 kg/ha del monocultivo. El costo-beneficio para cada tratamiento fue de US\$1,29 con barrera de maíz, US\$1,13 con maíz intercalado y US\$0,72 con monocultivo.

### Introducción

El chile dulce ó chiltoma (*Capsicum annum* L.) es una hortaliza de gran consumo en Nicaragua y en toda América Central, rica en carotenos, vitamina C y minerales. En la región se cultiva principalmente para su comercialización como fruto fresco.

El cultivo es susceptible a diferentes organismos fitoparásitos, los cuales pueden presentarse en diferentes etapas fenológicas del cultivo, pero durante la fructificación es

más susceptible al ataque de plagas. El insecto plaga más importante de este cultivo es *Anthonomus eugenii* Cano (Coleoptera: Curculionidae), conocido en Nicaragua como el picudo de la chiltoma ó chile dulce. En varias zonas de producción de ese país, los agricultores lo consideran el problema más serio, porque puede causar pérdidas hasta de 100%.

*A. eugenii* es una especie nativa de las regiones secas y cálidas de Mesoamérica; y es considerado

plaga en el sur de Estados Unidos, América Central y algunas islas del Caribe, causando la caída prematura de los frutos y reduciendo el rendimiento hasta en 50% en plantaciones comerciales y 90% en parcelas experimentales sin manejo. Este insecto también ataca el chile jalapeño (*Capsicum frutescens* L.) y entre sus hospedantes están la berenjena y algunas malezas del género *Solanum*.

El daño se inicia en los botones florales, donde el insecto oviposita. Posteriormente, los botones florales y los frutos infestados pueden caer al suelo.

Esta plaga se ha controlado con insecticidas sintéticos, pero no se han logrado resultados satisfactorios debido a que el insecto se desarrolla dentro del fruto. La falta de control eficaz del picudo ha ocasionado que muchos agricultores reduzcan sus áreas de producción. Por tanto, es necesario buscar métodos de control alternativos que eviten ó reduzcan los daños causados por *A. eugenii*.

En este sentido, el MIP permite combinar diferentes técnicas de manejo, entre las que están las prácticas culturales, como el uso de barreras, cultivos asociados que

\*Investigador Programa MIP. INTA. Managua, Nicaragua. Fax: (505)2331688. EMail: intacenia@tmex.com.ni

constituyen una opción para reducir el uso de plaguicidas.

La diversidad de plantas presentes en el campo pueden afectar en forma diferente la población de insectos en un cultivo porque implican un cambio en el microclima, lo cual dificulta la orientación del insecto por acción física (barreras) ó por efectos químicos (feromonas, kairomonas, etc.) y en algunos casos beneficia las poblaciones de insectos benéficos que disminuyen la presión de la plaga en el cultivo principal.

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la asociación de chile-maíz sobre la población de *A. eugenii*.

## Materiales y métodos

El trabajo se realizó en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CINIA) del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), en Managua, Nicaragua en la época de primera de 1998. Managua ubicado a 60 msnm, con temperatura promedio de 26,5°C, y precipitación media de 900 mm. Se evaluaron tres tratamientos y para cada uno se hicieron cinco repeticiones, cada una constituida por cinco puntos de recuento.

Los tratamientos fueron: **T1:** chile con tres hileras de maíz como barrera en el borde de la parcela. **T2:** chile más maíz en franjas, 3 hileras de chile + 1 hilera de maíz y **T3:** monocultivo.

El área experimental total fue de 3528 m<sup>2</sup>, el área de cada tratamiento fue de 1176 m<sup>2</sup> (28 x 42 m) y 46 hileras por tratamiento.

Las variables evaluadas fueron: número de picudos desde la primera flor hasta la segunda cosecha (determinado mediante recuentos semanales en 5 estaciones de 10 plantas cada una, para un total de 50 plantas por tratamiento),

número de larvas, pupas y adultos en los frutos caídos (se recolectaron 20 frutos caídos semanalmente) y rendimiento del cultivo.

## Manejo del cultivo

**Semillero.** Al suelo se le agregó cal en dosis de 230 g/m<sup>2</sup>, la distancia de siembra utilizada fue de 10 x 2,2 cm. El semillero se regó diariamente y se hicieron recuentos para determinar la incidencia de mosca blanca y enfermedades.

**Trasplante.** Se realizó a los 45 días después de la germinación (DDG), en un lote regado previamente. La distancia de siembra fue de 30 x 60 cm, se fertilizó usando 520 kg de fórmula completa 12-30-10/ha a los 2 días después del trasplante (DDT). También se aplicó fertilización nitrogenada, en dosis de 130 kg de urea/ha, a los 25 y 45 DDT. A los 25 y 45 DDT se eliminaron las malezas manualmente. La siembra del maíz en hileras se rea-

lizó una semana después del trasplante, utilizando la variedad NB-6. En el tratamiento convencional se aplicó Karate.

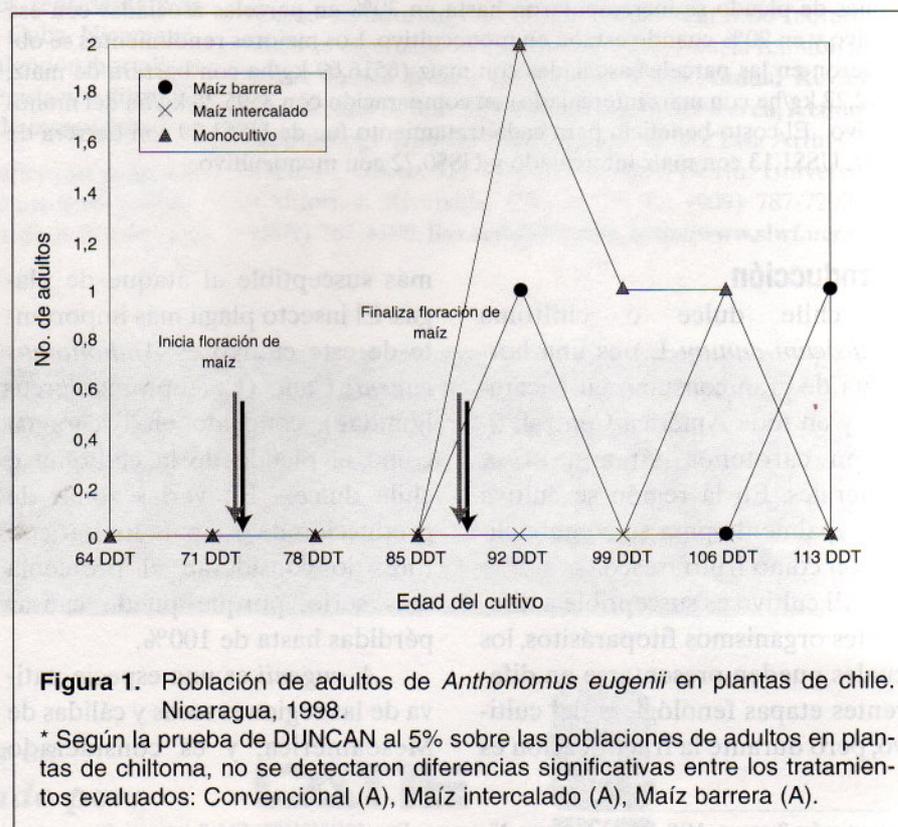
Se realizaron análisis de varianza y las medias se compararon mediante prueba de Duncan.

## Resultados y discusión

En cuanto a la población de adultos de picudo en las plantas de chile, no se presentaron diferencias significativas ( $P < 0,3536$ ) (Fig. 1).

En los recuentos semanales de picudos, se detectaron pocos individuos debido a la sensibilidad y hábitos de este insecto. En los tratamientos con maíz intercalado y con barrera de maíz la población también aumentó después de finalizar la etapa de floración del maíz.

**Población de larvas de picudo en frutos caídos.** Se determinaron diferencias altamente significativas ( $P < 0,0076$ ) entre los tratamientos de maíz como barrera y de maíz in-



**Figura 1.** Población de adultos de *Anthonomus eugenii* en plantas de chile. Nicaragua, 1998.

\* Según la prueba de DUNCAN al 5% sobre las poblaciones de adultos en plantas de chiltoma, no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados: Convencional (A), Maíz intercalado (A), Maíz barrera (A).

tercalado con el tratamiento de monocultivo.

En los dos tratamientos asociados con maíz las poblaciones de larvas en frutos caídos fue menor en las primeras etapas de floración y formación de frutos de chile, lo cual coincidió con la etapa de floración del maíz y se incrementó cuando el maíz inició la etapa de llenado de grano y madurez.

Sin embargo, en el tratamiento de monocultivo se encontraron larvas de picudo desde las primeras etapas de la floración del chile (Fig. 2).

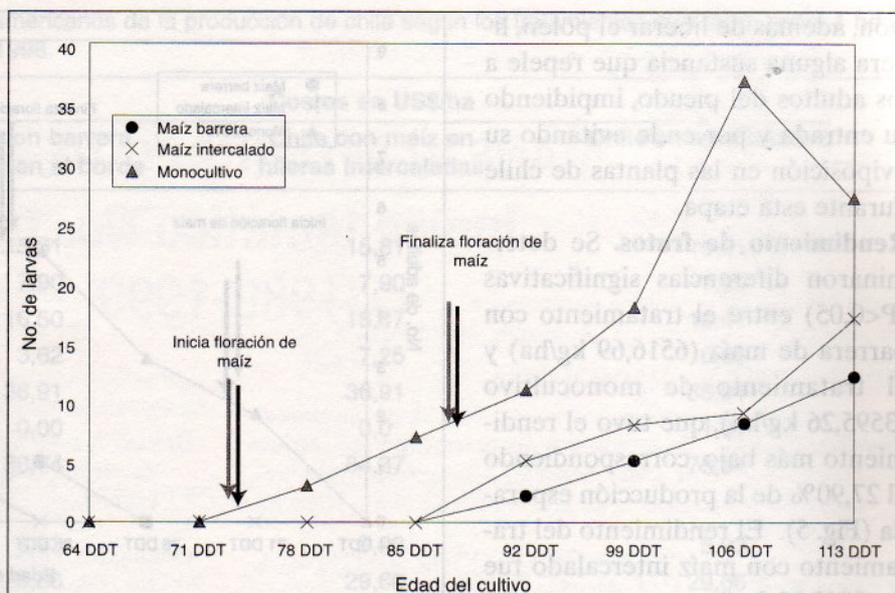
La floración del maíz se inició a los 56 DDG, lo cual coincidió con la etapa de floración del chile, aproximadamente a los 72 DDT y finalizó 15 días después del inicio de ésta, lo que coincide con los 87 DDT del chile donde se observó un incremento en las poblaciones del picudo.

**Población de pupas de picudo en frutos caídos.** No se detectaron diferencias entre los tratamientos evaluados ( $P < 0,0579$ ) (Fig. 3).

El comportamiento de las poblaciones de pupas en frutos caídos de chile fue similar al observado para las poblaciones de larvas, siendo más baja durante la etapa de floración del maíz e incrementándose a medida que el maíz inició su madurez.

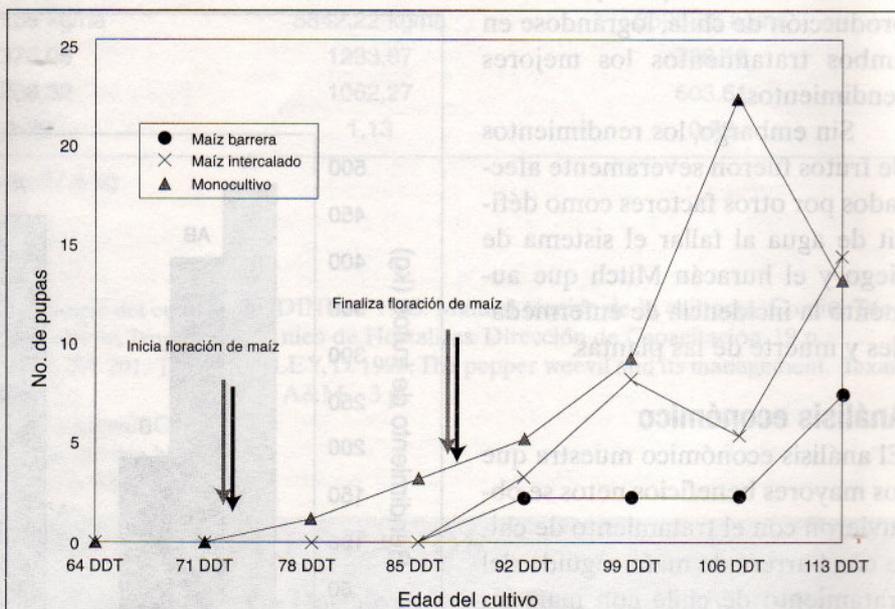
**Población de adultos de picudo en frutos caídos.** Se encontraron diferencias altamente significativas ( $P < 0,0002$ ) entre los tratamientos y la separación de medias detectó diferencias al 1% entre el chile asociado con maíz y en monocultivo (Fig. 4).

El comportamiento de las poblaciones de adultos en frutos de chile caídos fue similar al de las poblaciones de larvas y pupas, siendo bajas cuando el maíz estaba en eta-



**Figura 2.** Población de larvas de *A. eugenii* en frutos caídos de chile. Nicaragua, 1998.

\* Según la prueba de DUNCAN al 1% sobre las poblaciones de larvas encontradas en frutos caídos, se detectaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados: Convencional (A), Maíz intercalado (AB), Maíz barrera (B).



**Figura 3.** Población de pupas de *A. eugenii* en frutos caídos de chile. Nicaragua, 1998.

\* Según la prueba de DUNCAN al 5% sobre las poblaciones de pupas encontradas en frutos caídos, se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados: Convencional (A), Maíz intercalado (AB), Maíz barrera (B).

pa de floración y aumentando cuando el maíz inició su etapa de maduración, aproximadamente a los 80 DDT.

Esto indica que, la presencia del maíz afectó negativamente a la plaga. Posiblemente la planta de maíz al entrar en la etapa de flora-

ción, además de liberar el polen, libera alguna sustancia que repele a los adultos del picudo, impidiendo su entrada y por ende evitando su oviposición en las plantas de chile durante esta etapa.

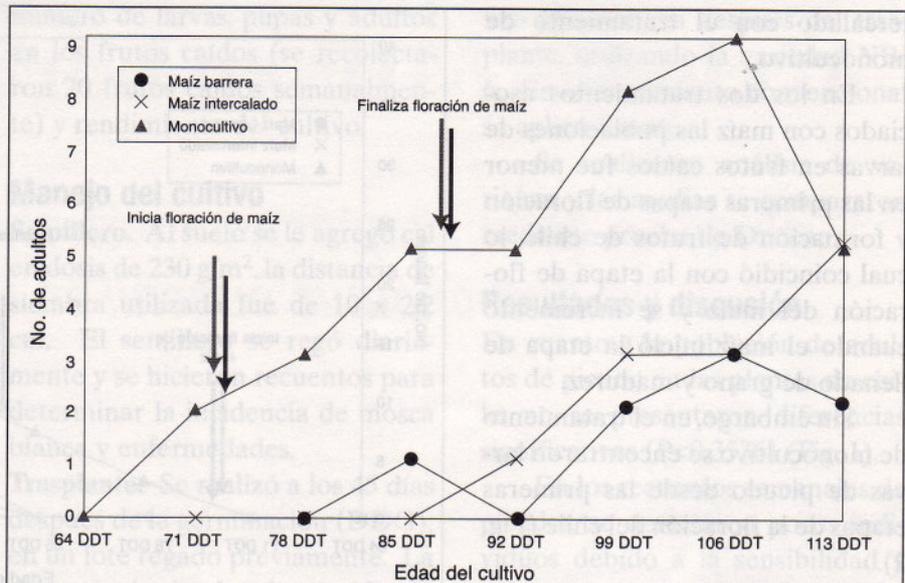
**Rendimiento de frutos.** Se determinaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre el tratamiento con barrera de maíz (6516,69 kg/ha) y el tratamiento de monocultivo (3595,26 kg/ha), que tuvo el rendimiento más bajo, correspondiendo al 27,90% de la producción esperada (Fig. 5). El rendimiento del tratamiento con maíz intercalado fue de 5842,22 kg/ha que aunque mayor que el tratamiento de monocultivo no fue diferente estadísticamente a ese tratamiento.

Lo anterior denota que el uso de maíz como cultivo asociado en los tratamientos 1 y 2 ayudó a la producción de chile, lográndose en ambos tratamientos los mejores rendimientos.

Sin embargo, los rendimientos de frutos fueron severamente afectados por otros factores como déficit de agua al fallar el sistema de riego y el huracán Mitch que aumentó la incidencia de enfermedades y muerte de las plantas.

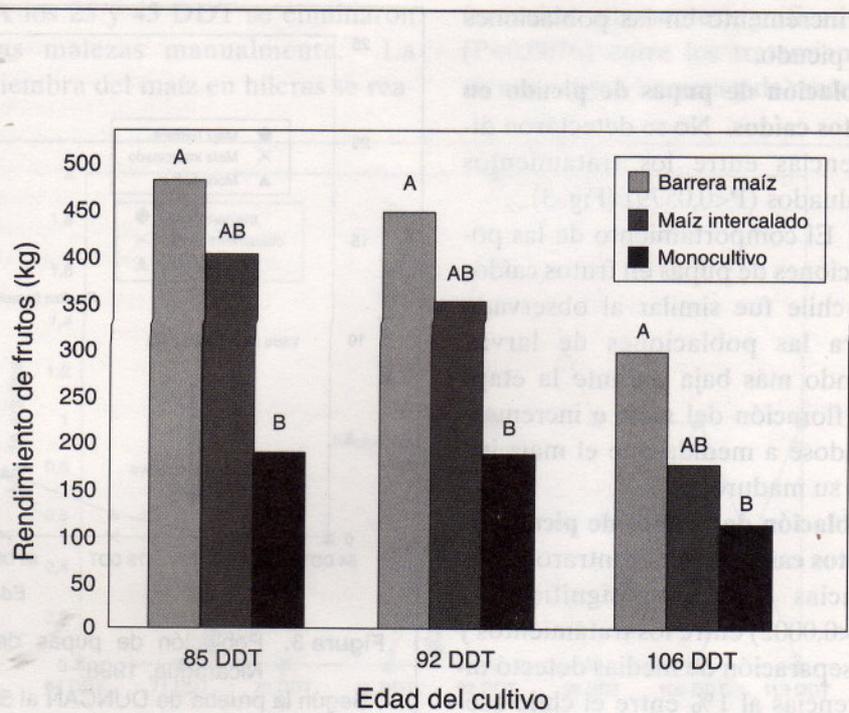
### Análisis económico

El análisis económico muestra que los mayores beneficios netos se obtuvieron con el tratamiento de chile con barrera de maíz, seguido del tratamiento de chile con maíz intercalado. Se obtuvo una relación costo-beneficio de US\$0,67 con el mejor tratamiento y de US\$0,57 con el segundo mejor tratamiento, o sea, que usando maíz tanto como barrera en el borde ó en hileras, se obtienen mayores ganancias que con chile en monocultivo que fue de US\$0,36 (Cuadro 1).



**Figura 4.** Población de adultos de *A. eugenii* en frutos caídos de chile. Nicaragua, 1998.

\* Según la prueba de DUNCAN al 1% sobre las poblaciones de adultos en frutos de chiltoma caídos, se detectaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados: Convencional (A), Maíz intercalado (B), Maíz barrera (B).



**Figura 5.** Rendimiento de frutos de chile *C. annuum*. Nicaragua, 1998.

\* Según la prueba de DUNCAN al 1% sobre los rendimientos de frutos, se detectaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados: Convencional (A), Maíz intercalado (B), Maíz barrera (B).

**Cuadro 1.** Análisis económico en dólares americanos de la producción de chile según los tratamientos evaluados, para 1 hectárea, en siembra de postrera. Nicaragua, 1998.

Actividades	Costos en US\$/ha		
	Chile con barrera de maíz en el borde	Chile con maíz en hileras intercaladas	Chile en monocultivo
<b>COSTOS FIJOS</b>			
1 pase arado	15,81	15,81	15,81
1 pase grada	7,90	7,90	7,90
semilla chile	16,50	16,47	16,47
semilla maíz	3,62	7,25	0,00
Fertilizante	36,91	36,91	36,91
Insecticida	0,00	0,0	1,31
<b>TOTAL COSTOS FIJOS</b>	<b>80,74</b>	<b>84,37</b>	<b>78,44</b>
<b>COSTOS VARIABLES</b>			
M. O. siembra	5,93	5,93	5,93
M. O. riego semillero	29,66	29,66	29,66
M. O. recuentos	5,27	5,27	5,27
M. O. aplicación	0,00	0,00	3,95
M. O. limpieza + fertilización	18,45	18,45	18,45
M. O. cosecha	27,68	27,68	13,84
<b>TOTAL COSTOS VARIABLES</b>	<b>87,01</b>	<b>87,01</b>	<b>77,12</b>
<b>TOTAL COSTOS</b>	<b>167,76</b>	<b>171,38</b>	<b>155,56</b>
RENDIMIENTOS	6516,69 kg/ha	5842,22 kg/ha	3595,26 kg/ha
INGRESO BRUTO	1376,08	1233,67	759,18
BENEFICIO NETO	1208,32	1062,27	603,61
<b>COSTO-BENEFICIO</b>	<b>1,29</b>	<b>1,13</b>	<b>0,72</b>

El precio de chile fue de US\$5,58 por saco de 37,4 kg.

## Literatura consultada

- CATIE. 1993. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de chile. Programa de Mejoramiento de Cultivos Tropicales. Serie Técnica. Informe Técnico/CATIE N° 201. Turrialba, Costa Rica. 168 p.
- COTO, D. 1996. El picudo del chile (*Anthonomus eugenii* Cano) su reconocimiento y posible manejo. Hoja Técnica No. 19. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica). no. 42:i-iv.

- MIDINRA. 1983. Manual técnico de la chiltoma. Comité Técnico de Hortalizas. Dirección de Capacitación. 19 p.
- RILEY, D. 1995. The pepper weevil and its management. Texas A&M. 3 p.

## Próximos Eventos REDCAHOR

**Congreso Regional de Poscosecha y Agroindustria de las Hortalizas.** Marzo 2000, San José, Costa Rica

**Mayor información:** Tel (506) 216-02-58 Email: redcahor@iica.ac.cr

## REDCAHOR en INTERNET

Visite el sitio de REDCAHOR en la Web y podrá consultar los Boletines con la información más actualizada sobre hortalizas, como resultados de investigación, avances y logros de la Red, reseñas de publicaciones, etc. así como las Memorias de Cursos y Talleres sobre diferentes aspectos como comercialización y mercadeo, MIP, recursos fitogenéticos, cultivares comerciales. También está disponible la información sobre los Servicios ofrecidos por la Red, y Futuros eventos.

**La dirección de la página es:** [www.iica.ac.cr/redcahor](http://www.iica.ac.cr/redcahor) <<http://www.iica.ac.cr/redcahor>>

# Hoja TECNICA

No. 31




## Marchitez fungosa del chile o pimentón

Elkin Bustamante\*

La marchitez fungosa causada por *Phytophthora capsici* Leonian es el factor limitante más importante para la producción de chile (*Capsicum annum*) en el mundo, causando pérdidas entre 10 y 100% de la producción, razón por la cual muchas áreas de cultivo son abandonadas o se desplazan hacia nuevos sitios libres de la presencia de este patógeno (Mora 1988).

### Síntomas

La infección ocurre en las raíces o en la base del tallo, especialmente, en campos irrigados. El primer síntoma, que generalmente se observa después de la floración, es un marchitamiento de las hojas sin cambios en su color (Fig. 1), las cuales finalmente quedan colgadas de los pecíolos. En la base del tallo aparece una mancha marrón verdusca, que se ennegrece de acuerdo con el grado de necrosis de los tejidos y lignificación de la planta (Fig. 2 y 3). Las raíces y tallos afectados muestran una pudrición suave, acuosa e inodora. Los frutos anticipan su cambio a color rojo y se arrugan (Fig. 4). Los tallos continúan erguidos con las hojas colgantes y los frutos secos y arrugados. El síndrome se origina por la obstrucción de los haces vasculares.

Los síntomas causados por *Phytophthora* en el chile difieren de los provocados por *Sclerotium rolfsii* y *Fusarium oxysporum* var. *vasinfectum*. En la esclerotiniasis, las manchas acuosas de la base del tallo se

expanden y lo rodean; sobre estas se produce un micelio de tipo algodonoso, donde se desarrollan unos cuerpos esféricos de aproximadamente 2 mm, denominados esclerocios, que en un inicio son blancos, pero después adquieren apariencia de granos de mostaza y finalmente se tornan achocolatados; estos signos son los que permiten reconocer al patógeno y diferenciarlo de otros. En el caso de *F. oxysporum* var. *vasinfectum*, el primer síntoma visible es la caída de las hojas inferiores. Los tejidos internos de la raíz y el tallo son pardo oscuros y las lesiones externas corresponden a cánceres hundidos que estrangulan el tallo en forma gradual.

Durante la época lluviosa *P. capsici* puede atacar desde el estado de plántula hasta plantas maduras, y la marchitez puede presentarse durante todas las etapas de crecimiento. Los cultivos afectados muestran mortalidad de frutos. El inóculo puede ingresar en el fruto a través del pedúnculo, produciéndose una podredumbre que se inicia alrededor del cáliz como una mancha verde oscura; la epidermis del fruto pierde su brillo y toma un aspecto acuoso, hasta arrugarse. Las semillas infectadas toman una coloración parda y, luego, se arrugan. En condiciones de suelo húmedo, la base del tallo se puede cubrir de micelio y presentar estructuras de fructificación de color blanco o azul verdoso.

Recibido: 02/11/99. Aprobado:

\* Área de Agricultura Tropical Sostenible. CATIE. 7170. Turrialba, Costa Rica. EMail: ebustama@catie.ac.cr

## Aislamiento e identificación

El hongo *P. capsici* se puede aislar con facilidad en el medio agar-agua, con trozos de tejido de aproximadamente 2x2 mm, obtenidos del borde de la lesión y con un mínimo de tejido necrosado. En las lesiones de la base del tallo, causadas inicialmente por *P. capsici*, es más frecuente encontrar estructuras de *Fusarium* sp., lo cual muchas veces ha ocasionado que se considere a este hongo como el agente causal de la enfermedad. Por ello, es importante usar una adecuada y cuidadosa técnica de aislamiento. En la actualidad existen equipos de pruebas para identificar proteínas específicas del hongo que se pueden usar en laboratorio y campo.

*P. capsici* es patógeno en diferentes especies de plantas cultivadas, la mayoría solanáceas y cucurbitáceas; también se ha determinado la presencia del patógeno en ayote, berenjena, cacao, melón, pepino, sandía y tomate.

La habilidad de *P. capsici* para afectar determinados hospedantes y cultivares varía según el aislamiento. En Costa Rica, el estudio de aislamientos colectados en diferentes áreas de producción indican una gran amplitud en la virulencia del hongo.

## Epidemiología

El hongo es un habitante del suelo que puede sobrevivir como saprófito, pero se vuelve parasítico en presencia de hospedantes susceptibles, en tejidos infectados en descomposición lenta o en el suelo, aparece en

forma de estructuras de resistencia. El hongo tiene los tipos A-1 y A-2 de apareamiento. La enfermedad es más severa en suelos arcillosos y baja en arenosos. Efectos sinérgicos entre *P. capsici* y otros patógenos como el potyvirus Y de la papa o el nematodo *Meloidogyne incognita* son conocidos.

El desarrollo de la enfermedad depende de las condiciones ambientales y de la cantidad de inóculo presente en el suelo. La época seca, con tiempo soleado e irrigación por surcos, que genere un nivel freático alto favorece la producción de esporangios (Fig. 5) y su posterior invasión de las plantas.

En cultivos bajo riego, el factor más importante para el desarrollo de la enfermedad es la humedad en el área cercana a la base del tallo. La producción de esporangios en tejidos infectados ocurre en suelos cuyos contenidos de humedad varían entre la capacidad de campo y el punto de saturación. El riego se considera uno de los principales medios de diseminación, porque facilita la diseminación de las zoosporas. En áreas dedicadas al cultivo del chile en Costa Rica, a pesar de que existen condiciones de temperaturas altas, la enfermedad afecta sólo la base del tallo y no se manifiesta en el follaje.

## Manejo

Las principales medidas de manejo se orientan a prácticas agronómicas, resistencia varietal, uso de microorganismos benéficos y agroquímicos inductores de resistencia.



Figura 1. Hojas flácidas en una planta de chile afectada por *P. capsici*.



Figura 2. Mancha marrón en la base del tallo de una planta enferma.

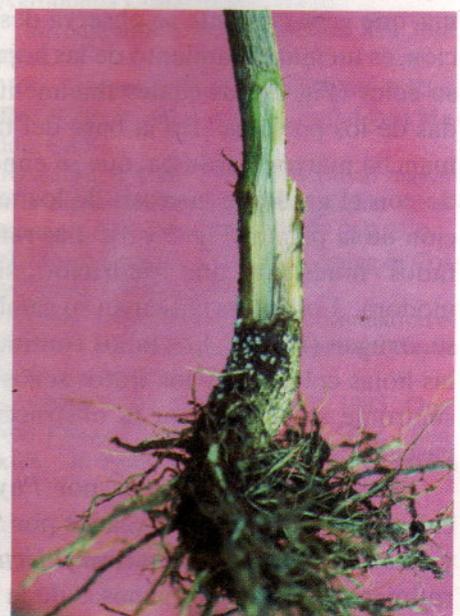


Figura 3. Parte interna del tallo mostrando tejidos necróticos por efectos del ataque de *P. capsici*.



**Figura 4.** Estado avanzado de la enfermedad, tallo erguido, pocas hojas y frutos rojos y arrugados.



**Figura 5.** Esporangios de *P. capsici*.

Entre las prácticas agronómicas sobresalen las siguientes:

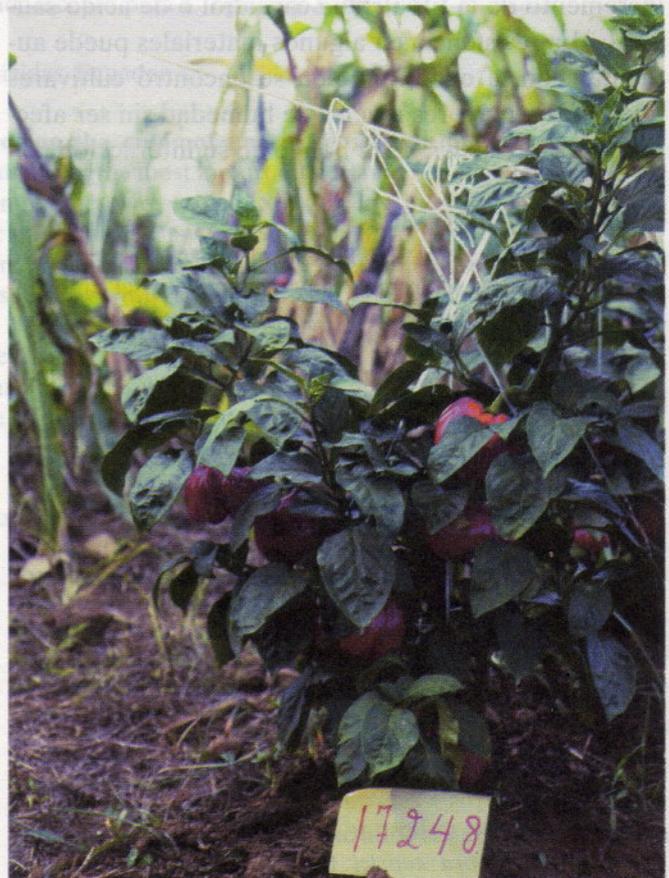
1. Destrucción de fuentes potenciales de inóculo, como residuos de cosecha.
2. Solarización del suelo durante cinco o más semanas en tiempo soleado que con el uso de polietileno transparente puede controlar el patógeno, sin perjuicio para los microorganismos benéficos. La adición de un 2% de desechos orgánicos secos de repollo o gallinaza incrementa el efecto anterior.
3. En cultivo bajo riego por gravedad, el trasplante debe hacerse en el centro del lomillo, los cuales deben tener 1 m o más de ancho.
4. Aumento de la altura del lomillo, lo recomendable es de 30 cm o más.

5. Rotación de cultivos, dado que el hongo puede sobrevivir aproximadamente 2 años en ausencia del hospedante.

6. Manejo adecuado del agua de riego, para evitar condiciones de humedad favorables al hongo. Para ello se debe:

- a. Preferir el riego por gravedad al riego por aspersión.
- b. Procurar que el agua de riego por gravedad humedezca poco en el suelo bajo la planta.
- c. Variar la altura de los lomillos y la distancia entre surcos. La combinación óptima dependerá de la textura del suelo. Por ejemplo, en suelos arcillosos es recomendable una altura de 40 cm y una distancia entre surcos de 1,4 m.

d. Nivelar bien el terreno, para evitar el encharca-



**Figura 6.** Planta de la selección de chile 17248 con resistencia a *P. capsici*.

miento o establecer un buen sistema de drenaje. Para que el agua se distribuya con uniformidad y no se acumule al final del surco, se sugiere dar a los surcos de riego una longitud de 25 a 50 metros, como máximo.

- e. La aplicación de una cantidad de agua mayor a la requerida por el cultivo aumenta la incidencia de la enfermedad; por lo tanto, la menor frecuencia de riego puede provocar una mayor incidencia, porque el agua aplicada es más abundante.

### Uso de cultivares resistentes

Esta es la práctica más eficaz en el control de plagas y la que resulta más económica para el agricultor y más sencilla. Desde el punto de vista económico, es uno de los pocos medios aceptables contra ciertos organismos que viven en el suelo, como *Fusarium* sp., *Phytophthora* sp. y *Pseudomonas* sp. Sin embargo, actualmente ninguna variedad es resistente a todos los patógenos.

La expresión de resistencia se puede dar por exudados radicales que afectan las zoosporas del hongo en el suelo y la rizosfera. También se identifica con un incremento de la fitoalexina capsidiol o de ácido salicílico. La resistencia en algunos materiales puede aumentar con la edad, también se encontró cultivares que toleran mayores niveles de humedad sin ser afectados por *P. capsici*. Este hongo en su interacción con

plantas resistentes presenta un período de incubación más largo que en las susceptibles.

Actualmente no hay cultivares de chile dulce de alta resistencia, pero sí existen varios con resistencia media y buenas características agronómicas, evaluados bajo condiciones de países como Argentina, Brasil, Costa Rica, Guatemala, México y Panamá. Se destacan por su resistencia y rendimiento los materiales Cholo y 17248 del IDIAP (Fig. 6). En chile picante, se dispone de un nivel de resistencia más alto y de mayor número de materiales de procedencia mexicana.

El uso de productos químicos como fosetyl-aluminum o ácido beta amino butírico (BABA) pueden inducir resistencia al incrementar la capacidad de la planta para sintetizar capsidiol así como glucanasas y quitinasas.

### Uso de enmiendas orgánicas y microorganismos benéficos

El uso de enmiendas orgánicas como compost y de algunos sustratos como la torta de neem han contribuido al manejo de *P. capsici*. El uso de enmiendas orgánicas pueden favorecer el incremento de poblaciones de *Trichoderma viride*, *Pseudomonas cepacia*, *Bacillus cereus* y *B. subtilis* que ejercen un eficiente antagonismo sobre el hongo patógeno inhibiendo el crecimiento micelial y la germinación de las zoosporas.

### Literatura consultada

- CASTREJON, A.; RODRIGUEZ, R. 1984. Algunos aspectos fisiológicos del síndrome del marchitamiento del chile causado por *Phytophthora capsici*. *Agrociencia* 56:47-55.
- CATIE. 1993. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo chile dulce. Turrialba, Costa Rica. Serie Técnica. CATIE No. 201. 143 p.
- CHAVES, J.J.; ZABALETA, E.; TELIZ, D. 1995. Control integrado de la marchitez del chile (*Capsicum annuum* L) ocasionado por el hongo *Phytophthora capsici* en la región de Velsaguillo, Puebla, México. *Fitopatología* 30(1):47-55.
- GAMLIEL, A.; STAPLETON, J.J. 1993. Characterization of antifungal volatile compounds evolved from solarized soil amended with cabbage residues. *Phytopathology* 83:899-905.
- HOITINK, H.A.J.; FAHY, P. 1986. Basis for the control of soil-borne plant pathogens with compost. *Ann. Rev. Phytopathology* 24:93-114.
- KATAN, J. 1995. Soil solarization. In *Innovative approaches to plant disease control*. Ilan Chet. Ed. New York. John Wiley & Sons. p. 77-105.
- KIM, J.S.; DO, T.H.; CHO, E.K.; LEE, M.W. 1988. Mating types of *Phytophthora capsici* from red pepper (*Capsicum annuum*) in Korea. *Korean Journal of Mycology* 16:60-63.
- MERCADO, J.; BUSTAMANTE, E. 1993. Evaluación de resistencia de cultivares criollos de chile dulce (*Capsicum annuum*) a *Phytophthora capsici*. *Manejo Integrado de Plagas* (Costa Rica) no. 27:5-10.
- MORA, L.F. 1988. Guía de producción para chile picante. San José, Costa Rica. Laboratorios Griffith. 22 p.
- NEMEC, S.; DATNOFF, L.E.; STRANDBERG, J. 1996. Efficacy of biocontrol agents in planting mixes to colonize plant roots and control root diseases of vegetables and citrus. *Crop Protection* 15(8):735-742.
- REIFSCHNEIDER, F.J.B.; CAFE-FILHO, A.C.; REGO, A.H. 1986. Factors affecting expression of resistance in pepper (*Capsicum annuum*) to blight caused by *Phytophthora capsici* in screening trials. *Plant Pathology* 35:451-456.
- RISTAINO, J.B.; LARKIN, R.P.; CAMPBELL, C.L. 1994. Spatial dynamics of disease symptom expression during *Phytophthora epidemics* in bell pepper. *Phytopathology* 84:47-55.
- SCHLUB, R.L. 1983. Epidemiology of *Phytophthora capsici* on bell pepper. *Journal of Agricultural Science* 100:7-11.
- SOLORZANO, A.; MORA, J.; BRAVO, O.; PIEDRA, R. 1999. Efecto supresivo de varios abonos orgánicos para el control de la malla causado por *Phytophthora capsici* en el cultivo de chile dulce. Informe Ministerio de Agricultura y Ganadería, Costa Rica. 7 p.



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)

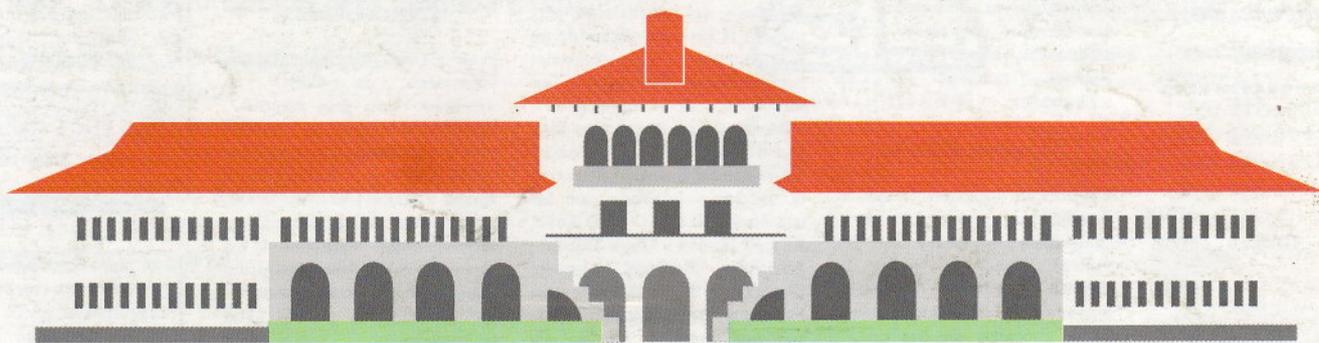
### Maestría (M.Sc.) en:

- 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 http://www.catie.ac.cr