

ISSN 1016-0462

# Manejo Integrado de Plagas



Nº. 42

Diciembre 1996



Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

El CATIE es una institución de carácter científico y educacional, cuyo propósito fundamental es la investigación y la enseñanza de posgrado en el campo de las ciencias agropecuarias y de los recursos naturales renovables aplicados al trópico americano.

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE  
INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA  
CATIE**

**DIRECTOR GENERAL**

Rubén Guevara Moncada

**SUBDIRECTOR GENERAL**

Rómulo Olivo

**PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA Y COOPERACIÓN  
EXTERNA**

Fernando Ferrán

**PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN**

Markku Kanninen

**PROGRAMA DE ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO**

Pedro Ferreira

**PROGRAMA DE PROYECCIÓN EXTERNA**

Gerardo E. Habich

**COMITÉ EDITORIAL OPERATIVO**

Elkin Bustamante, Presidente  
Joseph L. Saunders  
Luko Hilje  
Bernal Valverde M.  
Philip Shannon  
Wilberth Phillips M.  
Galileo Rivas Platero  
Laura Rodríguez, Editora

**GRUPO ASESOR DE REVISIÓN:**

**CATIE**

Manuel Carballo  
Israel Garita  
Luko Hilje  
Arnoldo Merayo  
Joseph L. Saunders

**UCR**

Luis Carlos Salazar

**UNA**

Víctor Cartín

**Dirección:** Elkin Bustamante

**Edición:** Laura Rodríguez

**Diseño Gráfico y Textos:** Yorlene Pérez y Guiselle Brenes

**Foto:** Cafetales con sombra multiestratificada con árboles de *Erythrina poeppigiana* (poró) de *Cordia alliodora* (laurel), sistema importante en el manejo integrado de plagas. (Dr. Eduardo Somarriba, CATIE).

# Manejo Integrado de Plagas

El uso de entomopatógenos en el control de la broca del café en Colombia  
Estrategia esencial para la conservación de los recursos naturales la salud y la producción agrícola sostenible

No.42

Diciembre 1996

## CONTENIDO

	Pág.
<b>EXPERIENCIAS MIP EN LOS PAISES</b>	
El uso de entomopatógenos en el control de la broca del café en Colombia ..... <b>Alex E. Bustillo P., Francisco J. Posada F.</b>	1-13
<b>INFORMES DE INVESTIGACION</b>	
Toxicidad de extractos acuosos de meliáceas en <i>Spodoptera frugiperda</i> (Lepidoptera: Noctuidae) ..... <b>Cesáreo Rodríguez Hernández, José Djair Vendramim</b>	14-22
Cuantificación de daños por insectos en los frutos del tempate, <i>Atropa curcas</i> , (Euphorbiaceae) a través de una tabla de vida ..... <b>Christopher Grimm</b>	23-30
Selectividad y eficacia del nicosulfuron para el control de malezas en maíz ..... <b>Luis Carlos Salazar, Félix Antonio Guerra</b>	31-38
Patogenicidad de <i>Metarhizium anisopliae</i> en adultos de la "chinche salivosa" <i>Aeneolamia albofasciata</i> y <i>Prosapia</i> spp. (Homoptera: Cercopidae) en caña de azúcar en Escuintla, Guatemala ..... <b>Francisco Badilla, Juan Carlos Toledo, Carlos Barreno</b>	39-44
<b>ENSAYOS</b>	
Opciones para el manejo de nematodos en el café ..... <b>Nahúm Marbán-Mendoza</b>	45-48
<b>HOJA TECNICA</b>	
El picudo del chile ( <i>Anthonomus eugenii</i> Cano) su reconocimiento y posible manejo ..... <b>Daniel Coto</b>	i-iv
<b>SECCION INFORMATIVA</b>	
Nuevas Publicaciones de CATIE ..... Reseñas de Nuevas Publicaciones ..... Diseminación de Información para Agricultores y Extensionistas ..... Tesis Postgrado CATIE ..... Mosca Blanca al Día ..... Futuros Eventos .....	49 50 53 53 56 58

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



## EL USO DE ENTOMOPATÓGENOS EN EL CONTROL DE LA BROCA DEL CAFE EN COLOMBIA

Alex E. Bustillo P.\*  
Francisco J. Posada F.

### RESUMEN

Los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin y *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin, pueden jugar un papel importante en la reducción de poblaciones de broca en cafetales y se consideran componentes importantes en un esquema de Manejo Integrado (MIP) de *Hypothenemus hampei* (Ferrari). En Colombia se han desarrollado métodos para la producción masiva de estos hongos tanto a nivel artesanal, para ser utilizados por agricultores, como a nivel industrial, produciendo formulaciones en cooperación con la industria privada; actualmente hay cinco laboratorios que producen este insecticida biológico comercialmente. El efecto del hongo sobre poblaciones de broca se ha evaluado a través de dos estrategias, una de introducción a sitios donde no existe y otra como un insecticida biológico aplicado en un programa MIP. La introducción ha sido exitosa y el hongo se manifiesta en diversos niveles en todas las áreas donde ha sido asperjado. Los niveles promedio de infección sobre la población de broca durante 1995 fueron del 45%. En cuanto al uso del hongo como insecticida los resultados son erráticos, obteniéndose niveles bajos (20-30%) hasta niveles altos (60-70%). *M. anisopliae* controla poblaciones de broca que emergen de cerezas caídas al suelo, sin embargo su eficacia se reduce drásticamente a medida que transcurre el tiempo después del tratamiento, debido principalmente al lavado de las conidias por las lluvias. La eficacia de estos hongos en el campo varía dependiendo de la calidad de la formulación, dosis utilizada, tecnología de aspersión, humedad relativa, radiación y oportunidad de los tratamientos con respecto al momento de ataque de la broca. La investigación actual está dirigida a obtener aislamientos más virulentos, resistentes a las condiciones ambientales adversas y a lograr aspersiones con cubrimientos más eficientes en los frutos de café en los árboles.

**Palabras claves:** *Coffea arabica*, *Hypothenemus hampei*, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, Manejo Integrado de Plagas, Control biológico.

### USE OF ENTOMOPATHOGENS TO CONTROL COFFEE BERRY BORER IN COLOMBIA

#### ABSTRACT

The entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin, and *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin, can play an important role in coffee berry borer population regulation and are considered as main components in an integrated pest management (IPM) program to control *Hypothenemus hampei* (Ferrari). In Colombia two methods to mass produce these fungi have been developed, one a simple method to be used by farmers and the other an industrial process with the cooperation of private laboratories; currently there are five laboratories registered for this undertaking. The effect of these fungi have been evaluated through two strategies: as an introductory agent and as a biological insecticide used in an IPM program. The introduction of *B. bassiana* has been successful, its incidence has been shown at different levels in all places where it has been sprayed. The average infection in the field by this fungus on coffee berry borer populations during 1995 was 45%. With respect to the use of fungi as insecticides, field results are erratic, ranging from low levels (20-30%) to high levels (60-70%). *M. anisopliae* has potential to control borer populations emerging from fallen infested coffee berries, however its efficacy drops rapidly after time of application, due mainly to rain washing away the spores. Efficacy of fungi in the field varies depending on the quality of formulations, dosage used, spray technology, relative humidity, radiation and timing of sprays related to borer attack. Current research is focused on obtaining more virulent fungal strains, tolerance to adverse environmental conditions and to attain more efficient spray coverage on coffee berries on the trees.

**Key words:** *Coffea arabica*, *Hypothenemus hampei*, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, Integrated Pest Management, Biological control.

### INTRODUCCION

Los hongos entomopatógenos usados para el control de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari), son una opción fundamental en el desarrollo de un programa de manejo integrado, cuya finalidad sea la preservación

Recibido :12/07/96. Aprobado: 16/12/96.

\*Investigador Principal I e Investigador Científico I respectivamente, Cenicafe, Disciplina de Entomología, Apartado Aéreo 2427, Manizales, Colombia.

del ambiente y el uso racional de insecticidas químicos. Se considera que los hongos *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin y *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin, pueden jugar un papel muy importante en el control de la broca, bajo las condiciones de los ecosistemas cafeteros colombianos. En Colombia, se desarrolla un programa de investigación que incluye desde la obtención de aislamientos de los hongos, hasta la producción masiva y evaluación de su eficacia bajo diferentes condiciones de campo, con el fin de incluirlos en un programa de manejo integrado de la broca.

*B. bassiana* se ha encontrado en más de 60 especies de insectos en todo el mundo. En Colombia, aún cuando no se han desarrollado labores específicas con este fin, se ha aislado de más de 30 especies, en su mayoría lepidópteros y coleópteros (Bustillo 1995). Este hongo, se encuentra generalmente en poblaciones de plagas hipógeas o en plagas que viven en localidades con temperatura, humedad y otras condiciones similares a las que existen en el suelo. En este trabajo se presenta un resumen de los avances logrados con entomopatógenos en el control de la broca del café en Colombia, así como resultados de investigaciones recientes.

## REVISION DE LITERATURA

*B. bassiana* se ha usado en forma comercial en diferentes partes del mundo. En Rusia, se ha empleado por más de 15 años, para el control de *Leptinotarsa decemlineata* Stal., en combinación con insecticidas. Actualmente, se está tratando de emplearlo sin insecticidas, utilizando dosis más altas. *B. bassiana* también se usa en Europa para el control de *Laspeyresia pomonella*, plaga de manzanos (Ferron 1978); en Brasil se estudia para el control de *Cerotoma* sp., *Diabrotica speciosa* (Germar) y *Chalcodermus aenus* Boheman, plagas del frijol y caupi (Daoust y Pereira 1986). El país donde más se ha usado este patógeno es China, donde es producido por los mismos agricultores en unidades de producción muy sencillas, ubicadas en sus casas. En este país es empleado en el control de plagas del maíz y forestales (Hussey y Tinsley 1981); en maíz se está usando en un millón de hectáreas para controlar *Ostrinia nubilalis* (Hubner). En Cuba, debido al bloqueo

comercial, las actividades de tratamiento de los problemas fitosanitarios se han concentrado en el uso de entomopatógenos como *B. bassiana*.

Se ha demostrado que es posible inducir epizootias artificiales del hongo, en una población de insectos. Ferron (1983) aplicó *B. brongniartii* al suelo, en dosis de  $1 \times 10^{10}$  conidias/m<sup>2</sup>, con el objetivo de controlar *Melolontha melolontha*; como consecuencia de esto logró desarrollar una micosis el año siguiente, así como la autoreproducción del hongo en los cadáveres de los insectos, lo que permitió asegurar la infectividad en el suelo, durante la siguiente generación de la plaga.

En relación con las dosis de *B. bassiana*, para ser usadas en condiciones de campo, la literatura indica que en la antigua Unión Soviética, para el control de *L. decemlineata* se recomienda de dos a cuatro kilogramos de Boverin/ha (formulación en polvo que contiene  $1 \times 10^9$  conidias de *B. bassiana*/gramo, equivalente a  $1,2 - 2,4 \times 10^{13}$  conidias/ha). Para el control de insectos del suelo, como *M. melolontha*, se utiliza *B. brongniartii* en una dosis de  $5 \times 10^{14}$  conidias/ha; para otros insectos pequeños, de corta vida en el suelo, se requiere más inóculo ( $10^{16} - 10^{17}$  conidias/ha). Si se utilizan dosis bajas, la enfermedad se desarrolla lentamente y es posible que no se presenten epizootias (Ferron 1978, 1981).

*B. bassiana* se puede aplicar en el campo usando máquinas de aspersión convencionales o equipos nebulizadores motorizados; así como en aspersoras de ultra bajo volumen. Recientemente, se han evaluado formulaciones en aceite, con las cuales se logra mayor dispersión de las conidias, mejor sobrevivencia y mayor efectividad en el control del insecto (Prior et al. 1988, Moore y Prior 1988). Un factor importante en la eficiencia del hongo es la cobertura, por lo tanto el equipo que se utiliza debe estar bien calibrado para obtener una cobertura apropiada.

Las especies de *Beauveria* se reproducen fácilmente en medios de cultivo como PDA y Sabouraud; además, se han desarrollado otros medios y técnicas de propagación. *B. bassiana* se produce comercialmente bajo el nombre de Boverin en la antigua Unión Soviética; este país cuenta con la tecnología más avanzada para la producción masiva de especies de *Beauveria*. La producción masiva de blastosporas en cultivos sumergidos se desarrolló hace

aproximadamente 20 años; sin embargo, ésta se ha abandonado por las dificultades de almacenar este tipo de conidias (Ferron 1981, Blachere *et al.* 1973).

Actualmente en la antigua Unión Soviética, para la producción masiva de conidias aéreas de *B. bassiana*, se utiliza una técnica que tiene dos fases. Primero la biomasa se produce como un micelio en un fermentador, luego éste se cultiva en la superficie de medios nutritivos, colocados en bandejas para la esporulación. Una planta piloto en Krasnodar produce anualmente 22 toneladas de Boverin (conidias de *B. bassiana* más una materia inerte, estandarizado a  $6 \times 10^9$  conidias / gramo) (Ferron 1981).

Se ha informado de varios hongos que atacan la broca del café, (Moore y Prior 1988, Cenicafé 1990), sin embargo, en condiciones de campo sólo se ha observado el ataque de *B. bassiana*. Recientemente, en reconocimientos efectuados en diversas zonas de Colombia, se encontró *Hirsutella eleutheratorum* (Posada 1993) y *Fusarium oxisporum* en frutos infestados por *H. hampei* que aún estaban en la planta y *M. anisopliae* en adultos de broca provenientes de frutos que estaban en el suelo.

Se ha informado de *B. bassiana* infectando *H. hampei* prácticamente en todos los países donde ha llegado este insecto. La incidencia del hongo varía de un país a otro y aunque estas diferencias pueden deberse a factores climáticos, también se supone que la broca está mejor adaptada al hongo en Africa, pero sucumbe a razas exóticas que encuentra cuando llega a un nuevo sitio (Moore y Prior 1988). Los intentos de control biológico de la broca del café usando *B. bassiana* han sido muy pocos y se han caracterizado por la poca continuidad después de experimentos iniciales (Carneiro 1984, Fernández *et al.* 1985, Tronconi *et al.* 1986, Sponagel 1994).

### Investigaciones en Colombia.

#### Investigaciones con *Beauveria bassiana*.

Este entomopatógeno se ha encontrado en forma nativa en muchas de las regiones de Colombia a donde ha llegado la broca. Actualmente, se cuenta con un cepario de 92 aislamientos de *B. bassiana*, provenientes de diferentes localidades y condiciones agroecológicas. Este material está siendo sometido a una caracterización con el objetivo

de conocer la relación existente entre ellos, y sus fuentes de variación en cuanto a patogenicidad, producción de conidias, adaptación o tolerancia a factores abióticos. De estos aislamientos, 18 fueron suministrados por institutos como IIBC (Instituto Internacional de Control Biológico) y por países como Brasil, Ecuador y Guatemala; aproximadamente la mitad de éstos aislamientos han mostrado actividad contra la broca.

Para seleccionar los aislamientos más patógenos, se desarrolló una técnica de bioensayo que permite conocer la actividad de la broca en el laboratorio, antes de ser utilizado en el campo (González *et al.* 1993). Se demostró también la importancia de infectar poblaciones de este insecto con *B. bassiana* para reactivar su patogenicidad, porque cuando se cultiva este hongo en medios artificiales durante tres o más generaciones se reduce considerablemente la patogenicidad y se incrementa la  $TL_{50}$  (tiempo promedio para causar mortalidad en la mitad de la población) en comparación con el hongo activado sobre broca (González *et al.* 1993). Las evaluaciones de la virulencia de los aislamientos contra la broca, han mostrado que existen diferencias no solo en el nivel de mortalidad, sino en el tiempo requerido para matar su hospedero (Cuadro 1). También existen diferencias entre aislamientos en cuanto a la producción de conidias (Cuadro 2).

Se han investigado dos enfoques para la producción de *B. bassiana*, uno a nivel industrial y otro a nivel artesanal. A nivel industrial (Morales *et al.* 1991), la producción de este hongo se inicia con cultivos puros aislados de broca, los cuales se colocan en cajas petri con medio SDA, luego este inóculo se emplea para el crecimiento del hongo en frascos que contienen un medio líquido, nutritivo y aséptico, el cual es mantenido bajo condiciones de fermentación y agitación a 110 rpm durante 72 horas. Este cultivo produce blastosporas, que sirven para inocular bandejas con un sustrato líquido químicamente definido para la producción de conidias aéreas. Después de 15-20 días (dependiendo de la temperatura) el hongo está listo para ser cosechado, homogeneizado, formulado y secado (polvo). Esta tecnología ha sido transferida a productores particulares para que se encarguen de la producción industrial del hongo. En la actualidad existen cinco compañías en Colombia con licencia del Instituto Colombiano

**CUADRO 1.** Mortalidad y tiempo promedio de mortalidad de la broca del café causado por *Beauveria bassiana* \*.

Aislamiento	Hospedante		Origen	Mortalidad			Tiempo promedio de mortalidad	
	ORDEN : FAMILIA	GENERO: ESPECIE		X	±	D.E.	X	±
9001	Coleoptera: Scolytidae	<i>Hypothenemus hampei</i>	Colombia (Nariño)	59,99	13,33		4,77	0,88
9002	Coleoptera: Scolytidae	<i>Hypothenemus hampei</i>	Colombia (Nariño)	83,33	8,60		4,94	1,19
9007	Coleoptera: Scarabaeidae	?	Colombia (Antioquia)	33,33	7,70		5,70	0,76
9011	Hemiptera: Miridae	<i>Monalonium dissimulatum</i>	Colombia (Huila)	71,66	17,53		5,52	0,93
9012	Coleoptera: Scolytidae	<i>Hypothenemus hampei</i>	Colombia (Antioquia)	91,66	3,33		5,22	0,93
9013	?	?	Filipinas	78,33	9,90		4,30	1,29
9015	Homoptera: Delphacidae	<i>Nilaparvata lugens</i>	China	49,99	17,60		5,40	0,84
9021	Coleoptera: Scolytidae	<i>Hypothenemus hampei</i>	Ecuador	91,66	6,30		4,62	1,36
9022	Coleoptera: Cicadellidae	<i>Nephotettix cincticeps</i>	China	61,66	17,50		5,22	0,56
9023	Hemiptera: Coreidae	<i>Leptocoris</i> sp.	Filipinas	61,66	26,30		5,82	0,81
9027	Homoptera: Delphacidae	<i>Nilaparvata lugens</i>	China	89,99	3,85		5,12	0,95
9028	Coleoptera: Curculionidae	<i>Cosmopolites sordidus</i>	Colombia	76,66	8,60		5,26	1,03
9116	Coleoptera: Scolytidae	<i>Hypothenemus hampei</i>	Colombia (Risaralda)	44,99	6,38		5,05	0,69
9118	Coleoptera: Scolytidae	<i>Hypothenemus hampei</i>	Colombia (Quindío)	59,99	14,40		4,80	0,62
9201	Coleoptera: Scolytidae	<i>Hypothenemus hampei</i>	Colombia (Caldas)	51,66	11,38		4,95	1,26
9204	Lepidoptera: Stenomidae	<i>Antaeotricha</i> sp.	Colombia (Santander)	90,00	11,50		4,35	1,30
9205	Coleoptera: Scolytidae	<i>Hypothenemus hampei</i>	Colombia (Valle)	90,00	6,60		4,16	1,41
9209	Coleoptera: Scarabaeidae	<i>Cyclocephala</i> sp.	Colombia (Antioquia)	48,33	15,75		5,39	1,26
9212	Coleoptera: Scolytidae	<i>Hypothenemus hampei</i>	Colombia (Risaralda)	86,66	10,80		2,63	0,79
9213	Coleoptera: Scolytidae	<i>Hypothenemus hampei</i>	Colombia (Valle)	64,99	11,38		5,26	1,11
9218	Coleoptera: Curculionidae	<i>Cosmopolites sordidus</i>	?	81,66	14,70		5,07	1,81
9301	Coleoptera: Curculionidae	<i>Rhynchophorus palmarum</i>	Colombia (Caldas)	93,33	0,00		4,23	1,32
9305	Coleoptera: Scolytidae	<i>Hypothenemus hampei</i>	Colombia (Huila)	53,33	5,44		5,10	0,90
9307	Coleoptera: Scolytidae	<i>Hypothenemus hampei</i>	Colombia (Antioquia)	18,33	6,38		5,50	1,18
9315	Ortoptera : Blattidae	<i>Periplaneta</i> sp.	Colombia (Risaralda)	44,98	15,75		5,12	0,92

\* Fuente: GONZALEZ 1994.

**CUADRO 2.** Producción promedio de conidias de *Beauveria bassiana* por adultos muertos de broca del café (González 1994).

Aislamiento	Hospedante	Origen	Producción promedio de conidias	
			X	± D.E.
Bb 9002	<i>Hypothenemus hampei</i>	Colombia (Nariño)	4,70 x 10 <sup>6</sup>	0,85
Bb 9114	<i>Hypothenemus hampei</i>	Colombia (Huila)	8,88 x 10 <sup>6</sup>	0,78
Bb 9116	<i>Hypothenemus hampei</i>	Colombia (Quindío)	3,52 x 10 <sup>6</sup>	0,73
Bb 9201	<i>Hypothenemus hampei</i>	Colombia (Caldas)	2,50 x 10 <sup>6</sup>	0,62
Bb 9106	<i>Leucoptera coffeella</i>	Colombia (Quindío)	5,70 x 10 <sup>6</sup>	0,62
Bb 9112	<i>Cargolia arana</i>	Colombia (Caldas)	7,80 x 10 <sup>6</sup>	0,65
Bb 9205	<i>Diatraea saccharalis</i>	Colombia (Valle)	2,50 x 10 <sup>6</sup>	0,50

de Agricultura (ICA), que suministran hongo formulado para el control de la broca.

También se estudió una metodología para producir el hongo en las fincas de los caficultores (Antía *et al.* 1992). La metodología es muy sencilla, y se utiliza un sustrato de arroz y agua que se introduce en botellas desechables de vidrio, a las cuales se les pone un tapón con algodón absorbente y se someten a un proceso de esterilización en "baño maría". La producción de conidias en estas botellas, después de 24 días y a una temperatura de 25°Ces de  $4 \times 10^{11}$  conidias/100 g de sustrato. La producción de una botella es suficiente para asperjar 100 árboles a una dosis de  $5 \times 10^8$  conidias/árbol. Durante los tres últimos años, Cenicafé y el Servicio de Extensión de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, han entrenado en esta técnica a más de 20.000 agricultores, muchos de los cuales están produciendo el hongo eficientemente.

Cenicafé también ha puesto a disposición del cafetero una Unidad de Producción Masiva del hongo *B. bassiana*, usando metodología artesanal; en ésta se capacitan cafeteros y personas interesadas. Además, se suministra gratuitamente el hongo denominado "Cepa Cenicafé" para su reproducción. En los últimos tres años se han producido 60 toneladas de esta cepa, la cual se ha distribuido a los cafeteros (Cuadro 3). El hongo producido con esta metodología se somete a control de calidad (Cuadro 4), para asegurar que esté libre de contaminantes, que tenga la concentración apropiada, que su viabilidad sea del 100%, que posea una patogenicidad sobre broca (en laboratorio) superior al 80% y que venga de una cepa del hongo recién activada y de buen comportamiento en el campo (Vélez *et al.* 1996). Lo anterior asegura al cafetero la producción de un hongo de excelente calidad para el control de la broca.

La producción artesanal de *B. bassiana*, ha tenido un rápido desarrollo, debido a que el sistema es simple y barato, y por tanto, permite al cafetero producir el hongo en su propia finca y disponer así de este insumo cuando lo necesita (Posada y Bustillo 1994)

La producción de *B. bassiana* para el control de la broca del café, tanto a nivel industrial como comercial, se ha incrementado a través de los años. Durante 1992 se utilizaron cinco toneladas del hongo, en una

concentración de  $1 \times 10^8$  conidias/gramo, con fines experimentales. En 1993 la producción fue de 60 toneladas (Posada 1993); en 1994 se estimó en 100 toneladas (Bustillo 1995a), y en 1995 llegó a 200 toneladas (Cuadro 5). A esta producción se debe adicionar la de varias unidades auspiciadas por los Comités Departamentales o las Cooperativas Cafeteras en los departamentos de Antioquia, Caldas, Risaralda, Quindío, Nariño y Valle del Cauca.

Una vez iniciada la producción comercial del hongo, fue necesario desarrollar un sistema de control de calidad de las formulaciones (Vélez *et al.* 1996), para asegurar a los cafeteros que el plaguicida biológico cumplía con los estándares apropiados para garantizar su uso exitoso en el campo. Este protocolo ha servido de base para la reglamentación de la producción de entomopatógenos en el país por parte del ICA.

Las formulaciones de *B. bassiana* se han evaluado en condiciones de campo, y en todos los casos el hongo se ha establecido en las poblaciones de broca. Este hongo sólo es efectivo cuando la broca entra en contacto con las conidias, al tratar de penetrar la cereza; si el insecto ya entró a la cereza es difícil que el hongo lo pueda afectar.

**Investigaciones con *Metarhizium anisopliae*.** El hongo *M. anisopliae* puede ser una herramienta importante para el control de la broca del café. En 1993, fue aislado de adultos de broca, provenientes de frutos recolectados del suelo, en un cafetal de la localidad de Amalfi, Antioquia. Este constituye el primer registro de infectividad de este hongo en broca, en cafetales donde no se han realizado aspersiones del hongo.

*M. anisopliae* ataca una gran cantidad de insectos plaga de cultivos de importancia comercial. Este hongo se ha encontrado en más de 200 especies de insectos, pertenecientes a siete ordenes, de los cuales los coleópteros son los más atacados (Veen 1968). En Colombia, su presencia se ha comprobado en 22 especies de insectos, especialmente en el grupo de las chisas (Scarabaeidae) (Bustillo 1995); *M. anisopliae* presenta gran afinidad por insectos del suelo (Zimmerman 1992). Este hongo se ha producido en sustrato de arroz, mediante un procedimiento artesanal en Brasil (Alves 1986), Venezuela (Probioagro 1991) y Costa Rica, para el control



**CUADRO 3.** Producción de cepa *Cenicafé Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, en la unidad de producción.

Año	No. botellas	kg	Eficiencia (%)
1993	34602	3460,2	82,57
1994	195545	19554,5	97,73
1995	369653	36965,3	97,4

**CUADRO 4.** Control de calidad de *Beauveria bassiana* (Bb 9205) y *M. anisopliae* (Ma 9236).

Cepa	No. Controles	Concentración conidias/gr	Viabilidad % $\bar{x}$	Pureza % $\bar{x}$	Patogenicidad % $\bar{x}$
Bb 9205	11	3,11 x 10 <sup>9</sup>	95,1	99,9	88,0
Ma 9236	11	3,18 x 10 <sup>9</sup>	93,5	99,8	80,5

**CUADRO 5.** Producción del hongo *Beauveria bassiana* en Colombia.

Año	Cepa Cenicafé	Toneladas de <i>B. bassiana</i>		Total	Información
		Producción Finca	Producción Comercial		
1992	0,5	0,0	2,0	2,5	Cenicafé
1993	3,8	35,9	14,4	54,1	Cenicafé
1994	20,0	40,0	40,0	100,0	Cenicafé
1995	35,0	60,0	105,0	200,0	Cenicafé

de cercópidos plaga de la caña de azúcar. El efecto de *M. anisopliae* sobre *H. hampei* solo se ha estudiado bajo condiciones de laboratorio en Brasil (D'Antonio y Paula 1979, Lecuona *et al.* 1986); sin embargo, estos estudios no han tenido continuidad.

En Colombia, se evaluó la patogenicidad de 14 aislamientos del hongo *M. anisopliae* sobre adultos de la broca del café, bajo condiciones de laboratorio ( $25 \pm 3^\circ\text{C}$ , 90% H.R.) usando una concentración de  $1 \times 10^7$  conidias/ml (Bernal *et al.* 1994). Todos los aislamientos fueron patogénicos a la broca; sin embargo, su virulencia fue variable. La mortalidad varió de 32,5% para el aislamiento Ma 9211, hasta 95,0% para el Ma 9101. El tiempo promedio de mortalidad de la broca, con los diferentes aislamientos también fue variable, siendo el mínimo de 3,4 días para Ma 9101 y el mayor de 5,7 días para Ma 9107. En las pruebas realizadas en cafetales, se utilizaron los aislamientos Ma 9108, Ma 9003 y Ma 9101, porque en el estudio anterior produjeron niveles de mortalidad superiores a 84%. Las dosis evaluadas fueron de  $1,5 \times 10^8$  conidias/rama de 50 frutos. La mortalidad varió de 31,1% para el Ma 9108 a 43,1% para el Ma 9101; sin embargo, el análisis no detectó diferencias significativas entre aislamientos. En este estudio, se registró por primera vez el efecto de *M. anisopliae* sobre poblaciones de broca bajo condiciones de campo y la importancia de seleccionar los aislamientos de este entomopatógeno antes de utilizarlos en un programa de control biológico.

Actualmente, se adelantan estudios para determinar la eficacia de *M. anisopliae* en el control de la broca que emerge de los frutos que caen al suelo. Resultados preliminares indican que cuatro días después del zoqueo (poda para que la planta rebrote) se produjo una mortalidad máxima del 62% en adultos de broca capturados en trampas con atrayentes de alcohol; sin embargo, esta mortalidad se redujo considerablemente con el transcurso del tiempo (Bernal *et al.* 1995).

## MATERIALES Y METODOS

Los trabajos más relevantes sobre la eficacia del hongo *B. bassiana* en condiciones de campo, y desarrollados en los últimos años en Colombia, se relacionan con la información

antes presentada. Estas evaluaciones han permitido conocer el comportamiento del hongo en el campo (Bustillo *et al.* 1991) y evaluar los avances en la formulación del mismo.

### Estudios preliminares de campo

Después de conocer los efectos de *B. bassiana* en condiciones de laboratorio, se consideró necesario determinar la viabilidad del uso de este hongo en el campo; con este objetivo se realizaron experimentos en fincas en donde inicialmente se detectó la broca en Colombia (p.e., Ansermanuevo, Valle del Cauca y Garzón, Huila). El hongo utilizado fue el aislamiento *B. bassiana* 9002, aislado inicialmente de broca en Ancuya, Nariño (Vélez y Benavides 1990), y producido bajo un proceso similar al de Samsinakova y Kalalova (1981), en el cual la producción se realiza en dos fases. La primera bajo fermentación para la producción de blastosporas y luego en bandejas en superficie utilizando sustratos definidos en base a fuentes de nitrógeno y carbohidratos (Morales *et al.* 1991).

Estos estudios se realizaron en 1990, en las fincas El Rubi en Ansermanuevo y Garzón, Huila (Figs. 1 y 2) utilizando formulaciones líquidas del hongo con alta concentración. En el primer estudio realizado en Ansermanuevo se escogió un lote de 35 árboles, los que se asperjaron con *B. bassiana* en dosis de  $2,37 \times 10^{10}$  conidias/árbol, a los 0, 25 y 42 días después de iniciado el experimento. En el otro estudio que se llevó a cabo en Garzón, se evaluó el efecto de aspersiones realizadas cada 15 días, usando una dosis de  $1,6-1,7 \times 10^{10}$  conidias/árbol. En esta finca las evaluaciones se extendieron por 119 días a pesar de las limitaciones para controlar los focos incipientes de broca. Los experimentos se realizaron en una época no muy apropiada debido al verano imperante; sin embargo, el objetivo era determinar si el patógeno se podía establecer en el ecosistema cafetero y la viabilidad de establecer un programa de este tipo a largo plazo.

### Epizootiología

Para complementar los estudios antes presentados, se decidió iniciar observaciones sobre la evolución de la infección de *B. bassiana* en un lote de una hectárea, dentro de una finca

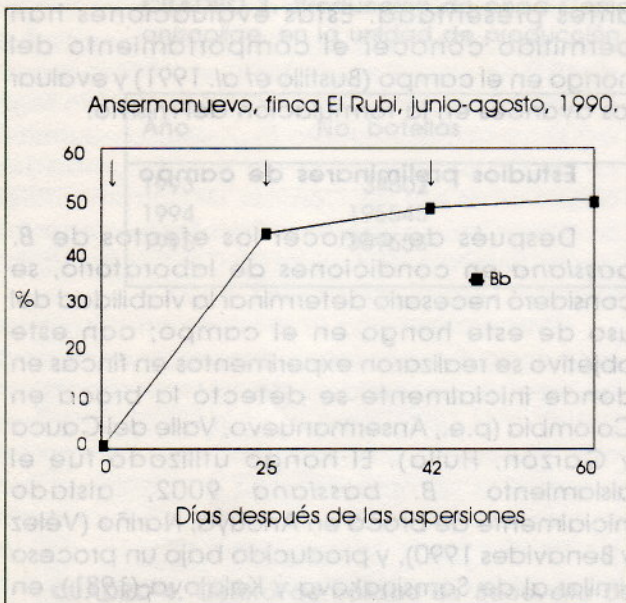


Fig. 1. Mortalidad en campo de *Hypothenemus hampei* por *Beauveria bassiana* después de 3 aspersiones usando una formulación con  $2,33 \times 10^{11}$  esporas/árbol.

infestada con broca, en Ansermanuevo, Valle del Cauca (1100 msnm, 23°C, 1900 horas de brillo solar, 60-80% de humedad relativa y 1400 mm de precipitación), en un cafetal de variedad Colombia plantado a una densidad de 10000 árboles por ha (Bustillo *et al.* 1991). Con el objetivo de tener un control total del procedimiento experimental, se alquiló el lote seleccionado durante un año. La infestación de la broca se inició en la parte central de la parcela en junio de 1990, y en esa época se asperjó el lote con una formulación (polvo mojable) de *B. bassiana* en una dosis de  $1 \times 10^8$  conidias/árbol. Después de seis meses, la broca y el hongo estaban distribuidas en toda la parcela. La infestación de broca y la infección por el hongo, se evaluó mensualmente en 300 ramas tomadas aleatoriamente, entre enero y agosto de 1991. La unidad de muestreo fue una rama productiva, en la cual se contaron los frutos sanos, los infestados y aquellos con infección del hongo. Los datos de infección del hongo se presentan como proporción del total de frutos con broca como normalmente se hace, sino como proporción del total de frutos muestreados, lo cual da una información más real de población, para este estudio de epizootiología.

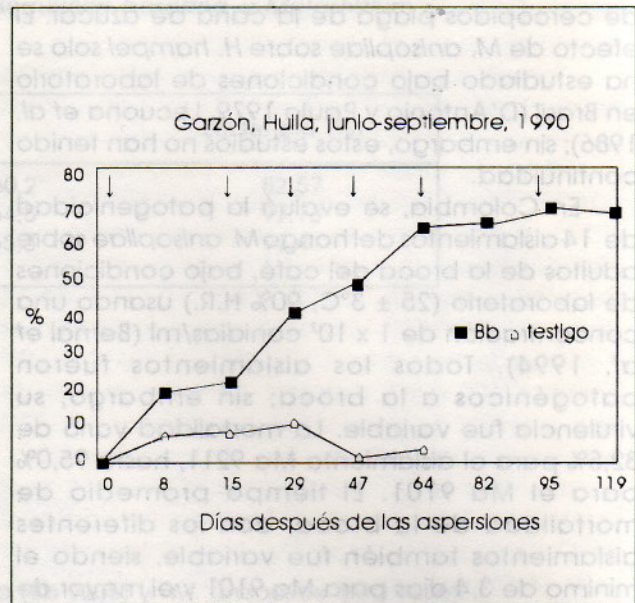


Fig. 2. Mortalidad en campo de *Hypothenemus hampei* por *Beauveria bassiana* después de 6 aspersiones usando una formulación con  $1,6-7,7 \times 10^{10}$  esporas/árbol, comparada con el testigo.

#### Evaluación de concentraciones de *B. bassiana* asperjadas sobre frutos para el control de *H. hampei* en laboratorio

Debido al desarrollo de nuevas formulaciones de *B. bassiana* a las que se aplicó mayor control de calidad y por tanto más eficientes, se iniciaron investigaciones previas de laboratorio, en las que se simulaban condiciones de campo para seleccionar las posibles dosis a evaluar en cafetales infestados con broca. En este estudio, se evaluó la mortalidad de *H. hampei*, asperjando diferentes concentraciones de *B. bassiana* ( $1 \times 10^8$ ,  $1 \times 10^7$  y  $1 \times 10^6$  e/ml) sobre frutos de café. Se utilizó el equipo a ultra bajo volumen Microulva, operado a 5000 rpm y con pases de 30 segundos sobre muestras de frutos. El volumen promedio aplicado fue de 1,7 ul/fruto lo que equivale a  $1,7 \times 10^5$ ,  $1,7 \times 10^4$  y  $1,7 \times 10^3$ , conidias/fruto.

#### Evaluación de dosis y equipos de aspersión en el control de la broca bajo condiciones de campo.

Flórez *et al.* (1996) evaluaron tres concentraciones y tres equipos de aspersión sobre poblaciones de broca. Estas se lograron mediante infestaciones artificiales de brocas

adultas en frutos en cafetales. El experimento se desarrolló en parcelas experimentales de 50 árboles, conformadas por cinco árboles centrales rodeados de dos surcos de borde. Con el uso de mangas entomológicas se evaluaron dosis de  $1 \times 10^{11}$ ,  $1 \times 10^{10}$  y  $1 \times 10^9$  conidias/árbol, aplicados con equipos de aspersión Motax, presión previa retenida y semiestacionaria. El equipo Motax es un prototipo de aspersora de motor de espalda que opera a bajo volumen (60 l/ha).

## RESULTADOS

El efecto del hongo *B. bassiana* en condiciones de campo fue evidente, éste se presenta y actúa como un enemigo natural permanente. Su efecto se aprecia bien cuando ocurren epizootias. Estas no se generalizan por la variabilidad agroecológica de la zona cafetera y debido a que son de ocurrencia esporádica, por lo tanto no se puede esperar que este hongo por sí solo mantenga el cultivo del café libre de broca.

### Estudios preliminares de campo

En el primer estudio se logró una infección causada por *B. bassiana* en broca que alcanzó un 48,1% en promedio, después de tres aspersiones del hongo (Fig. 1). En el otro estudio (Fig. 2) se muestra el efecto del hongo sobre la broca durante un período de 119 días de evaluación, y después de realizar seis aspersiones. La infección por *B. bassiana* se incrementó hasta alcanzar en promedio 69%. Las condiciones de humedad en la zona de Ansermanuevo fueron más bajas que en Garzón, lo cual podría explicar la diferencia de los resultados. En términos generales, estos estudios mostraron que se puede inducir una infección por *B. bassiana* y que los niveles se incrementan a medida que se realizan más aspersiones.

### Epizootiología

El lote seleccionado para el estudio fue colonizado por la broca a mediados de 1990. Se observó que en la medida en que se dispersó la broca espacial y temporalmente, también se diseminó *B. bassiana*, mostrando alta incidencia al finalizar el año (Fig. 3). El seguimiento que se hizo muestra como una proporción importante

de la población de frutos infestados con broca, fue infectada por el hongo, alcanzando en algunos casos niveles superiores al 75%. Es posible que estas evaluaciones visuales subestimen la acción del hongo, porque se ha observado que muchos especímenes mueren pero el hongo no esporula sobre su cuerpo debido a condiciones adversas de humedad ambiental.

La tendencia de las poblaciones (Fig. 3), indica que el *B. bassiana* tiene buena capacidad de dispersión, así como de establecimiento en los cafetales; también es capaz de ejercer un control sobre las poblaciones de broca, el cual es variable y depende tanto de condiciones de densidad de la plaga, como de la humedad y radiación (Vélez y Montoya 1993). Una conclusión preliminar de este estudio, pero que tiene gran importancia, es que a pesar de las altas infecciones causadas por el hongo y de que los niveles de infestación se redujeron considerablemente con el tiempo; éstos son aún bastante altos, para evitar que la broca ocasione daño económico; por tanto es necesario complementarlo con otras medidas de control, dentro de un esquema MIP.

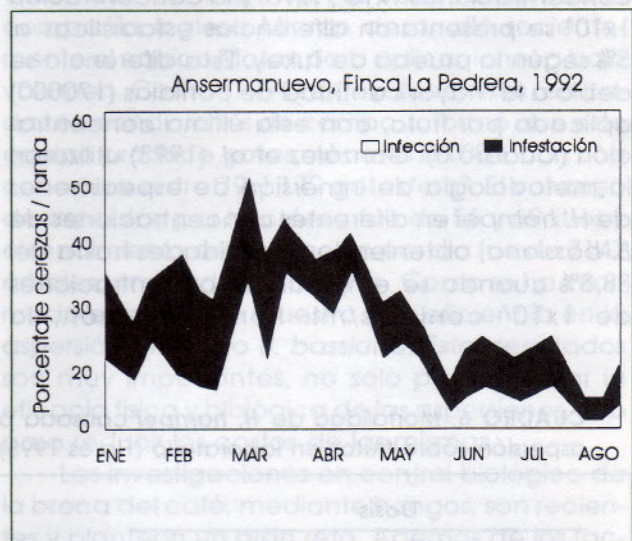


Fig. 3. Proporción de frutos infestados con *Hypothenemus hampei* e infectados con *Beauveria bassiana* a través del tiempo, en una finca a la cual se asperjó el hongo en un foco inicial en un cafetal de variedad Colombia.

**Evaluación de concentraciones de *B. bassiana* asperjado sobre frutos para el control de *H. hampei* en laboratorio.**

La mortalidad de *H. hampei*, expuesto a diferentes dosis de *B. bassiana*, se inició a partir del primer día después de la aplicación del hongo y se prolongó hasta el octavo día, presentándose variabilidad en la mortalidad diaria. Esta fue más alta (23,3%) el quinto día con la aplicación de  $1 \times 10^8$  conidias/ml, el segundo día con la concentración de  $1 \times 10^6$ , y el tercer día con  $1 \times 10^7$  x conidias/ml.

La mayor mortalidad (73,3%) (Cuadro 6) se obtuvo con el tratamiento de  $1 \times 10^8$  conidias/ml (170000 conidias/fruto), seguido por el de  $1 \times 10^7$  conidias/ml (17000 conidias/fruto) (46,4%) y la menor mortalidad (43,3%) con la concentración  $1 \times 10^6$  conidias/ml (1700 conidias/fruto). Estos resultados demuestran que un aumento en el número de conidias asperjado por fruto proporciona un incremento en la mortalidad de *H. hampei*.

No se presentaron diferencias estadísticas entre las concentraciones  $1 \times 10^7$  y  $1 \times 10^6$ . Esto podría deberse a que la diferencia entre el número de conidias/fruto no fue muy grande (17000 y 1700, respectivamente). Entre las concentraciones  $1 \times 10^7$ ,  $1 \times 10^6$  y la concentración  $1 \times 10^8$  se presentaron diferencias estadísticas al 5% según la prueba de Tukey. Esta diferencia se debió a la mayor cantidad de conidias (170000) aplicado por fruto, con esta última concentración (Cuadro 6). González *et al.* (1993) utilizaron la metodología de inmersión de especímenes de *H. hampei* en diferentes concentraciones de *B. bassiana*, obteniendo mortalidades hasta del 88,8% cuando se emplearon concentraciones de  $1 \times 10^7$  conidias/ml. Por esta razón, la

metodología de aspersión se ajusta más a las condiciones de campo, permitiendo inferir la mortalidad de esta plaga cuando se asperjan frutos con diferente número de conidias en condiciones de laboratorio.

De los tratamientos evaluados, solo se obtuvo el  $TL_{50}$  de broca con la concentración  $1 \times 10^8$ , el cual tuvo una duración de 4,7 días. Por los resultados obtenidos se confirmó que esta concentración fue la que ofreció las mejores características, presentando la mayor mortalidad y el menor  $TL_{50}$ . De acuerdo a estos resultados,  $1 \times 10^8$  conidias/ml se considera como punto de referencia para posteriores trabajos de campo.

**Evaluación de dosis y equipos de aspersión en el control *H. hampei* bajo condiciones de campo.**

Los resultados mostraron mortalidades altas causadas por este entomopatógeno, en poblaciones de broca, a los 35 días después de la aspersión (Cuadro 7). En el análisis de varianza no se determinó interacción entre equipo por dosis, entre dosis, ni entre equipos; es decir no se detectaron diferencias estadísticas entre los equipos y las dosis evaluadas. Los niveles de infección más altos (90,6%) se alcanzaron con el equipo Motax con una dosis de  $1 \times 10^{11}$  conidias/árbol. En términos generales, la infección por el hongo se incrementó a medida que se aumentó la dosis. A pesar de que se emplearon mangas entomológicas el testigo mostró una mortalidad del 33,6% debido al efecto del hongo. Es posible que ello ocurriera por contaminación durante la aplicación de los tratamientos o que obedezca a un reflejo de la infección natural en el cafetal.

**CUADRO 6.** Mortalidad de *H. hampei* causada por *B. bassiana* después de nueve días de realizada la aspersión sobre frutos en laboratorio (Flores 1993).

Dosis %		No. Brocas	% Mortalidad*	
Conidias/ml	Conidias/fruto		Hongo	Otras causas
$1 \times 10^8$	170000	40	73,3a	13,3
$1 \times 10^7$	17000	40	46,4b	16,6
$1 \times 10^6$	1700	40	43,3b	16,6
Testigo	0	40	0,0c	13,3

\* Promedios seguidos de la misma letra no son estadísticamente significativos (Tukey 5%, CV=23,2%).

**CUADRO 7.** Mortalidad promedio de la broca del café por *Beauveria bassiana* usando diferentes equipos y dosis (35 días después de la aspersión) (Flórez *et al.* 1996).

Equipo	Dosis conidias/árbol	% Promedio de infección*
Motax	$1 \times 10^{11}$	90,6a
	$1 \times 10^{10}$	69,5a
	$1 \times 10^9$	82,8a
Presión previa retenida (PPR)	$1 \times 10^{11}$	84,6a
	$1 \times 10^{10}$	86,1a
	$1 \times 10^9$	73,9a
Semiestacionaria	$1 \times 10^{11}$	85,8a
	$1 \times 10^{10}$	77,1a
	$1 \times 10^9$	72,8a
Testigo	$0 \times 10^0$	33,6b

\*Promedios seguidos de la misma letra no son estadísticamente significativos (Tukey 5%, CV=35,6%).

## DISCUSION DE LOS RESULTADOS

Los resultados de los experimentos realizados en condiciones de campo, tanto en Colombia como en otros países (Sponagel 1994, Lacayo *et al.* 1994) sobre control de la broca utilizando *B. bassiana*, muestran resultados muy variables. Ello puede atribuirse a diferentes causas como: calidad del insecticida biológico, equipos de aspersión, calibración de los equipos, operarios, topografía de las fincas, dinámica de la plaga y tiempo en que se realizó la aspersión (cuando la plaga es susceptible al hongo). Además de estos factores, las condiciones ambientales son muy importantes, especialmente la humedad y la radiación solar. Esta última reduce la viabilidad de las conidias de *B. bassiana* en el campo, en la medida que se incrementa el tiempo de exposición solar (Vélez y Montoya 1993).

Las observaciones realizadas en Colombia, sobre la introducción del hongo en cafetales infestados con broca, han mostrado en todos los casos que el hongo se establece, y bajo condiciones ambientales favorables puede alcanzar niveles altos de infección sobre la población de broca. Sin embargo, si no se realizan labores complementarias de control, es difícil mantener sus poblaciones en niveles que no causen daño económico.

Los resultados con los entomopatógenos tienden a mostrar que la eficacia se mejora al aumentar la dosis; ésto crea la necesidad de

desarrollar formulaciones de insecticidas biológicos mejores y más económicas. En café se recomienda usar *B. bassiana* en dosis de  $1 \times 10^9$  conidias/árbol, en una formulación que incluya un aceite emulsificable, con el fin de lograr mayor control de la broca.

También hay necesidad de mejorar la eficiencia de la tecnología de aspersión. En Colombia, Cenicafé con la cooperación de la compañía Inglesa Micron desarrolló recientemente el equipo Motax para aplicaciones a bajo volumen. Castro (1994) en evaluaciones realizadas en condiciones de campo, informó que este equipo produce gotas menores a  $100\mu$ , con una cobertura entre 79 y 179 gotas/cm<sup>2</sup>. El volumen de aspersión por hectárea fue de 56 y 69 litros y el rendimiento de aplicación por día fue de 7142 árboles sembrados a 1 x 1,4 m. Como se ha informado este equipo muestra alta eficiencia en la aspersión el hongo *B. bassiana*. Estos resultados son muy importantes, no solo para mejorar la eficacia física y biológica de las aspersiones, sino para reducir los costos de las mismas.

Las investigaciones en control biológico de la broca del café, mediante hongos, son recientes y plantean un gran reto. Además de los factores señalados como responsables de la variabilidad de los resultados, existen otros como el hábito de ataque de este insecto, que lo deja poco tiempo expuesto, y su tamaño que es muy pequeño, y por tanto, es difícil hacer blanco en él. Por estas razones es necesario realizar más

investigaciones en el área de la tecnología de aspersiones, y en el desarrollo de formulaciones más estables.

## CONCLUSIONES

Los estudios con entomopatógenos en Colombia han sido muy fructíferos. Se logró desarrollar simultáneamente un método para la producción artesanal e industrial del hongo *B. bassiana*. Esto ha permitido adelantar evaluaciones sobre su eficacia en condiciones de campo. Además el hongo está disponible para que los agricultores lo puedan producir en su finca. Actualmente, éste se ha utilizado en casi toda la zona cafetera, infestada con broca, convirtiéndose en un factor de mortalidad natural. Durante 1995, se estimó que el 45% de la población total de broca fue infestada por este hongo. En este mismo año, el programa de introducción del entomopatógeno en la zona cafetera utilizó 200 toneladas de hongo, en una concentración promedio de  $3 \times 10^8$  conidias/gramo. Los resultados de estas investigaciones han despertado el interés en el desarrollo de trabajos similares en otros cultivos utilizando entomopatógenos, aprovechando los conocimientos y experiencias derivadas de estas investigaciones y adquiridas por la industria privada, que ha participado en este proyecto. A pesar de estos resultados, se deben continuar las investigaciones para producir formulaciones más eficientes, que ofrezcan un efecto más rápido sobre las poblaciones insectiles y, mayor permanencia en los ecosistemas cafeteros.

## LITERATURA CITADA

- ALVES, S. B. 1986. Fungos entomopatogénicos. In: Controle microbiano de insetos. Ed. S. B. Alves, São Paulo, Brasil, Manole 407 p.
- ANTIA, O. P.; F. J. POSADA; A. E. BUSTILLO; M. T. GONZALEZ. 1992. Producción en finca del hongo *Beauveria bassiana* para el control de la broca del café. Cenicafé. Avances técnicos No. 182, 12 p.
- BLACHERE, H.; J. CALVEZ; P. FERRON; G. CORRIEU; P. PERINGER. 1973. Ann. Zool. Ecol. Anim. 5:69-79.
- BERNAL, M. G.; A. E. BUSTILLO; F. J. POSADA. 1994. Virulencia de aislamientos de *Metarhizium anisopliae* y su eficacia en campo sobre *Hypothenemus hampei*. Revista Colombiana de Entomología 20(4):225-228.
- BERNAL, M. G.; P. BENAVIDES; A. E. BUSTILLO. 1995. Efecto de *Metarhizium anisopliae* sobre poblaciones de broca del café, *Hypothenemus hampei* en cafetales zoqueados. XXII Congreso de Socolen, (22, 1995, Santafé de Bogotá). Resúmenes. p.63.
- BUSTILLO, A. E. 1995. Enfermedades en insectos y su uso en programas de manejo integrado de plagas en Colombia. Produmedios (en prensa). 349 p.
- BUSTILLO, A. E. 1995a. El uso del hongo *Beauveria bassiana* como un componente en un programa de manejo integrado de la broca del café, *Hypothenemus hampei*. XXII Congreso de Socolen (22, 1995, Santafé de Bogotá). Memorias. p.79-85.
- BUSTILLO, A. E.; H. CASTILLO; D. VILLALBA, E. MORALES; P. VELEZ. 1991. Evaluaciones de campo con el hongo *Beauveria bassiana* para el control de la broca del café, *Hypothenemus hampei* en Colombia. ASIC, (14, 1991, San Francisco, EE.UU) Colloque. p. 679-686.
- CARNEIRO, F. 1984. Controle microbiológico da broca do café *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1967) com fungo *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 11, Londrina, 1984). Resumos. Rio de Janeiro, IBC. p. 132-135.
- CASTRO, P. E. 1994. Evaluación del rendimiento de aplicación del equipo de aspersión a bajo volumen "Motax", con el hongo *Beauveria bassiana* para el manejo de la broca del café (*Hypothenemus hampei*). Universidad de Caldas. Facultad de Agronomía, Tesis Ing. Agr., Manizales, Colombia, 80 p.
- CENICAFE. 1990. Manual de capacitación en control biológico. Ed. H. F. Ospina, Chinchiná, Colombia, Cenicafé - CAB - ODA. 174 p.
- D'ANTONIO, A. M.; V. DE PAULA. 1979. Estudos preliminares de eficiencia de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin no controle á broca do café (*Hypothenemus hampei*, Ferrari 1867) em condições de laboratório. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Caffeiras, (7. 1979, Araxa, M.G. Brasil, 1979. Resumos. Rio de Janeiro, IBC, 301 p.
- DAOUST, R. A.; R. M. PEREIRA. 1986. Survival of *Beauveria bassiana* (Deuteromycetes: Moniliales) conidia on cadavers of cowpea pests stored outdoors and in laboratory in Brazil. Environmental Entomology 15(3):642-647.
- FERNANDEZ, P.M.; R.E. LECUONA; S.B., ALVES. 1985. Patogenicidade de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. a broca do café *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867) (Coleoptera: Scolytidae). Ecosistema (Brasil) 10:176-182.
- FERRON, P. 1978. Biological control of insects pests by entomogenous fungi. Annual Review of Entomology 23:409-442.
- FERRON, P. 1981. Pest Control by the fungi *Beauveria* and *Metarhizium*. In: Microbial control of pests and plant diseases 1970-1980. ed., Burges, H. D., 24, Academic Press, New York, p. 465-482.

- FERRON, P. 1983. Induction artificielle d'une epizootie a *Beauveria brongniartii* dans une population de *Melolontha melolontha*. *Symbioses* 15(2):75-83.
- FLOREZ, E. 1993. Informe anual de labores. Disciplina de Entomología, Cenicafé. Chinchiná, 10p.
- FLOREZ, E.; A. E. BUSTILLO; E. C. MONTOYA. 1996. Evaluación de equipos de aspersión para el control de la broca con *Beauveria bassiana*. *Revista Colombiana de Entomología* (en prensa).
- GONZALEZ G.; M.T. 1994. Evaluación de la patogenicidad de diferentes aislamientos de *Beauveria bassiana* de la colección de entomopatógenos. In Informe anual octubre de 1993-setiembre de 1994. Chinchiná, Col; Cenicafé. s.p.
- GONZALEZ, M. T.; F. J. POSADA; A. E. BUSTILLO. 1993. Desarrollo de un bioensayo para evaluar la patogenicidad de *Beauveria bassiana* sobre *Hypothenemus hampei*. *Revista Cenicafé* 44(3):93-102.
- HUSSEY, N. W.; T. W. TINSLEY. 1981. Impressions of insect pathology in the people's Republic of China. In: *Microbial control of pests and plant diseases 1970-1980*, ed. H.D. Burges. Academic Press, New York. p. 785-795.
- LACAYO, L.; M. BARRIOS; C. JIMÉNEZ; V. SANDINO. 1994. El uso de hongos entomopatógenos para el manejo de la broca del café (*Hypothenemus hampei*) en Nicaragua. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Managua, Nicaragua, MAG. Proyecto CATIE - INTA / MIP. sp.
- LECUONA, R. E.; P. M., FERNANDEZ; S. B. ALVES; E. BLEICHER. 1986. Patogenicidade de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok., á broca do- café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera:Scolytidae). *Anais da Sociedade Entomologica do Brasil* 15:21-27.
- MOORE, D.; C. PRIOR. 1988. Present status of biological control of the coffee berry borer *Hypothenemus hampei*. In: *Proceedings of Brighton Crop Protection Conference. Pests and Diseases* 3:1119-1123.
- MORALES, E.; F. CRUZ; A. OCAMPO; G. RIVERA; B. MORALES. 1991. Una aplicación de la biotecnología para el control de la broca del café. In: *Colloque Scientifique International sur le café*, 14, 1991; San Francisco). Paris, ASIC. p. 521-526.
- POSADA, F. J. 1993. Control biológico de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) con hongos. In: *Congreso SOCOLEN* (20, 1993, Cali, Colombia). Memorias, Cali, Colombia, p. 137-151.
- POSADA, F. J.; A. E. BUSTILLO. 1994. El hongo *Beauveria bassiana* y su impacto en la caficultura Colombiana. *Agricultura Tropical* (Colombia) 31(3):97-106.
- PRIOR, C.; P. JOLLANDS; G. Le PATOUREL. 1988. Infectivity of oil and water formulations of *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) to the cocoa weevil pest *Pantorhytes plutus* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Invertebrate Pathology* 52:66-72.
- PROBIOAGRO. COBICAN-1. 1991. Insecticida biológico a base del hongo *Metarhizium anisopliae*, para el control de la candelilla (*Aeneclamia varia*). Boletín informativo No.1:6.
- SAMSINAKOVA, A.; S. KALALOVA. 1981. Mass production of *Beauveria bassiana* for regulation of *Leptinotarsa decemlineata* populations. *Journal of Invertebrate Pathology* 38:169-174.
- SPONAGEL, K. W. 1994. La broca del café *Hypothenemus hampei* en plantaciones de café robusta en la Amazonia Ecuatoriana. *Wissenschaftlicher Fachverlag, Giessen, Alemania*, 185 p.
- TRONCONI, N. M.; R. D. ARGUCIA; R. J. MUÑOZ. 1986. Evaluación de la eficiencia de *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin en el control de la broca del fruto del cafeto, (*Hypothenemus hampei*, Ferrari 1867). In *Seminario de investigación Cafetera IHCAFE*, (4, 1986, Tegucigalpa, D.C.). p.167-174.
- VEEN, K. H. 1968. Recherches sur la maladie, due à *Metarhizium anisopliae* chez le criquet pèlerin. *Med. Landbouwhogeschool Wageningen* 68-5, 775.
- VELEZ, P. E.; M. BENAVIDES. 1990. Registro e identificación de *Beauveria bassiana* en *Hypothenemus hampei* en Ancuyá, departamento de Nariño, Colombia. *Revista Cenicafé* 41(2):50-58.
- VELEZ, P. E.; E. C. MONTOYA. 1993. Supervivencia del hongo *Beauveria bassiana* bajo radiación solar en condiciones de laboratorio y campo. *Revista Cenicafé* 44(3):111-122.
- VELEZ, P. E.; F. J. POSADA; A. E. BUSTILLO; M. T. GONZALEZ; P. MARIN; E. OSORIO. 1996. Metodología para el control de calidad de formulaciones de hongos entomopatógenos. Cenicafé, Chinchiná (Colombia). Boletín Cenicafé (En prensa).
- ZIMMERMANN, G. 1992. *Metarhizium anisopliae* an entomopathogenic fungus. In *Biological crop protection. Symposium 24. Pflanzenschutz Nachrichten Bayer*, 45 (63):113-128.



## TOXICIDAD DE EXTRACTOS ACUOSOS DE MELIACEAE EN *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

Cesáreo Rodríguez Hernández\*  
José Djair Vendramim\*\*

### RESUMEN

Se evaluó el efecto de los extractos acuosos de 11 especies de meliáceas (principalmente tallos y hojas) en el desarrollo del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797). El extracto al 5% se incorporó a la parte líquida de la dieta artificial, con la cual se alimentaron los insectos durante su fase larval. Los parámetros de evaluación fueron la duración y viabilidad larval y pupal, y el peso de pupa. El extracto acuoso del tallo de *Cedreia fissilis* causó 32% de mortalidad larval, en comparación al 99-100% de mortalidad provocado por los extractos obtenidos del tallo de *Cabralea canjerana* de la semilla de *C. fissilis* y la hoja y tallo (por separado) de *Melia azedarach* y *Trichilia pallida*. Los extractos de tallo de *C. fissilis* y de fruto de *Guarea guidonia* inhibieron el crecimiento, a diferencia de los extractos preparados con la hoja de *T. casaretti*, tallo de *Trichilia catigua* y fruto de *G. guidonia* que inhibieron la alimentación en la fase larval. En contraste los extractos obtenidos del tallo de *G. guidonia*, *G. kunthiana*, *G. macrophylla*, *Swietenia macrophylla* y *T. elegans* no afectaron el desarrollo de *S. frugiperda*.

**Palabras Claves:** Plantas con propiedades insecticidas, Meliaceae, *Spodoptera frugiperda*, Insectos.

### TOXICITY OF MELIACEAE AQUEOUS EXTRACTS ON *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

#### ABSTRACT

The effect of aqueous extracts from 11 Meliaceae species (mainly stems and leaves) on the development of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith 1797) was evaluated. The extract (at 5%) was incorporated into an artificial diet and offered to *S. frugiperda* insects during their larval stage. The parameters evaluated were length and viability of larval and pupal stages and pupae's weight. The extract prepared with *Cedreia fissilis* stems caused a 32% larval mortality while the extracts obtained from *Cabralea canjerana* stems, *C. fissilis* seeds, *Melia azedarach* and *Trichilia pallida* leaves and stems produced 99-100% mortality. Extracts from *C. fissilis* stems and *Guarea guidonia* fruits caused growth inhibition. Extracts from *Trichilia casaretti* leaves, *Trichilia catigua* stems and *G. guidonia* fruits produced feeding inhibition at larval stage. On the contrary, *G. guidonia*, *G. kunthiana*, *G. macrophylla*, *Swietenia macrophylla* and *T. elegans* did not show any toxic activity.

**Key Words:** Insecticidal-plants, Meliaceae, *Spodoptera frugiperda*, Insects.

### INTRODUCCION

El control de insectos generalmente se ha realizado mediante la aplicación de productos químicos sintéticos, pertenecientes a los grupos clorados, fosforados, clorofosforados, carbamatos y piretróides.

En la mayoría de los casos, estos productos han sido bastante eficientes; sin embargo, su uso ha provocado una serie de problemas, entre los cuales se destacan la presencia de altos niveles de residuos en los alimentos, desequilibrio biológico debido a la eliminación de enemigos

naturales, contaminación ambiental, intoxicación de las personas y surgimiento de poblaciones de insectos resistentes a estos químicos.

En respuesta a esta problemática, se han buscado métodos alternativos para el control de insectos, entre los que sobresalen el uso de plantas con efecto insecticida. Algunas de las especies frecuentemente mencionadas en la literatura son el nim (*Azadirachta indica*) y la piocha, lila, canelo o paraíso (*Melia azedarach*), ambas de la familia Meliaceae, que presentan amplio espectro de acción, tanto por la cantidad de especies de insectos que afectan como por sus diferentes modos de acción. La amplia actividad biológica de estas especies, ha incentivado la búsqueda de otras sustancias naturales que tienen propiedades insecticidas (Rodríguez 1990 y 1995; Rodríguez y Lagunes 1990; Rodríguez y Vendramim 1995). Además, se había

**Recibido: 21/02/96. Aprobado:**

\*Programa de Entomología y Acarología, IFIT, Colegio Posgraduados. 56230 Montecillo, Texcoco, México.

\*\*Departamento de Entomología, ESALQ, USP. 13418-900 Piracicaba, SP, Brasil.

comprobado que otras meliáceas poseen actividad insecticida, como *Trichillia havanensis* (Hernández *et al.* 1983) *Trichillia americana* y *Swietenia humilis* (Lagunes *et al.* 1984; Rodríguez y Lagunes 1992). Basados en la información existente se formuló la hipótesis de que otras especies de meliáceas también poseen propiedades insecticidas. El objetivo de la investigación fue evaluar diferentes estructuras vegetales de 11 especies de Meliaceae, como extractos acuosos al 5%, para el control del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae); principal plaga del cultivo del maíz.

## MATERIALES Y METODOS

Los extractos acuosos de las 11 meliáceas se evaluaron en especímenes de *S. frugiperda* en el Laboratorio de Resistencia de Plantas a Insectos, Departamento de Entomología, Escuela Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ) de la Universidad de Sao Paulo (USP), Brasil. Las condiciones ambientales durante la investigación fueron temperatura de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , humedad relativa de  $60 \pm 10\%$  y fotofase de 14 h.

**Cría de *S. frugiperda*.** La cría del insecto se inició con larvas de cuarto y quinto estadio, recolectadas de una plantación de maíz. Estas después se transfirieron a tubos de vidrio (2,5 x 8,5 cm), donde previamente se había colocado la dieta artificial de Burton y Perkins (1972), preparada de acuerdo a las técnicas descritas por Parra (1979). Posteriormente, se continuó recolectando larvas, que se agregaron a la cría principal, con el objetivo de mantener el vigor de la población. Las pupas se colocaron en jaulas (tubos de PVC de 10 cm de diámetro por 20 cm de altura) donde permanecieron hasta que emergieron los adultos. Después, se colocaron ocho parejas de adultos por jaula (forrada internamente con papel estraza para la postura); en cada jaula se colocó una solución de miel al 10%. Los huevecillos se colocaron en Cajas de Petri (fondo con fondo) sobre papel filtro húmedo. Las larvas recién emergidas se trasladaron a tubos de vidrio, donde previamente se había vertido la dieta artificial; en este recipiente permanecieron hasta la formación de las pupas. Con este procedimiento se obtuvo la población necesaria para realizar las evaluaciones.

## Material vegetal

**Recolección.** Después de obtener información de los especímenes de Meliáceas existentes en el herbario del Departamento de Botánica de la ESALQUSP, se recolectaron hojas y tallos de todas las especies, así como frutos y semillas, cuando estaban disponibles. La confirmación taxonómica de las especies recolectadas fue realizada por Rodrigues y Barreto<sup>(1)</sup>. Mediante este procedimiento se obtuvieron estructuras u órganos vegetales de 11 especies de meliáceas (Cuadro 1).

**Preparación de extractos.** El material vegetal recolectado se secó en una estufa a una temperatura de  $40^\circ\text{C}$ . Posteriormente, se pulverizó utilizando un molino de cuchillos. Este material se almacenó en recipientes de vidrio hasta la fase de preparación de los extractos.

El extracto se obtuvo mezclando el polvo obtenido de cada material vegetal (5 g) con agua destilada (100 ml), en un frasco de vidrio, para una concentración (peso/volumen) del 5%. La determinación de esta concentración se basó en pruebas preliminares.

Los extractos preparados se dejaron en reposo durante 24 horas, con el propósito de facilitar la extracción de los compuestos hidrosolubles. Transcurrido este tiempo, la parte sólida se separó mediante filtración, usando un tejido fino. La parte líquida (extracto acuoso al 5%) se utilizó en la evaluación de la capacidad insecticida de estas plantas.

En la preparación de los extractos, se utilizó agua, con el objetivo de evaluar una alternativa que esté al alcance de los agricultores.

**Experimentos.** Se evaluó por separado, los extractos de hojas y tallos de las 11 especies vegetales (Cuadro 1), con excepción de *C. fissilis* y *G. guidonia* de las cuales también se prepararon extractos de semillas y frutos. El extracto de cada órgano vegetal de cada una de las especies constituyó un tratamiento. Estos se mezclaron con los ingredientes de la dieta de las larvas, durante la preparación de las mismas. Basados en evaluaciones preliminares, los extractos se utilizaron en una proporción de 20% (230,2 ml de extracto al 5% en 1149,5 g de dieta

(1) Rodrigues, R.R. y K.D. Barreto. 1994. Comunicación personal. Departamento de Botánica, ESALQ, USP, Piracicaba, SP, Brasil.

**CUADRO 1.** Localidad y fecha de recolección de las especies de meliáceas evaluadas como extractos acuosos para el control de *Spodoptera frugiperda*.

ESPECIES	LOCALIDAD	FECHA
<i>Cabralea canjerana</i>	-Bosque Municipal, Pedreira, SP	30/07/92
	-Fazenda do Pinhal, Piracicaba, SP	15/04/93
<i>Cedrela fissilis</i>	-Bosque Municipal, Pedreira, SP	30/07/92
	-Parque da ESALQ, Piracicaba, SP	18/03/93
<i>Guarea guidonia</i>	-Bosque Municipal, Pedreira, SP	30/07/92
	-Road Washington Luiz, Pedreira, SP	28/10/93
<i>Guarea kunthiana</i>	-Bosque Municipal, Pedreira, SP	30/07/92
	-Fazenda do Pinhal, Piracicaba, SP	23/04/92
<i>Guarea macrophylla</i>	-Bosque Municipal, Pedreira, SP	30/07/92
	-Mata da Glória, Charqueada, SP	30/04/93
<i>Melia azedarach</i>	-Parque da ESALQ, Piracicaba, SP	22/03/93
	-Monte Alegre, Piracicaba, SP	14/04/94
	-Sta. Terezinha, Piracicaba, SP	27/05/94
<i>Swietenia macrophylla</i>	-Parque da ESALQ, Piracicaba, SP	28/04/93
<i>Trichilia casaretti</i>	-Mata da Estada de Piracicaba, Limeira, SP	30/05/94
<i>Trichilia catigua</i>	-Bosque Municipal, Pedreira, SP	20/04/94
	-Mata da Glória, Charqueada, SP	30/07/92
<i>Trichilia elegans</i>	-Fazenda Areao, Piracicaba, SP	23/04/93
<i>Trichilia pallida</i>	-Bosque Municipal, Pedreira, SP	06/04/93
	-Fazenda do Pinhal, Piracicaba, SP	30/07/92

artificial). Para cada tratamiento se restó la cantidad de extracto líquido utilizado al total de agua normalmente empleada en la dieta. Además de las dietas correspondientes a cada tratamiento, se preparó una dieta testigo que no incluyó extracto.

Las dietas se vertieron en tubos de vidrio, previamente esterilizados (a una temperatura de 100°C durante una hora) y se taparon con algodón hidrófobo. Posteriormente, los tubos se mantuvieron por 24 horas en gradillas de alambre con el fin de eliminar el exceso de humedad presente en las paredes internas de los mismos. Transcurrido este tiempo, se efectuó otra esterilización, para lo cual utilizó una cámara con lámpara germicida, donde los extractos permanecieron durante una hora; terminando este proceso las larvas de primer estadio de *S. frugiperda* se colocaron en los tubos de cría (1 larva por tubo). Se prepararon 100 tubos por tratamiento.

Las pupas se pesaron un día después de la pupación y se transfirieron a vasos plástico de 50 ml de capacidad; donde permanecieron hasta la emergencia de los adultos. Para cada tratamiento se determinó la duración y viabilidad de las fases larval y pupal, así como el peso de la pupa.

**Análisis estadístico.** En todos los experimentos, se utilizó un diseño experimental completamente al azar. Se utilizaron las medias obtenidas para cada agrupamiento de datos, hasta conformar 20 repeticiones por tratamiento; no se incluyeron los tratamientos con viabilidad inferior al 10%. En el experimento I, los datos de viabilidad larval y pupal se transformaron con arco seno de la raíz de (X/100). Por tanto, la comparación entre medias de los tratamientos se efectuó a través de la prueba de Tukey, al nivel del 5% de probabilidad.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En el experimento I se evaluaron los extractos obtenidos de los tallos de tres especies de *Guarea* (*G. guidonia*, *G. kunthiana* y *G. macrophylla*) (Cuadro 2). Los resultados fueron similares a los del testigo. Por el contrario, Rodríguez (1995) en una evaluación de extractos de hojas de esas tres especies de *Guarea*, para el control de *S. frugiperda*, informó que *G. macrophylla* provocó la inhibición de crecimiento del insecto, al prolongar la fase pupal (0,6 días), en relación al testigo.

El Cuadro 3 agrupa los tratamientos a base de extractos de tallos de *S. macrophylla*, *T. elegans* y *T. pallida* (Experimento II). Es evidente el efecto insecticida del tratamiento a base de *T. pallida*, que provocó una viabilidad larval nula. Con las demás especies vegetales, el insecto presentó un desarrollo semejante al registrado con el testigo. Al comparar los tratamientos de hojas (Rodríguez 1995) y tallos de *S. macrophylla* (Cuadro 3), se observa que solamente las hojas inhibieron la alimentación de la larva (91,9% del peso del testigo) y el crecimiento de las fases inmaduras, debido a la prolongación en 4,6 y 0,6 días la duración del período larval y pupal, respectivamente, con relación al testigo.

Otros tratamientos que presentaron elevada toxicidad (experimento III) fueron los extractos de tallos de *C. canjerana* y los de hojas y tallos de *M. azedarach* (Cuadro 4) con los cuales se obtuvo una viabilidad larval nula. El extracto de semillas de *C. fissilis* provocó una viabilidad larval de 1%; así como una fase larval bastante prolongada y peso pupal muy reducido, en relación al testigo. Por el contrario, con el tratamiento de tallos de *C. fissilis* la viabilidad larval (68,0%) fue diferente a la mostrada por el testigo (84,8%), determinándose la misma diferencia estadística en la duración larval y pupal, 3,7 y 1,1 días más que el testigo, respectivamente.

Al comparar la actividad insecticida de hojas de *C. canjerana* (Rodríguez 1995) y de tallos de esta misma especie (Cuadro 4) se determinó que los tallos fueron más tóxicos, provocando mortalidad larval total; por el contrario, las hojas causaron disminución del peso pupal. En relación a *C. fissilis*, las semillas resultaron más tóxicas que los tallos (Cuadro 4), mientras que las hojas, de acuerdo con Rodríguez (1995), fueron prácticamente inócuas a *S. frugiperda*.

Con los tratamientos de hojas y tallos de *M. azedarach*, se obtuvo mortalidad total de las larvas (Cuadro 4). Al respecto, Butterworth y Morgan (1971) y Schoonhoven (1982) informaron que las hojas de *M. azedarach* se han utilizado como insecticida en la India desde 1937. En este sentido, McMillian *et al.* (1969) indican que los extractos clorofórmicos de esta meliácea, en dosis de 1, 3 y 10 g de hojas por kilogramo de dieta artificial, provocaron inhibición del crecimiento, de la alimentación y, mortalidad en larvas de *S. frugiperda*, respectivamente. Se ha informado que las semillas de esta meliácea contienen sustancias tóxicas que tienen alta polaridad; a pesar de que Mikolajczak y Reed (1987) no determinaron inhibición en la alimentación con extractos etanólicos y hexánicos, posteriormente Mikolajczak *et al.* (1989) informó que al comparar la actividad insecticida de los extractos etanólicos (alta polaridad) con los extractos hexánicos (baja polaridad), estos últimos no mostraron ningún efecto subletal. Esto indica la hidrosolubilidad de los principios activos con propiedades insecticidas que poseen los frutos de *M. azedarach*, como lo denotan los resultados obtenidos por Rodríguez (1995) y Vendramim y Scampini (1995).

En los resultados de los seis tratamientos del experimento IV, (Cuadro 5), destaca el de hojas de *T. pallida*, con el cual se alcanzó una viabilidad larval nula. Además, se observa que los extractos acuosos de frutos de *G. guidonia*, de hojas de *T. casaretti* y de tallos de *T. catigua* presentaron mayor actividad insecticida que los de tallos de *T. casaretti* y de hojas de *T. elegans*. Los resultados muestran que los frutos de *G. guidonia* prolongaron la fase larval en dos días y disminuyeron el peso pupal en 18,6 mg en relación al testigo; y los de hojas de *T. casaretti* y tallos de *T. catigua* ocasionaron menor peso pupal (25,2 y 19,5 mg, respectivamente, en relación al testigo).

Al comparar los resultados obtenidos con hojas (Rodríguez 1995), tallos (Cuadro 2) y frutos (Cuadro 5) de *G. guidonia* se observa que solamente los frutos de esta especie mostraron actividad insecticida, manifestada como mayor duración de la fase larval (inhibición del crecimiento) y menor peso pupal (inhibición en la alimentación). Los tallos de *T. casaretti* no mostraron propiedades insecticidas, lo cual contrastó con las hojas de esta especie, que provocaron menor peso de pupa (Cuadro 5). En

**CUADRO 2.** Duración y viabilidad de las fases larval y pupal, y peso de pupa de *S. frugiperda* criada con dieta artificial con extractos de tallos de meliáceas. Experimento I.

Especie de planta	Duración (días)*		Viabilidad (%)*		Peso de pupa (mg)*
	Larval	Pupal	Larval	Pupal	
<i>Guarea guidonia</i>	22,7±2,7a	9,8±0,5a	68,0±21,9a	72,1±26,7a	207,2±24,7a
<i>Guarea kunthiana</i>	23,4±2,4a	9,9±0,8a	59,0±22,0a	72,6±24,4a	213,1±26,9a
<i>Guarea macrophylla</i>	22,0±2,1a	0,8±0,6a	60,2±20,0a	76,2±25,7a	213,8±22,3a
Testigo	22,2±2,3a	10,1±0,8a	74,8±17,8a	85,7±19,5a	214,1±25,2a
C.V. (%)	10,6	7,0	28,1	28,5	11,7

\*Medias con la misma letra dentro de columna, no difieren estadísticamente según Tukey, al 5%.

**CUADRO 3.** Duración y viabilidad de las fases larval y pupal, y peso de pupa de *S. frugiperda* criada en dieta artificial con extractos de tallos de meliáceas. Experimento II.

Especie de planta	Duración (días)*		Viabilidad (%)*		Peso de pupa (mg)*
	Larval	Pupal	Larval	Pupal	
<i>Swietenia macrophylla</i>	22,2±2,1a	11,3±0,7a	78,0±18,2a	75,3±21,5a	203,7±19,8b
<i>Trichilia elegans</i>	22,1±2,2a	11,3±0,6a	72,0±20,9a	78,0±20,9a	219,7±15,0a
<i>Trichilia pallida</i>	-	-	0,0**	-	-
Testigo	21,5±2,0a	11,5±0,7a	74,7±17,0a	85,3±14,2a	215,2±14,3ab
C.V. (%)	9,6	5,9	25,1	24,1	7,8

\*Medias con la misma letra, dentro de columna, no difieren estadísticamente según Tukey, al 5%.

\*\*No analizado estadísticamente.

**CUADRO 4.** Duración y viabilidad de las fases larval y pupal, y peso de pupa de *S. frugiperda*, criada con dieta artificial con extractos de meliáceas. Experimento III.

Especie de planta	Duración (días)*		Viabilidad (%)*		Peso de pupa (mg)*
	Larval	Pupal	Larval	Pupal	
<i>Cabralea canjerana</i> (tallo)	-	-	0,0**	-	-
<i>Cedrela fissilis</i> (semilla)	39,0**	-	1,0**	0,0**	130,0**
<i>Cedrela fissilis</i> (tallo)	23,9±3,1a	14,0±1,3a	68,0±17,6b	39,9±32,5a	227,9±35,6a
<i>Melia azedarach</i> (hoja)	-	-	0,0**	-	-
<i>Melia azedarach</i> (tallo)	-	-	0,0**	-	-
Testigo	20,2±1,8b	12,9±1,1b	84,8±15,3a	56,3±24,1a	233,4±18,0a
C.V. (%)	11,5	9,0	21,8	59,5	12,2

\*Medias con la misma letra, dentro de columna, no difieren estadísticamente según Tukey, al 5%.

\*\*No analizado estadísticamente.

lo que se refiere a *T. catigua*, la comparación de la actividad de los tallos (Cuadro 5) y de las hojas (Rodríguez 1995) en *S. frugiperda*, evidencia que solamente los tallos presentaron efecto al reducir el peso pupal (inhibición en la alimentación); estos datos concuerdan con los obtenidos por Xie *et al.* (1994). Los tratamientos con tallos (Rodríguez 1995) y hojas (Cuadro 5) de *T. elegans* no mostraron efecto insecticida. En *T. pallida*, los principios activos insecticidas se localizaron tanto en los tallos (Cuadro 3) como en las hojas (Cuadro 5), aspecto que se comprobó por la capacidad de ambas estructuras para provocar una viabilidad larval nula.

En la comparación de los diversos parámetros biológicos evaluados en esta investigación, se consideran de mayor importancia los que afectan el desarrollo larval, porque cuando se interrumpe la biología en este estado, se disminuye la población del insecto, en la fase en

que este causa mayor daño. De esta manera, la viabilidad se considera más importante que la duración, en el mismo estado de desarrollo. En este sentido, los mejores tratamientos obtenidos en la evaluación de las 11 meliáceas, fueron los tallos de *C. canjerana*, las semillas de *C. fissilis*, las hojas y tallos de *M. azedarach* y de *T. pallida*, con los cuales se logró una viabilidad nula (mortalidad total) en la fase larval, con excepción de un espécimen sobreviviente con el tratamiento con semillas de *C. fissilis*. En otra categoría se ubican los tallos de *C. fissilis* que causó 32% de mortalidad larval.

Los tratamientos que provocaron la mayor mortalidad larval, fueron los tallos de *C. canjerana* y *T. pallida* con 100% y semillas de *C. fissilis*, 99%. Estos pueden considerarse tóxicos porque la mortalidad ocurrió durante los dos primeros estadios larvales y por tanto se infiere que la utilización de estos tratamientos en

**CUADRO 5.** Duración y viabilidad de las fases larval y pupal, y peso de pupa de *S. frugiperda* criada en dieta artificial con extractos de meliáceas. Experimento IV.

Especie de planta	Duración (días)*		Viabilidad (%)*		Peso de pupa (mg)*
	Larval	Pupal	Larval	Pupal	
<i>Guarea guidonia</i> (fruto)	23,7±1,3a	15,1±b	98,0±6,1a	97,0±7,3a	294,1±14,1b
<i>Trichilia casaretti</i> (hoja)	22,0±0,7bc	15,8±a	100,0±0,0a	98,0±6,1a	287,5±10,0b
<i>Trichilia casaretti</i> (tallo)	21,4±1,0c	15,7±ab	96,0±8,2a	99,0±4,5a	312,9±10,6a
<i>Trichilia catigua</i> (tallo)	22,4±0,7b	15,2±b	97,0±7,3a	98,0±6,1a	293,2±11,2b
<i>Trichilia elegans</i> (hoja)	22,3±0,9b	15,2±b	99,0±4,5a	100±0,0a	308,0±12,2a
<i>Trichilia pallida</i> (hoja)	-	-	0,0**	-	-
Testigo	21,7±0,6bc	15,5±ab	97,0±7,3a	96,8±8,0a	312,7±13,3a
C.V. (%)	4,0	3,9	6,1	6,1	4,0

\*Medias con la misma letra, dentro de columna, no difieren estadísticamente según Tukey, al 5%.

\*\*No analizado estadísticamente.

condiciones de campo, reduciría el daño causado por el insecto.

Los extractos obtenidos a partir de los tallos de *C. fissilis* y de frutos de *G. guidonia* se destacaron por prolongar la fase larval. Es importante también mencionar que el extracto obtenido de las semillas de *C. fissilis*, provocó 99% de mortalidad larval, y por lo tanto la duración de la fase larval no fue representativa de la población. El incremento en la duración del estado larval, en condiciones de campo, dejará al insecto, por más tiempo propenso al ataque de parasitoides, depredadores y entomopatógenos. En este sentido, los adultos que emerjan de estos individuos tendrán asincronía con la población normal. La emergencia de adultos con el tratamiento testigo fue de aproximadamente 33,1 días y con

el tratamiento de extracto de tallo de *Cedrella fissilis* 37,9 días en promedio, por tanto en lugares donde la temperatura media es de 25°C. Se dificultaría la cópula, y si esta ocurriera tendería a la consanguinidad, por el apareamiento de individuos de la misma generación. También disminuiría el número de generaciones del insecto por ciclo agrícola.

La prolongación de la fase larval, sin disminución del peso de la pupa, como se observó con los extractos acuosos de los tallos de *C. fissilis*, posiblemente se debe a la utilización de dosis bajas de sustancias tóxicas, porque Tanzubil y McCaffery (1990), han informado que con el uso de dosis bajas se inhibe el crecimiento pero no la alimentación. La prolongación de la fase larval, está relacionada generalmente con un crecimiento más lento y poca ingestión de

alimento, debido a la existencia en éste de uno o varios aleloquímicos tóxicos o por provocar un desbalance nutricional. En condiciones de campo, el crecimiento lento de las larvas provocaría menor consumo de alimento, y por ende menor daño al cultivo (Rodríguez 1995).

El estado pupal de *S. frugiperda* fue menos afectado por los extractos acuosos de las meliáceas, en comparación con el estado larval. Además se comprobó que los efectos subletales observados en las larvas, no provocaron mortalidad pupal.

La inhibición en la alimentación provocada por el extracto acuoso vegetal, puede inferirse por el peso pupal, si éste es menor que el del testigo, denota que esa meliácea provoca disminución en el consumo y utilización del alimento. Los extractos acuosos de frutos de *G. guidonia*, hojas de *T. casaretti* y tallos de *T. catigua* provocaron la inhibición en la alimentación. Un peso menor de pupa indica menor consumo de alimento durante la fase larval, debido posiblemente a la existencia en el extracto acuoso de un compuesto secundario que presenta efecto disuasivo, o bien éste podría tener una sustancia que evita la acción de los fagoestimulantes de la dieta o ambas posibilidades. Como consecuencia de esto, se tendrían pupas de menor peso que darían origen a adultos pequeños los que posiblemente tendrían problemas en la copulación con individuos normales o bien las hembras podrían ser menos fecundas.

En relación a la diversa actividad tóxica registrada en esta investigación, se infiere que los tallos de *C. fissilis* ocasionan mortalidad significativa y severa inhibición de crecimiento. Por el contrario, los frutos de *G. guidonia* inhiben la alimentación y el crecimiento de este nóctuido.

La toxicidad mostrada por los extractos acuosos de las meliáceas, la cual provoca mortalidad, inhibición en la alimentación y el crecimiento, indica que los principios activos insecticidas son varios y se encuentra en diferentes estructuras de órganos vegetales de estas especies; donde la concentración es diversa, variable en el tiempo y actúa en diferentes formas y partes del cuerpo del insecto.

De las especies vegetales con actividad insecticida, se debe evitar el uso de aquellas que sean exóticas, o que se encuentren en fase de

extinción, o en etapa de crecimiento, y utilizar las especies con mayor distribución geográfica, abundancia, frondosidad y con mayor producción de semillas. De las estructuras vegetales evaluadas que resultaron prometedoras, se deben utilizar preferentemente los frutos o las semillas, en comparación a las hojas, y éstas con relación a los tallos, debido a que la defoliación total, irracional o no programada, alterará el desarrollo del árbol. Se debe evitar el uso de los tallos, porque esto provoca la destrucción del árbol. No obstante, su utilización es posible cuando el material se obtiene como residuo (aserrín) de las carpinterías.

## CONCLUSIONES

En la evaluación del efecto de los extractos acuosos al 5% de 11 especies de meliáceas, para el control del gusano cogollero del maíz *S. frugiperda* se concluye lo siguiente:

- Los extractos obtenidos de los tallos de *C. canjerana*, semillas de *C. fissilis*, de hojas y tallos de *M. azedarach* y de *T. pallida*, presentaron la mayor mortalidad larval.
- Los extractos preparados con tallos de *C. fissilis* y frutos de *G. guidonia* inhiben el crecimiento de esta plaga del maíz.
- Los extractos obtenidos de hojas de *T. casaretti*, tallos de *T. catigua* y frutos de *G. guidonia* inhiben la alimentación.
- Los tallos de *G. guidonia*, *G. kunthiana*, *G. macrophylla*, *S. macrophylla* y *T. elegans* no son tóxicos, como extractos acuosos al 5%.

## LITERATURA CITADA

- BURTON, R.L.; PERKINS, W.D. 1972. Wsb, a new laboratory diet for the corn earworm and the fall armyworm. *Journal of Economic Entomology* 65(2):385-386.
- BUTTERWORTH, J.H.; MORGAN, E.D. 1971. Investigation of the locust feeding inhibition of the seeds of the neem tree, *Azadirachta indica*. *Journal of Insect Physiology* 17:969-977.
- HERNANDEZ X., E.; INZUNZA M., F.; SOLANO S., C.B. 1983. Intentos de control de plagas y enfermedades identificadas en la agricultura tradicional en México. *Revista Chapingo* 40:55-60.



- LAGUNES T., A.; ARENAS L., C.; RODRIGUEZ H., C. 1984. Extractos acuosos y polvos vegetales con propiedades insecticidas. Centro de Entomología y Acarología, Chapingo, México, Colegio de Postgraduados. 203 p.
- McMILLIAN, W.W.; BOWMAN, M.C.; BURTON, R.L.; STARKS, K.J.; WISEMAN, B.R. 1969. Extract of chinaberry leaf as a feeding deterrent and growth retardant for larvae of the corn earworm and fall armyworm. *Journal of Economic Entomology* 62(3):708-710.
- MIKOLAJCZAK, K.L.; REED, D.K. 1987. Extractives of seeds of the Meliaceae: effects on *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), *Acalyma vittatum* (F.), and *Artemia salina* Leach. *Journal of Chemical Ecology* 13(1):99-111.
- MIKOLAJCZAK, K.L.; ZILKOWSKI, B.W.; BARTELT, R.J. 1989. Effect of meliaceous seed extracts on growth and survival of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). *Journal of Chemical Ecology* 15(1):121-128.
- PARRA, J.R.P. 1979. Biología dos insetos. Entomologia, Piracicaba, Brasil, ESALQ, USP. 383 p.
- RODRIGUEZ H., C. 1990. Perspectivas en el uso de plantas con propiedades insecticidas. In Simposio Nacional Sobre Substancias Vegetales y Minerales en el Combate de Plagas (2, 1990, Oaxaca), Memoria. Oaxaca, México. p. 176-187.
- RODRIGUEZ H., C. 1995. Efeito de extratos aquosos de Meliaceae no desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae). Tesis de Doctorado. Piracicaba, Brasil. ESALQ, USP. 100 p.
- RODRIGUEZ H., C.; LAGUNES T., A. 1990. Polvos vegetales y minerales; una opción de combate de insectos plaga en el almacenamiento rústico. In Simposio Nacional de Entomología de Productos Almacenados (2, 1990, Oaxaca). Memorias. Oaxaca, México, Sociedad Mexicana de Entomología. p. 13-28.
- RODRIGUEZ H., C.; LAGUNES T., A. 1992. Plantas con propiedades insecticidas: resultados de pruebas experimentales en laboratorio, campo y granos almacenados. *Revista Agroproductividad* (Montecillo) 1:17-25.
- RODRIGUEZ H., C.; VENDRAMIM, J.D. 1995. Toxicidade de extratos aquosos de Meliaceae a *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). In Congresso Brasileiro de Entomologia (15, 1995, Caxambú, MG, Brasil). Resumos. Sociedade Entomológica do Brasil. p.624.
- SCHOONHOVEN, L.M. 1982. Biological aspects of antifeedants. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 31(1):57-69.
- TANZUBIL, P.B.; McCAFFERY, A.R. 1990. Effects of azadirachtin and aqueous neem seed extracts on survival, growth and development of the african armyworm, *Spodoptera exempta*. *Crop Protection* 9(5):383-386.
- VENDRAMIM, J.D.; SCAMPINI, P.J. 1995. Efeito do extrato aquoso de *Melia azedarach* L. sobre o desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) em dois genótipos de milho. In Congresso Brasileiro de Entomologia. (15, 1995, Caxambú, MG, Brasil). Resumos. Sociedade Entomológica do Brasil. p. 727.
- XIE, Y.S.; ISMAN, M.B.; GUNNING, P.; MACKINNON, S.; ARNASON, J.T.; TAYLOR, D.R.; SANCHEZ, P.; HASBUN, C.; TOWERS, G.H.N. 1994. Biological activity of extracts of *Trichilia* species and the limonoid hirtin against lepidopteran larvae. *Biochemical Systematics and Ecology* 22(2):129-136.

## CUANTIFICACION DE DAÑOS POR INSECTOS EN LOS FRUTOS DEL TEMPATE, *Atropa curcas*, (EUPHORBIACEAE) A TRAVES DE UNA TABLA DE VIDA

Christoph Grimm\*

### RESUMEN

Mediante una tabla de vida horizontal de los órganos reproductores (yemas, flores y frutos) de *Jatropha curcas* L. se cuantificó el daño causado por factores bióticos y abióticos en el desarrollo de semillas en una plantación experimental en Nicaragua. Se marcó una cohorte (grupo de individuos de la misma edad) de 586 yemas femeninas en un total de 55 inflorescencias. Durante cuatro meses, hasta la cosecha del último fruto, se revisó los órganos cada dos a tres días para identificar indicios externos de daños. Después de la cosecha se abrió los frutos y las semillas. Los daños internos se atribuyeron a los indicios identificados anteriormente. Los resultados se presentan en forma de una tabla de vida horizontal. Los resultados indican una pérdida de 53,0% de las semillas potenciales. Las mayores causas identificadas fueron chinches (Heteroptera), dañando un 18,5% de las semillas, y saltamontes (Orthopteroidea), contribuyendo con un porcentaje de 0,9. La fertilidad del suelo, reflejada por el crecimiento distinto de los árboles en cuatro parcelas, no influyó en el porcentaje de frutos perdidos a causa de chinches. Especies de Heteroptera presentes durante el período del ensayo fueron *Pachycoris klugii* Burmeister (Scutelleridae), *Leptoglossus zonatus* (Dallas) (Coreidae), *Hypselonotus intermedius* Distant (Coreidae) y *Anasa scorbatica* Fabricius (Coreidae). Las densidades promedios mensuales de *P. klugii* oscilaron entre 2,5 y 7 individuos en diez árboles (1234 a 3455 por hectárea). Las Coreidae se encontraron de forma aislada.

**Palabras Claves:** Tablas de vida, *Jatropha curcas*, Insectos.

### UTILIZATION OF A LIFE TABLE TO QUANTIFY DAMAGES CAUSED BY INSECTS ON *Jatropha curcas* (EUPHORBIACEAE) FRUITS

#### ABSTRACT

A life table study of *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) reproductive organs (buds, flowers and fruits) was employed in an experimental plantation in Nicaragua to assess the damages caused by biotic and abiotic factors on seed development. A cohort (group of individuals with the same age) of 586 female flower buds from a total of 55 inflorescences was labelled. During four months, until the last fruit was harvested, each fruit was checked at regular intervals for external injuries. After harvest all fruits and seeds were opened. Internal damages were attributed to injuries recorded earlier. Results are presented on a horizontal life table of a single cohort which indicate a 53,0% loss of potential seeds. The main causal agents identified were true bugs (Heteroptera), which caused 18,5% loss and longhorn grasshoppers (Orthopteroidea) which produced 0,9% seed damages. Soil fertility, reflected on significant tree growth differences in four plots, did not influence the percentage of seeds damaged by bugs. The Heteroptera species observed during the experimental span were *Pachycoris klugii* Burmeister (Scutelleridae), *Leptoglossus zonatus* (Dallas) (Coreidae), *Hypselonotus intermedius* Distant (Coreidae) and *Anasa scorbatica* Fabricius (Coreidae). Mean monthly population densities of *P. klugii* ranged between 2,5 and 7 individuals per ten trees (1234 to 3455 per hectare). Coreidae were found at very low densities.

**Key Words:** Life tables, *Jatropha curcas*, Insects.

### INTRODUCCION

*Jatropha curcas* L. es una Euphorbiaceae perenne de origen neotropical, conocida en América Central como tempate. Los frutos de este arbusto tienen forma de drupa oval y su diámetro es de 3 cm. Cada fruto contiene tres semillas ovoides, con alto contenido de aceite

(Hernández 1978). Por sus características físico-químicas, este aceite puede ser utilizado como combustible y para aplicaciones técnicas.

El aceite que contienen las semillas de tempate se someten a un proceso de transesterificación para convertirlo en un combustible apto para ser mezclado con el diesel regular (Foidl et al. 1995). Algunos países que poseen plantaciones de este cultivo son Mali, Cabo Verde, Madagascar y la India. En Nicaragua en los departamentos de León y Chinandega, se han plantado mil hectáreas.

A pesar de que todas las partes de esta planta son tóxicas y quizás resistentes a muchas

Recibido: 04/09/95. Aprobado: 16/12/96.

\*Institute of Forest Entomology, Pathology and Protection University of Agriculture, Vienna, Austria.

plagas, se han identificado varias especies de chinches (Heteroptera) que pueden causar daño en los frutos. Entre las más importantes se destacan *Hypselonotus intermedius* Distant y *Leptoglossus zonatus* Dallas (Coreidae). Este último es conocido localmente como "chinche patas de hojas". Además *Pachycoris klugii* Burmeister (Scutelleridae) permanece durante todo su ciclo de vida en el tempate, y causa daños, especialmente en los frutos.

El objetivo del presente trabajo fue cuantificar los daños provocados por las chinches, en una plantación de tempate, utilizando una tabla de vida de las semillas.

Esta metodología ha sido empleada por varios investigadores en cultivos agrícolas, generalmente para describir la pérdida de plantas enteras o el valor comercial de las plantas. Harcourt (1970) la usó en repollo y Shannon et al. (1987) en maíz. En el sector forestal, las tablas de vida han sido utilizadas para evaluar la producción de semillas; Rauf et al. (1985) las emplearon para cuantificar el potencial de regeneración natural del pino y Cantú (1990) con el mismo propósito en mezquite.

Las tablas de vida tienen dos ventajas, con respecto al uso de los resultados de cosecha: 1. Relacionan el daño con su causa, permite distinguir los factores que contribuyen a la pérdida de la cosecha y establece la importancia de estos con respecto a la cosecha potencial o total. Además con una serie de tablas de vida es posible calcular los factores que influyen en la sobrevivencia de los frutos (Harcourt 1969) 2. Permite relacionar los daños con las fechas en que ocurren, esto es importante, porque en muchos casos las chinches dañan el interior de los frutos y ello no es evidente, sino hasta la cosecha, cuando se abren los frutos. Con las tablas de vida también es posible relacionar los daños con los síntomas y con la densidad de población del insecto, en el momento del daño, por consiguiente la mortalidad ocurrida en una fase, pero causada por un factor que ocurrió en una fase anterior, puede ser atribuida a la fase donde inició el daño (Harcourt 1970).

En esta investigación se utilizó una tabla de vida horizontal y de conjunto, o sea que los individuos observados se originaron durante el período evaluado y los recuentos se realizaron sobre estos mismos individuos.

## MATERIALES Y METODOS

**Area de estudio.** La investigación se realizó en la finca "El Jícara" (latitud 12°34'40" N y longitud 86°56'40" O) en el departamento de Chinandega, Nicaragua, con una altitud de 130 m.s.n.m.; clima tropical de sabana, precipitación media anual de 1861 mm y temperatura promedio anual de 27°C (Fenzl 1988). Los suelos pertenecen al grupo de mollic vitrandepts (CRIES 1984).

Se utilizó una plantación experimental de tempate, de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, establecida en junio de 1993. La semilla usada se importó de Cabo Verde; posteriormente las plántulas se trasplantaron a bolsas plásticas. En esta plantación no se realizaron prácticas agronómicas, excepto la de eliminación de malezas, tampoco se aplicaron productos químicos y los frutos no se recolectaron.

La plantación estaba constituida por dos bloques, escogiéndose como unidad experimental el primero de ellos, conformado por cuatro parcelas de 18 m por 60 m cada una, separadas una de otra por calles de 3 1/2 m. La cantidad de árboles por parcela fue de 533 (13x41), con una distancia entre árboles de 1,4 m aproximadamente.

Es importante destacar, que existían diferencias de tamaño en los árboles de las cuatro parcelas. En la primera, los árboles tenían un tamaño normal para su edad, en las restantes tenían un menor tamaño y mostraban una infrutescencia reducida. La diferencia en la altura y diámetro del tronco (a una altura de 5 cm). Los diámetros de los árboles son significativamente diferentes ( $P < 0,001$ ). Los resultados de la prueba de rangos múltiples de Duncan confirman diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre la primera y las demás parcelas, tanto en lo referente a la altura elevada al cuadrado como al diámetro (Cuadro 1).

El análisis químico-físico de los suelos (realizado en la Universidad Nacional Agraria), revela una variación entre parcelas de 0.32 15% en el contenido de materia orgánica. En una proporción similar baja el contenido de nitrógeno. El fósforo y la capacidad de intercambio catión (C.I.C.) también disminuyen (Cuadro 2); por el contrario, el contenido de potasio aumenta desde la primera parcela hasta la última.

**Procedimiento.** El 16-8-94, al término de una prolongada interrupción de la época lluviosa (Fig. 1), 65 inflorescencias con yemas cerradas se marcaron con etiquetas de plástico; además se les asignó un código con el fin de identificar la posición de la yema dentro de la inflorescencia. De las inflorescencias marcadas, 10 contenían únicamente yemas masculinas; las restantes poseían 579 yemas femeninas, que se utilizaron para la elaboración de la tabla de vida. En la parcela 1, se registraron 22 inflorescencias, en las restantes había un promedio de 11 por parcela.

**CUADRO 1.** Análisis de varianza de la altura y diámetro del tronco a 5 cm, de árboles de templete en cuatro parcelas de la finca "El Jícaro", Chinandega.

Número Parcela	Altura (cm)	Diámetro (cm)
1	230,0a	10,06a
2	180,1b	8,72b
3	150,2b	7,99b
4	165,5b	7,96b

Medidas con la misma letra dentro de columnas no difieren estadísticamente, según Duncan.

Durante el período de la inflorescencia, las yemas, flores y frutos en desarrollo se revisaron cada dos días. Después de la apertura de la última flor (13-9-94), los frutos se revisaron cada tres días.

En cada conteo, se anotó la fase fenológica de cada uno de los órganos reproductivos. Las fases fenológicas definidas fueron: yema, flor, fruto inmaduro (cinco etapas según su diámetro en mm) y frutos maduros (Cuadro 3). Estos últimos

**CUADRO 2.** Análisis químico de suelos de cuatro parcelas en la finca "El Jícaro", Chinandega.

	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4
Materia orgánica (%)	1,5	1,2	0,7	0,3
Nitrógeno (%)	0,07	0,06	0,03	0,01
Fósforo (ppm)	26	24	20	17
Potasio (mg/100g suelo)	0,53	0,77	0,67	0,80
C.I.C. (meq/100g suelo)	39	28	25	25

fueron cosechados el día del conteo, anotándose el número de la inflorescencia y su código. Además se anotaron los daños externos y los indicios de daños internos en yemas, flores y frutos.

Los frutos cosechados se llevaron al laboratorio, para someterlos a una revisión con el fin de determinar indicios de daño. Posteriormente estos fueron colocados en un horno con una temperatura de 80° C durante 24 horas con el propósito de secarlos.

Los frutos se abrieron para determinar daños internos; las semillas se clasificaron en cuatro categorías: no formadas, marchitas, vacías, sanas. Se consideró como semilla no formada la existencia de una cámara completamente vacía en un fruto maduro. No fue posible determinar si ésto se debió a un óvulo no desarrollado, ó a la no fecundación o fecundación incompatible, ó a un aborto de la semilla en la fase inicial de desarrollo (Bawa & Webb 1984). Las semillas marchitas presentan un fruto pequeño y en muchos casos arrugado, y no contienen endospermo ni embrión; las semillas con una apariencia normal pero que no poseen endospermo ni embrión son consideradas vacías.

Durante cada recuento de frutos se realizó también un conteo de las chinches presentes en la plantación; se escogieron diez árboles al azar (se muestreó el árbol completo), y se anotó la especie y estadio de las chinches.

## RESULTADOS

**Fenología.** Las 65 inflorescencias marcadas tenían en promedio 9 yemas femeninas y 146,3 yemas masculinas. De cada inflorescencia se desarrolló un promedio de 8,5 frutos (Cuadro 4).

**CUADRO 3.** Clases fenológicas utilizadas en la tabla de vida.

Fase	Descripción
Yema	Yema femenina cerrada
Flor	Flor femenina abierta
Fruto clase 1	Inmaduro (<5 mm)
Fruto clase 2	Inmaduro 5-10 mm
Fruto clase 3	Inmaduro 10-15 mm
Fruto clase 4	Inmaduro (15-20 mm)
Fruto clase 5	Inmaduro (20-25 mm)
Fruto clase 6	Inmaduro (>25 mm)
Fruto maduro	Maduro, de color amarillo

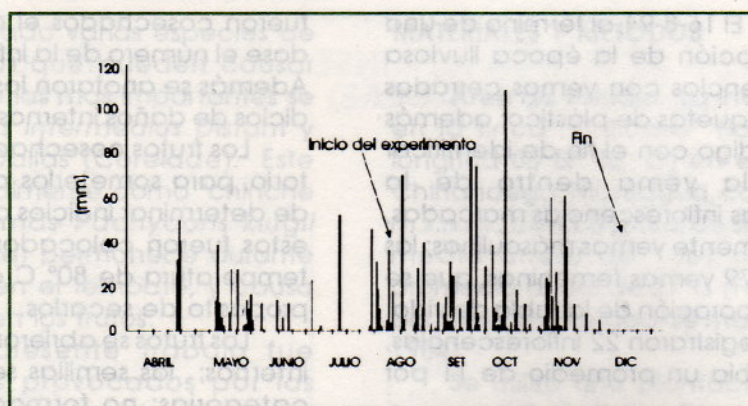


Fig. 1. Precipitación diaria en la finca "El Júcaro", Chinadega, 1994 (comunicación personal Dr. C. Aker, UNAN León)

CUADRO 4. Número de flores, frutos y semillas por inflorescencia, de acuerdo al análisis de 65 inflorescencias y 334 frutos.

Valor	Flores masculinas por inflorescencia	Flores femeninas por inflorescencia	Frutos por infrutescencia	Semillas potenciales por fruto
Promedio	146,28	9,02	8,49	3,0060
Desv. Estándar	35,65	5,30	5,27	0,0773
min - max	54 - 225	0 - 19	0 - 19	3 - 4

Se cosecharon 334 frutos, de éstos solamente dos (0,60%) contenían cuatro semillas.

La mayoría de los frutos se desarrolló rápidamente, madurando entre ocho y nueve semanas después de la apertura de la flor (Fig. 2). La cosecha duró dos semanas. Algunos frutos tenían un tamaño pequeño, y fueron clasificados como frutos inmaduros (clase 1). La cosecha de los frutos maduros ocasionó el aborto de algunos de los inmaduros; otros continuaron desarrollándose hasta madurar nueve semanas después.

**Factores de mortalidad.** En cada recuento se anotaron los síntomas de daño en los frutos, o sea las señales que indicaban que un insecto se había alimentado o se alimentaba del mismo, tales como: picaduras, mordiscos o la presencia del insecto en el fruto.

Se observaron picaduras en frutos de todos los tamaños y edades; éstas tenían la apariencia de puntos negros pequeños o hundimientos pequeños en la cáscara. Frecuentemente, se

observó también gotas de savia en el lugar del daño.

Los insectos succionadores encontrados en la plantación pertenecen a los órdenes Homoptera y Heteroptera. No existen evidencias de que los Cicadellidae, Membracidae o Flatidae, (abundantes en la plantación), se alimenten de estos frutos, por tanto todos los daños se atribuyeron al orden Heteroptera.

En muchos casos, las punciones en la cáscara de frutos en desarrollo, están relacionados con semillas marchitas y vacías, esto se confirmó cuando se abrieron los frutos maduros. En otros casos, los frutos dañados fueron abortados, y las pérdidas se atribuyeron a las chinches. No todas las punciones coincidieron con daños internos en las semillas o con aborto del fruto; debido a que probablemente el insecto no se alimentó del tejido de la semilla, sino de la cáscara del fruto, a pesar de que no fue posible determinar la profundidad de succión.

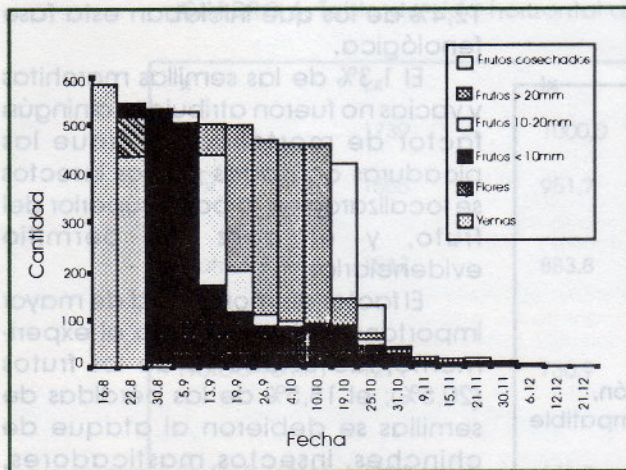


Fig. 2. Desarrollo fenológico de una cohorte de frutos marcados el 16 de agosto de 1994.

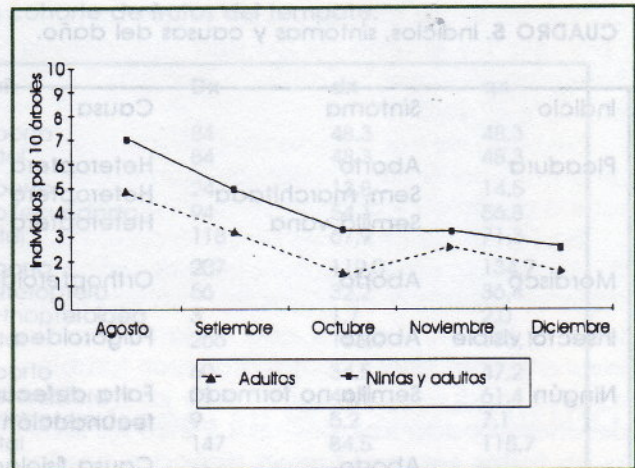


Fig. 3. Densidad de *P. klugii* (promedios mensuales de 10 árboles) en la finca "El Júcaro", Chinandega, 1994.)

Las especies de chinches asociadas al tempate fueron *Pachycoris klugii* Burmeister (Scutelleridae), *Anasa scorbatica* Fabricius, *Hypselonotus intermedius* Distant y *Leptoglossus zonatus* (Dallas) (Coreidae).

De estas especies únicamente *P. klugii* fue observada frecuentemente; sin embargo, la densidad de población fue relativamente baja durante todo el experimento (Fig 3). Durante el mes de agosto se registra un promedio de 7 insectos por cada 10 árboles, incluyendo ninfas y adultos, para un total de 3455 insectos por hectárea, aproximadamente una chinche por cada 3 m<sup>2</sup> de suelo. En los meses posteriores, la incidencia de insectos fue menor, en setiembre el promedio fue de 5 chinches por cada diez árboles, en octubre 3,3, en noviembre 3,2 y en diciembre 2,5 o sea 1234 chinches por hectárea (un insecto en cada 8 m<sup>2</sup> de suelo). Estos promedios son muy bajos para plantaciones de tempate, porque en otros países se ha informado de densidades superiores a un 1 adulto por árbol.

La densidad de población de las tres especies de Coreidae fue mínima; se observaron adultos de estas chinches, ocasionalmente. En setiembre 26 y 28 se encontró un espécimen de *L. zonatus*; el 19 de este mismo mes se observó un espécimen de *H. intermedius* y 5 especímenes de este mismo insecto 10-X; el 9-XII se observó un adulto de *A. scorbatica*. Las observaciones confirmaron que *L. zonatus* y *H. intermedius* chupan los frutos de tempate, no existen informes de daños por *A. scorbatica* en este cultivo.

En frutos inmaduros se observaron punciones o puntos de alimentación con diámetros hasta de 25 mm. En otras plantaciones, se ha observado que los frutos que no son destruidos totalmente por los insectos, una parte de las semillas maduran; sin embargo, ésto no sucedió en este experimento, porque los frutos mordidos se cayeron. Estos daños son atribuidos a insectos de los subórdenes Ensífera y Caelífera. También se observaron especímenes de *Schistocerca nitens* (Thunb.) (Acrididae) e *Idiarthron* sp. (Tettigoniidae) alimentándose de frutos del tempate. Otros Orthopteroidea presentes en la zona donde se realizó el experimento y que se asociaron a este cultivo fueron: *Aidemona azteca* y *Schistocerca piceifrons piceifrons* (Walk.) (Acrididae), *Dolichocercus* sp., *Orophus* sp. y *Phylloptera* sp. (Tettigoniidae), así como una especie no identificada de Gryllidae.

Sobre los frutos se encontraron ninfas y adultos de *P. klugii*; éstos fueron considerados como picaduras. En los pedúnculos de los frutos se hallaron ninfas de Fulgoroidea; a este insecto se atribuyó el aborto de un fruto, que ocurrió después de registrar la presencia de ese insecto.

En todas las fases fenológicas (desde la yema cerrada hasta el fruto sazón) se presentaron abortos. Cuando estos ocurrieron después de encontrar picaduras, mordiscos, o la presencia de un insecto sobre el fruto, este se atribuyó a las plagas. No obstante, no se logró comprobar la causa de un porcentaje alto de abortos.

**CUADRO 5.** Indicios, síntomas y causas del daño.

Indicio	Síntoma	Causa
Picadura	Aborto	Heteroptera
	Sem. marchitada	Heteroptera
	Semilla vana	Heteroptera
Mordisco	Aborto	Orthopteroidea
Insecto visible	Aborto	Fulgoroidea
Ningún	Semilla no formada	Falta defecundación, fecundación incompatible
	Aborto	Causa fisiológica, abiótica o desconocida

En el Cuadro 5 se presenta la relación entre indicios de daño observados durante los recuentos, los síntomas evidentes después de la apertura de los frutos y los factores de mortalidad correspondientes.

**Tabla de vida por fases fenológicas.** Para efectos de la tabla de vida de la mortalidad de semillas se consideró que cada yema femenina tenía el potencial de producir tres semillas (Cuadro 6). La mortalidad de las semillas se asignó a la fase donde ocurrió el factor que causó la muerte.

De la cantidad total de semillas potenciales (1739) según las yemas femeninas (579) seleccionadas al inicio del experimento, se cosecharon 818 semillas sanas entre la 9<sup>a</sup>. y 18<sup>a</sup>. semana después de la floración; la pérdida producida fue de 53%.

El 11,6% de la cosecha se perdió en las etapas de yemas y flores debido al aborto y semillas no formadas.

Durante el período de desarrollo del fruto, se perdió el 39,2% de las semillas; presentándose la mayor mortalidad en frutos pequeños. La pérdida restante de semillas (23,5%) ocurrió antes de que los frutos alcanzaran un diámetro de 10 mm. Esto comprende no solamente las semillas perdidas al inicio del experimento sino también con un desarrollo retardado y que fueron los frutos abortados. En las fases iniciales de desarrollo de los frutos, las chinches causaron daños en el 7,7% de éstos, así como a un 7,1% de los que tenían un diámetro mayor a 25 mm y al

12,4% de los que iniciaban esta fase fenológica.

El 1,3% de las semillas marchitas y vacías no fueron atribuidas a ningún factor de mortalidad, porque las picaduras causadas por los insectos se localizaron en la parte superior del fruto, y el cáliz no permitió evidenciarlas.

El factor de mortalidad de mayor importancia durante todo el experimento, fue el aborto de los frutos (20,5%); el 18,5% de las pérdidas de semillas se debieron al ataque de chinches. Insectos masticadores, probablemente del supra-orden Orthopteroidea, causaron el 0,9% de la pérdida de semillas; los daños

ocurrieron durante los meses de agosto y setiembre.

**Tablas de vida para cada parcela.** El desarrollo de tablas de vida individuales para cada parcela, permite determinar la influencia que tiene la calidad del suelo en la sobrevivencia de las semillas. La mayor cosecha se obtuvo de la parcela 1, con 50,1% de semillas potenciales, y la menor de la parcela 3 (36,6%). El aborto total de las yemas, flores y frutos, varió entre 22,7% en la parcela 1, hasta 32,7% en la parcela 2. La pérdida causada por chinches fue menor en la parcela 2 (12,4%) y mayor en la parcela 3 (27,2%).

## DISCUSION

La plantación de tempate utilizada en esta investigación posee algunas características que la diferencian de las plantaciones comerciales de la zona. La densidad de árboles (4935 x ha), es cuatro veces mayor que la recomendada (1111 plantas x ha) (Foidl *et al.* 1995). Los análisis de suelo revelaron deficiencia de nutrientes debido a la falta de fertilización. Además la plantación tenía un año de establecida cuando se realizó la investigación y generalmente este cultivo alcanza su mayor producción a partir del cuarto año.

Este experimento se basó en la cosecha obtenida a partir de un conjunto de flores, que se iniciaron en la época de postrera, después de la canícula, que en este año fue muy prolongada.

CUADRO 6. Tabla de vida horizontal de una cohorte de frutos del tempate.

x	Lx	lx	dxF	Dx	dx	qx
Yema	1739	1000,0	Aborto	84	48,3	48,3
			Total	84	48,3	48,3
Flor	1655	951,7	Aborto	24	13,8	14,5
			No fecundada	94	54,1	56,8
			Total	118	67,9	71,3
Fruto <5mm	1537	883,8	Aborto	207	119,0	134,7
			Heteroptera	56	32,2	36,4
			Orthopteroidea	3	1,7	2,0
			Total	266	153,0	173,1
Fruto 5-10mm	1271	730,9	Aborto	60	34,5	47,2
			Heteroptera	78	44,9	61,4
			Orthopteroidea	9	5,2	7,1
			Total	147	84,5	115,7
Fruto 10-15mm	1124	646,3	Aborto	39	22,4	34,7
			Heteroptera	27	15,5	24,0
			Total	66	38,0	58,7
Fruto 15-20mm	1058	608,4	Aborto	12	6,9	11,3
			Heteroptera	6	3,5	5,7
			Fulgoroidea	3	1,7	2,8
			Total	21	12,1	19,8
Fruto 20-25mm	1037	596,3	Aborto	12	6,9	11,6
			Heteroptera	32	18,4	30,9
			Orthopteroidea	3	1,7	2,9
			Total	47	27,0	45,3
Fruto >25mm	990	569,3	Aborto	27	15,5	27,3
			Heteroptera	108	62,1	109,1
			Total	135	77,6	136,4
Fruto maduro	855	491,7	Heteroptera	15	8,6	17,5
			Total	15	8,6	17,5
No determi- nada	840	483,0	Marchitada	6	3,5	7,1
			Semilla vana	16	9,2	19,0
			Total	22	12,7	26,2
Cosecha	818	470,4	Total	818	470,4	1000,0

Clave de los encabezamientos de las columnas:

- x ..... Fase fenológica.
- Lx ..... Cantidad de semillas potenciales vivas al inicio de la fase fenológica x (Rauf et al. 1985).
- lx ..... Número de semillas potenciales vivas al inicio de la fase fenológica x, relacionado a 1000 al inicio del ensayo (Deevey 1947).
- dxF ..... Factor de mortalidad (Morris & Miller 1954; Harcourt 1969).
- Dx ..... Mortalidad absoluta en la fase fenológica x.
- dx ..... Mortalidad relacionada a 1000 semillas potenciales al inicio del ensayo (Begon et al. 1986).
- qx ..... Mortalidad relacionada a 1000 semillas potenciales al inicio de la fase fenológica x (Begon et al. 1986).

La pérdida de semillas se debió principalmente al aborto de frutos sin daño previo causado por insectos. En otras plantaciones se ha observado que el retardo en el desarrollo y el aborto de frutos es frecuente en este cultivo. En esta investigación no se determinó si éste obedeció a una respuesta de la planta a condiciones no favorables o a una estrategia de ésta para hacer un mejor uso de los recursos abióticos presentes (Stephenson 1981) y evitar daños por

depredadores (Janzen 1971).

Las diferencias en cantidad de materia orgánica y nutrimentos presentes en el suelo en las cuatro parcelas, se evidencia mediante la diferencia significativa determinada en el desarrollo de los árboles, expresado por la altura y diámetro de los troncos. Los porcentajes de semillas sanas cosechadas, muestran un comportamiento similar a la altura de los árboles en las parcelas. No obstante, la diferencia



significativa entre los árboles se presenta entre la parcela 1 y el resto de las parcelas; pero la diferencia en cosecha entre la parcela 1 y la parcela 2 es mínima.

El aborto de frutos sin causa definida parece aumentar con la disminución del contenido de materia orgánica y de nitrógeno en el suelo.

El ataque de chinches provocaron el 18,5% de pérdidas de semillas potenciales, el daño más severo se presentó en frutos con un diámetro menor a 10 mm, y en las que tenían diámetro mayor a 25 mm. Estos insectos atacaron también los frutos maduros; a pesar de que los frutos se cosecharon cada tres días, un 1,9% de las semillas en frutos sazones fueron dañadas por las chinches.

Las poblaciones de chinches fueron relativamente bajas durante toda la investigación, posiblemente como efecto de la sequía anterior. Únicamente *P. klugii* se observó con cierta frecuencia, pero no alcanzó la densidad registrada en otras plantaciones.

La distribución del daño causado por chinches dentro de las parcelas, no indica que exista preferencia por árboles con mayor desarrollo o suministro de nutrimentos. Sin embargo, se presentó una diferencia en el rendimiento total, debido al número de inflorescencias que producen los árboles.

La segunda causa de pérdida por insectos fue atribuida a saltamontes y esperanzas (Orthopteroidea). El daño producido por estos insectos fue de 0,9% del total de semillas. En relación a la destrucción de frutos y semillas, los insectos masticadores fueron de menor importancia que los chupadores.

El 53% de la cosecha potencial se perdió, insectos de los órdenes Heteroptera, Orthopteroidea y Fulgoroidea causaron el 19,6% de esta reducción.

## AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Charles Aker, de la Facultad de Ciencias de la U.N.A.N. León, y al Ing. Nikolaus Foidl del Proyecto Biomasa, Managua, por su valioso apoyo en este trabajo. Al Dr. Jean-Michel Maes del Museo Entomológico en León y al Dr. J.E. Eger (USA) por la determinación de los especímenes.

Asímismo al Ministerio de Ciencias e Investigaciones de Austria, y a la empresa Sucher

& Holzer de Austria por el financiamiento de esta investigación.

## LITERATURA CITADA

BAWA, K.S.; WEBB, C.J. 1984. Flower, fruit and seed abortion in tropical forest trees: implications for the evolution of paternal and maternal reproductive patterns. *American Journal of Botany* 71:736-751.

BEGON, M.; HARPER, J.; TOWNSEND, C. 1986. *Ecology, individuals, populations and communities*. Blackwell Scientific Publications, London, 876 p.

CANTU A., C.M. 1990. Fenología de la floración y fructificación del mezquite *Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst. en Nuevo León y el efecto de las cabras sobre la dispersión de sus semillas. Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L. Reporte Científico no. 18 39 p.

CRIES. 1984. Suelos y aguas. Managua, CRIES, 525 p.

DEEVEY, E.S. 1947. Life tables for natural populations of animals. *Quarterly Review of Biology* 2:283-314.

FENZL, N. 1988. Nicaragua: geografía, clima, geología e hidrogeología. UFGA/INETER/INAN, Belém. 62 p.

FOIDL, N.; AKER, C.; SANCHEZ, M.; VARGAS, M.; ROMO, J. 1995. Agroindustrial exploitation of tempate (*Jatropha curcas* L.). In Conferencia Mundial sobre la Biomasa para la Energía, el Desarrollo y el Medio Ambiente, (1995, La Habana, Cuba). Resúmenes. p. 158-160.

HARCOURT, D.G. 1969. The development and use of life tables in the study of natural insect populations. *Annual Review of Entomology* 14:175-196.

HARCOURT, D.G. 1970. Crop life tables as pest management tool. *The Canadian Entomologist* 102:950-955.

HERNANDEZ A., P. 1978. Estudio de *Jatropha curcas* L. como recurso biótico. Tesis Lic. Xalapa, Ver. Universidad Veracruzana, 40 p.

JANZEN, D.H. 1971. Seed predation by animals. *Annual Review of Ecology and Systematics* 2:465-492.

Morris, R. F. & C. A. Miller. 1954. The development of life tables for the spruce budworm. *Canadian Journal of Zoology* 32:283-301.

NORUSIS, M.J. 1993. SPSS for Windows - Base system user's guide, Release 6.0. SPSS, Chicago, 828 p.

RAUF, A.; BENJAMIN, D.M.; CECICH, R.A. 1985. Insects affecting seed production of jack pine, and life tables of conelet and cone mortality in Wisconsin. *Forest Science* 31(2):271-281.

SHANNON P.J.; MENESES, R.; ALVAREZ, F. 1987. El uso de una tabla de vida para la estimación de pérdidas en el cultivo de maíz; un ejemplo de Guanacaste, Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 5:1-10.

STEPHENSON, A.G. 1981. Flower and fruit abortion: proximate causes and ultimate functions. *Annual Review of Ecology and Systematics* 12:253-279.

## SELECTIVIDAD Y EFICACIA DEL NICOSULFURON PARA EL CONTROL DE MALEZAS EN MAIZ

Luis Carlos Salazar P.\*  
Félix Antonio Guerra M.\*

### RESUMEN

Se establecieron tres ensayos de campo entre octubre de 1993 y enero de 1995 en Panamá, con el propósito de evaluar algunas propiedades del nuevo herbicida nicosulfuron en el cultivo de maíz. Las malezas predominantes fueron *Rottboellia cochinchinensis* (Lour) W.D. Clayton y *Amaranthus spinosus* L., que ocasionaron una reducción promedio en el rendimiento en grano del 56%. Se evaluaron varios surfactantes en mezclas con el nicosulfuron, encontrándose efectos equivalentes tanto en el control de malezas como en el rendimiento en grano de maíz. También se evaluaron dos formulaciones (gránulos dispersables y suspensión concentrada) y cuatro dosis de nicosulfuron (30, 40, 50, 60 gr i. a./ha). El efecto del herbicida en el control de malezas y rendimiento fue muy similar en sus dos tipos de formulaciones. El grado de efectividad del testigo local atrazina + pendimetalina en cuanto a control visual, de *R. cochinchinensis* fue menor que el nicosulfuron, y en relación al rendimiento hubo variabilidad sin una tendencia bien definida. El nicosulfuron exhibió gran selectividad al maíz.

**Palabras claves:** Malezas, Nicosulfuron, Control químico, *Zea mays*, Herbicidas.

### SELECTIVITY AND EFFICIENCY OF NICOSULFURON TO CONTROL MAIZE WEEDS

#### ABSTRACT

Three field trials were established between October, 1993 and January, 1995 in Panama, in order to evaluate some properties of the new nicosulfuron herbicide on corn. The main weeds assessed were *Rottboellia cochinchinensis* (Lour) W.D. Clayton and *Amaranthus spinosus* L., which caused an average grain yielding reduction of 56%. Various surfactants were evaluated in combination with nicosulfuron, obtaining equivalent effects for weeds control and grain yielding. Two formulations (dispersible granules and concentrated suspension) and four nicosulfuron doses (30, 40, 50 and 60 g a.i./ha) were also evaluated. The herbicide's effect on weeds control and grain yielding was very similar for both formulations. The effectiveness level of the local check atrazine + pendimethalin to control *R. cochinchinensis* was lower than with nicosulfuron. In regards to grain yielding, there was variability without a well-defined tendency. The nicosulfuron herbicide showed great selectivity toward corn.

**Key Words:** Weeds, Nicosulfuron, Chemical control, *Zea mays*, Herbicides.

### INTRODUCCION

En la República de Panamá, el maíz es un cultivo importante económicamente, desde la perspectiva de producción de granos básicos. En el período agrícola 1993-1994 se sembraron 82.520 ha. Las provincias de Herrera y Los Santos, conocidas como Península de Azuero, constituyen la principal área maicera de este país, a pesar de que representan el 29% del área total dedicada a este cultivo, su producción alcanza el 49% (Panamá 1994).

**Recibido: 11/12/95. Aprobado: 16/12/96.**

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

Durante varias décadas, los productores de maíz han utilizado el herbicida atrazina para el combate de las malezas. No obstante, con el paso del tiempo los problemas causados por gramíneas han crecido, agravando su manejo, en especial con la especie *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton. Esta maleza anual conocida en Panamá como "manisuris" o "tuquito", es nociva, competitiva y prolífica, y económicamente importante desde el punto de vista de producción de granos básicos, tanto a nivel nacional como internacional (Holm *et al.* 1977).

Los problemas de manejo de *R. cochinchinensis*, debido a la pérdida de eficacia de la atrazina (Salazar 1994), obligó a los productores a mezclar este herbicida con pendimetalina, que posee excelente acción gramínica. En la actualidad la combinación

de atrazina + pendimetalina aplicada en preemergencia es la práctica más común para el control de *R. cochinchinensis*.

En 1990, en los Estados Unidos, fue registrado para maíz y salió a la venta el herbicida nicosulfuron (Accent), perteneciente a la familia de las sulfonilureas; postemergente, selectivo y sistémico, eficaz para el control de malezas gramíneas anuales y perennes y algunas dicotiledóneas anuales (Du pont 1990).

La mayoría de los herbicidas utilizados en el control de malezas en maíz, son aplicados en preemergencia o presiembra. Sin embargo, el nicosulfuron que es postemergente ha tenido buena acogida entre los agricultores norteamericanos. Algunas características de este herbicida son su uso de dosis bajas, la corta residualidad en el suelo y su baja toxicidad. Además se ha demostrado la eficacia de este producto para el control de malezas gramíneas perennes, altamente perniciosas, dominantes y de difícil control en las zonas productoras de maíz en Norteamérica, como *Sorghum halepense* L. (Obrigawitch *et al.* 1990; Camacho *et al.* 1991; Foy *et al.* 1990; Steckel y Defelice 1995); *Elytrigia repens* (L). Nevski (Bhowmik *et al.* 1992; Kuratle *et al.* 1988). También malezas gramíneas anuales como *Setaria faberi* Herrm (Dobbels y Kapusta 1993; Kapusta *et al.* 1994), *Setaria viridis* L. Beauv (Mekki y Leroux 1994) y *Sorghum bicolor* (L) Moench (Rosales - Robles 1993). Esto indica que el nicosulfuron posee excelentes propiedades graminicidas.

Es necesario continuar la búsqueda de otras alternativas para el manejo de malezas en maíz, con el fin de evitar la dependencia de muy pocas opciones. La industria agroquímica está constantemente liberando nuevos productos.

El objetivo de este estudio fue evaluar algunas propiedades del herbicida nicosulfuron como dosificación, eficacia en el control de malezas e influencia en el rendimiento en grano del cultivo de maíz.

## MATERIALES Y METODOS

**Ubicación de los experimentos.** Los tres experimentos fueron establecidos durante la época lluviosa, en el ciclo de cultivo 1993-1994, en la Estación Experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá, en David, provincia de Chiriquí,

República de Panamá, perteneciente a la zona de vida de bosque húmedo tropical (Tosi 1971); localizada a 8°23'40" latitud norte y 82°20'03" longitud oeste, con una altitud de 25 msnm, temperatura promedio anual de 26°C y precipitación media de 2858 mm.

### Evaluación de dosis de Nicosulfuron (Experimento 1)

El experimento se condujo en un suelo de textura franco-arcillosa-arenosa, pH de 5,1 y un contenido de materia orgánica de 5,7%. Se utilizó un diseño de bloques al azar, con cuatro repeticiones; las unidades experimentales utilizadas fueron cinco hileras de 7 m de longitud y con una distancia de 0,75 m entre hileras y 0,50 m entre plantas. La variedad de maíz usado fue Tocumen 8526, sembrada manualmente (3 semillas/hoyo) posteriormente se raleó dejando 2 plantas/hoyo, para una densidad de siembra de 53.333 plantas/ha.

Al momento de la siembra se aplicaron 273 kg/ha del fertilizante 12-24-12. A los 25 y 42 días después de la siembra (dds) se aplicaron 63 kg/ha de nitrógeno (136 kg/ha urea al 46% N). La cosecha se realizó el 3 de febrero de 1994.

Se evaluaron cuatro dosis de nicosulfuron 30, 40 50 y 60 g/ha, en su formulación de gránulos dispersables al 75%. Además de los testigos (con malezas y libres de malezas), se incluyó como testigo local la combinación de atrazina 1,5 kg + pendimetalina, 1,5 kg/ha aplicada en preemergencia, en sus formulaciones comerciales de Gesaprim 500 FW + Prowl 500 EC respectivamente.

Los herbicidas se aplicaron con una aspersora manual de espalda CP-3, boquilla de abanico plano, volumen de agua de 166 l/ha. Los tratamientos de nicosulfuron fueron aplicados en postemergencia 12 dds y se les añadió surfactante (Frigate) al 0,30% (vol/vol). El herbicida se aplicó cuando el maíz tenía 5 hojas, las malezas gramíneas de 2-4 hojas y las malezas dicotiledóneas de 4-6 hojas.

La precipitación fue favorable para el desarrollo normal del maíz; distribuidas durante el ciclo vegetativo del cultivo, con 441; 240,9; 108,2; 39,7 y 8,6 mm de lluvia en los meses de octubre, noviembre, diciembre de 1993 y enero y febrero de 1994, respectivamente.

### Aspectos comunes de los experimentos 2 y 3

Los dos experimentos se realizaron en suelos de textura franco arcilloso, pH de 6,4 y un contenido de materia orgánica de 4,7%. Se usó un diseño de bloques al azar, con cuatro repeticiones; las unidades experimentales usadas fueron 6 hileras de 5 m de longitud, con una distancia de 0,75 m entre hileras y 0,50 m entre plantas; la variedad de maíz fue Tocumen 7428. La siembra manual se realizó el 8 de setiembre de 1994; se colocaron (2 plantas/hoyo) para una densidad de 53333 plantas/ha. Al momento de la siembra se fertilizó con 273 kg/ha de la fórmula 12-24-12 y a los 20, 29 y 44 dds se aplicó 42 kg/ha de nitrógeno (91 kg/ha de urea al 46% N). La cosecha se realizó el 10 de enero de 1995.

La aplicación de los tratamientos de nicosulfuron se efectuaron en postemergencia a los 14 dds, utilizando una aspersora manual de espalda CP-15, boquilla de abanico plano, volumen de agua de 282 l/ha. La aplicación se realizó cuando el cultivo tenía 5 hojas, las malezas gramíneas entre 3-5 hojas y las dicotiledóneas entre 3-6 hojas.

Se realizaron tres caracterizaciones de las poblaciones de malezas en los testigos enmalezados a los 20, 41 y 55 dds, para determinar el porcentaje de cobertura de las diferentes especies de malezas (CIBA-GEIGY 1981). En cada una de las caracterizaciones se estimó una cobertura de malezas del 70%.

La precipitación fue adecuada y bien distribuida con 405,2; 524; 388,88 y 34,4 mm de lluvia durante los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre de 1994, respectivamente.

### Influencia de los surfactantes en la acción del nicosulfuron (Experimento 2)

Se evaluaron seis surfactantes ADHERENTE 810 (33,3% de nonifenol poligilcol eter), AGRAL 90 (92% de condensado de óxido de nonifenoletileno), NU-FILM-17 (96% de DI-IP-Menteno), AGROTIN ESPECIAL (79,45% de alcoholes polivinílicos, nonilfenoles, siliconas, sustancias reguladoras de pH y polisacaridos), INDAGRO-H (30% de sales sódicas del ester alquil y 5% de dietanolamida de coco modificado) y FRIGATE (84,8% de aminas grasas etoxiladas). Se utilizó una sola dosis del nicosulfuron correspondiente a 40 g/ha (53,3 g de producto comercial/ha) en su formulación de gránulos

dispersables al 75%, para ser mezclada con los diferentes surfactantes. Las dosis de los surfactante se emplearon conforme a las recomendaciones de las casas comerciales; Adherente 810 0,20% v/v (0,60 l/ha); Agral 90 0,02% v/v (0,05 l/ha); NU-film-17 0,04% v/v (0,12 l/ha); Agrotin Especial 0,35% v/v (1,00 l/ha); Indagro-H 0,35% v/v (1,00 l/ha); Frigate 0,18%, 0,23% y 0,35% v/v (0,50; 0,66 y 1,00 l/ha).

### Evaluación de formulaciones de nicosulfuron (Experimento 3)

Se evaluaron dos formulaciones del herbicida nicosulfuron, una sólida de gránulos dispersables (DG) al 75%, y otra líquida de suspensión concentrada (SC) al 4%. Para cada formulación se emplearon cuatro dosis del ingrediente activo a saber: 30, 40, 50 y 60 g/ha. A la formulación sólida se le añadió Frigate al 0,235% (v/v). El testigo usado consistió de una mezcla de atrazina 1,5 kg/ha + pendimentalina 1,5 kg/ha.

### Aspectos Comunes de los tres experimentos

Durante la ejecución de los experimentos se realizaron estimaciones visuales del control de cada una de las especies de malezas presentes, utilizando una escala visual de 0%=ningún control y 100% = control total (Burrill *et al.* 1977). Los datos de porcentajes visuales fueron convertidos a grados, mediante la transformación a arcoseno o angular antes del análisis estadístico (Little y Hill 1978).

Los datos de rendimiento en grano de las parcelas, fueron ajustados y reportados al 14% de humedad, expresados en kg/ha y sometidos a análisis estadísticos (análisis de varianza-Anova) mediante prueba de comparaciones múltiples de Duncan al 5% de probabilidades.

## **RESULTADOS Y DISCUSION**

**Caracterización de las poblaciones de malezas.** El complejo de malezas identificado en los tres experimentos incluyó especies Monocotiledóneas como: *Rottboellia cochinchinensis*, *Eleusine indica* (L.) Gaertn. (pata de gallina), *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. y *Digitaria adscendens* (H.B.K.) Henr. (paja blanca), *Echinochloa colonum* (L.) Link.

(arrocillo), *Murdannia nudiflora* (L.) Brenan (piñita), *Commelina diffusa* Burm.f. (siempre vive), *Cyperus ferax* L>C. Rich. (cortadera). Dicotiledóneas como: *Amaranthus spinosus* L. (bledo espinoso), *Portulaca oleracea* L. (verdolaga), *Eclipta alba* (L.) Hassk. (botoncillo), *Baltimora recta* L. (pariteña), *Richardia scabra* L. (tabaquillo), *Melothria scabra* Naud. (pepinillo), *Sida* spp. (escobillas), *Euphorbia hirta* L. (lechecilla).

En el experimento 1, las malezas predominantes en los testigos enmalezados fueron *R. cochinchinensis*, *A. spinosus*, *P. oleraceae*, *D. sanguinalis*, *D. adscendens* y *E. indica*.

En la caracterización de malezas, realizadas durante los experimentos 2 y 3, *R. cochinchinensis* presentó mayor incidencia, seguida de *A. spinosus* (Cuadro 1). Las poblaciones de estas dos especies ejercieron una presión considerablemente elevada durante todo el ciclo de cultivo, siendo *R. cochinchinensis* la especie más abundante, dominante y competitiva. Debido a que esta gramínea es importante económicamente por las pérdidas que puede ocasionar, se considera que la evaluación de la eficacia de los tratamientos químicos está inserta dentro de la realidad agrícola existente en el país.

**Selectividad del nicosulfuron.** Durante el período de ejecución de la investigación, no se observaron efectos fitotóxicos de este herbicida en ninguna de las fases fenológicas del cultivo. Estas observaciones indicaron la selectividad del herbicida a este cultivo.

Los resultados de este trabajo coinciden con los obtenidos en investigaciones realizadas en los Estados Unidos (Dobbels y Kapusta 1993, Kapusta *et al.* 1994) y México (Rosales-Robles 1993), donde se evaluaron dosificaciones de nicosulfuron en postemergencia en un rango de 10-70 g/ha, sin causar fitotoxicidad al maíz. La tolerancia del maíz a este herbicida es buena inclusive ha sido registrada hasta con 280 g/ha de nicosulfuron (Morton *et al.* 1991). El nicosulfuron, similar a otras sulfonilureas, actúa inhibiendo la división celular en malezas susceptibles, a través del bloqueo de la enzima acetolactato sintetasa, la cual interviene en la biosíntesis de dos aminoácidos: valina e isoleucina. La selectividad del cultivo de maíz al herbicida se basa en la capacidad que tiene la planta de maíz de metabolizar o degradar

rápidamente el nicosulfuron en metabolitos o componentes inocuos. Por el contrario, las malezas sensibles no pueden metabolizar el herbicida y como resultado éste se acumula en los puntos de crecimiento hasta ocasionarles la muerte (DuPont 1990).

**Control de malezas.** El promedio de las estimaciones porcentuales de control de las especies de malezas más importantes en los tres experimentos, se incluyen en el Cuadro 2. En el experimento 1 se observó un control muy aceptable de *R. cochinchinensis* por parte del nicosulfuron, el cual se prolongó hasta los 59 dda, este resultado es similar al obtenido con el testigo (local atrazina + pendimetalina).

Las evaluaciones en el experimento 2 indicaron que todos los surfactantes combinados con nicosulfuron, a excepción del NU-FILM-17, mostraron un comportamiento muy semejante así como un control adecuado hasta los 56 dda. El NU-FILM-17 manifestó en condiciones de campo un desempeño inferior con respecto al resto de los surfactantes.

Al aplicar la formulación de gránulos dispersables del herbicida nicosulfuron se recomienda agregar un surfactante no iónico con el propósito de fortalecer su eficacia sobre las malezas (Dupont 1990). En investigaciones realizadas por Kapusta *et al.* (1994), encontraron que los aditivos (surfactantes, aceites agrícolas, surfactantes + aceites agrícolas, nitrato de amonio - urea) mezclados con nicosulfuron solamente incrementaron el porcentaje de control de malezas bajo condiciones de baja precipitación pluvial. El mismo autor informó que en condiciones de precipitación normal no se observó incremento en la eficacia del herbicida nicosulfuron, debido probablemente, a que la presencia de lluvias antes y después de la aplicación produce una absorción óptima y traslocación del herbicida.

Las estimaciones porcentuales en el experimento 3 señalan que, a excepción de la dosis de 30 g/ha, la misma dosis del herbicida, tanto en la formulación sólida de gránulos dispersables o la líquida de suspensión concentrada, produjo resultados similares, de control de las dos especies de malezas. Los resultados también demuestran que tres de las cuatro dosis evaluadas (40, 50 y 60 g/ha) en ambas formulaciones son comparables entre sí.

**CUADRO 1.** Caracterización de las poblaciones de malezas en los testigos enmalezados presentes en los experimentos. Chiriquí, Panamá, 1994.

EPOCA	MALEZA	ESTADO VEGETATIVO		COBERTURA (%)	
		EXP2	EXP3	EXP 2	EXP 3
20 DDS (27/9/94)	<i>R. cochinchinensis</i>	4-5 h y	4-5 h y	55	65
		4-5 h con 1 mac	4-5 h con 1 mac		
	<i>A. spinosus</i>	4-8 h	5-7 h	35	25
	dicotiledóneas	2-4 h	2-4 h	10	
	gramíneas	3-4 h	3-4 h		
41 DDS (16/10/94)	<i>R. cochinchinensis</i>	10-12 h con 3-4 mac, altura máxima 120-130 cm	10-11 con 3-4 mac altura máxima 120-130 cm	85	88
		<i>A. spinosus</i>	Muchas h., altura máxima 40-50 cm		
	dicotiledóneas	5-9 h	5-9 h	8	
	gramíneas	8-11 h, 2-3 mac	8-11 h, 2-3 mac		
55 DDS (1/11/94)	<i>R. cochinchinensis</i>	Fructificación y produc- ción de semilla. Altura 200-300 cm	Fructificación y produc- ción de semilla. Altura 200-230 cm	90	90
		<i>A. spinosus</i>	Desarrollo vegetativo avanzado		
	dicotiledóneas	Desarrollo vegetativo avanzado	Desarrollo vegetativo avanzado	2	2
	gramíneas				

h = hojas                      mac = macollo

El testigo local atrazina + pendimetalina resultó inferior al nicosulfuron en la evaluación visual de la *R. cochinchinensis*. Sin embargo, hay que resaltar que el tratamiento atrazina + pendimetalina se aplica en preemergencia (3-4 días antes de la emergencia del cultivo) y las aplicaciones del nicosulfuron son postemergentes (14 días después de la emergencia del cultivo) y las estimaciones visuales de control de malezas se realizaron después de estas últimas aplicaciones en postemergencia. Lo que significa que hay una diferencia de 17-18 días entre las dos épocas de aplicación al momento de cada una de las evaluaciones visuales. Este aspecto también fue válido para el experimento 1.

La atrazina + pendimetalina ejerció un control aceptable de *R. cochinchinensis* hasta aproximadamente 27 dda y los tratamientos con nicosulfuron hasta los 56 dda. Todas las dosis de

nicosulfuron en ambas formulaciones, ejercieron un control aceptable sobre ésta gramínea. Los resultados también indican que el tratamiento atrazina + pendimetalina fue equivalente y en algunos casos superior a los tratamientos de nicosulfuron para el control de *A. spinosus*, "bledo espinoso" que fue excelente hasta los 56 dda.

**Efecto de los herbicidas sobre el rendimiento.** Las poblaciones de malezas que interfirieron con el crecimiento y desarrollo del cultivo fueron abundantes (Cuadro 3); como se reflejan en la comparación de los resultados del testigo sin malezas con el testigo enmalezado. Se considera que el rendimiento en grano de maíz obtenido con los tratamiento sin malezas representan el 100% y las pérdidas o reducciones del rendimiento fueron de 60,3%; 56,4% y 52,1% para los experimentos 1, 2 y 3 respectivamente.

**CUADRO 2.** Evaluación visual del porcentaje de control de malezas en maíz. Chiriquí, Panamá. 1994.

TRATAMIENTO		<i>R. cochinchinensis</i>					<i>A. spinosus</i>				
		EXPERIMENTO 1									
		6 dda	13 dda	22 dda	30 dda	59 dda	6 dda	13 dda	22 dda	30 dda	59 dda
NICOSULFURON 75 DG	30	77 d	76 b	76 d	74 bc	71 cde	82 b	82 b	76 c	75 d	71 cde
NICOSULFURON 75 DG	40	82 bc	81 b	79 cb	77 b	74 cde	90 a	90 a	83 b	80 cb	74 cd
NICOSULFURON 75 DG	50	81 c	78 b	76 d	74 bc	74 ccd	90 a	90 a	81 b	77 cd	74 cd
NICOSULFURON 75 DG	60	82 bc	81 b	81 b	79 b	78 b	90 a	88 a	84 b	82 b	78 b
ATRAZINA + PENDIMETALINA	1500 + 1500	86 ab	79 b	74 d	71 c	70 e	90 a	82 b	77 c	76 d	70 e
TESTIGO DESMALEZADO		90 a	90 a	90 a	90 a	90 a	90 a	90 a	90 a	90 a	90 a
TESTIGO ENMALEZADO		0 e	0 c	0 e	0 e	0 f	0 c	0 c	0 d	0 e	0 e
		EXPERIMENTO 2									
		13 dda	27 dda	41 dda	56 dda	13 dda	27 dda	41 dda	56 dda		
NICOSULF.75 DG+Frigate (0,18% v/v)		0	82 b	80 bc	73 b	67 b	87 abc	80 c	77 c	77 bc	
NICOSULF.75 DG+Frigate (0,23% v/v)		40	82 b	80 bc	72 b	69 b	87 abc	80 c	78 c	76 c	
NICOSULF.75 DG+Frigate (0,35% v/v)		40	84 b	81 b	74 b	68 b	89 ab	84 b	84 b	81 bc	
NICOSULF.75 DG+Adherent e 810 (0,20% v/v)		40	83 b	80 bc	74 b	70 b	87 abc	83 bc	81 bc	80 bc	
NICOSULF.75 DG+Agral 90 (0,02% v/v)		40	78 c	76 d	70 b	67 b	86 bc	83 bc	82 bc	81 bc	
NICOSULF.75 DG+Nu-Film- 17 (0,04% v/v)		40	70 d	64 e	54 c	48 c	82 d	76 d	70 d	68 d	
NICOSULF.75 DG+Agrotin Especial(0,35% v/v)		40	81 bc	77 cd	70 b	66 b	84 cd	81 c	80 bc	80 bc	
NICOSULF.75 DG+Indagro- H (0,35% v/v)		40	81 bc	78 bcd	73 b	68 b	87 abc	81 c	80 bc	76 c	
TESTIGO DESMALEZADO		90 a	90 a	90 a	90 a	90 a	90 a	90 a	90 a	90 a	
TESTIGO ENMALEZADO		0 e	0 f	0 d	0 e	0 e	0 e	0 e	0 e	0 e	
		EXPERIMENTO 3									
		13 dda	27 dda	41 dda	56 dda	13 dda	27 dda	41 dda	56 dda		
NICOSULFURON 4SC	30	72 e	72 d	67 c	62 c	78 d	75 d	73 c	68 cd		
NICOSULFURON 4SC	40	77 d	76 c	73 b	66 bc	80 cd	77 cd	73 c	67 d		
NICOSULFURON 4SC	50	79 bcd	77 c	72 bc	66 bc	82 b	81 bc	80 b	77 bc		
NICOSULFURON 4SC	60	82 b	81 b	75 b	67 bc	83 b	80 bc	82 b	80 b		
NICOSULFURON 75 DG	30	78 cd	76 c	73 b	65 bc	82 b	79 bcd	79 bc	71 bcd		
NICOSULFORON 75 DG	40	78 cd	76 c	71 bc	66 bc	82 b	79 bcd	79 bc	74 bcd		
NICOSULFURON 75 DG	50	81 bcd	79 bc	74 b	67 bc	82 b	82 b	80 b	78 b		
NICOSULFURON 75 DG	60	81 bcd	80 bc	76 b	69 b	84 b	82 b	81 b	80 b		
ATRAZINA + PENDIMETALINA	1,500 + 1,500	70 e	64 e	59 b	55 d	82 b	81 bc	81 b	80 b		
TESTIGO DESMALEZADO		90 a	90 a	90 a	90 a	90 a	90 a	90 a	90 a		
TESTIGO ENMALEZADO		0 f	0 f	0 e	0 e	0 e	0 e	0 d	0 e		

Medias con la misma letra no se consideran diferentes según Duncan al 5%.

dda = Días después de la aplicación del herbicida.

NICOSULF. = NICOSULFURON

Los mayores rendimientos en el experimento 1 se obtuvieron con los tratamientos de nicosulfuron de 30 y 60 g/ha. No obstante, estadísticamente fueron similares al resto de los tratamientos evaluados, excepto al testigo enmalezado.

A pesar de que en las estimaciones porcentuales del control visual de malezas realizados en el experimento 2, el Nu-Film-17 sistemáticamente mostró inferioridad con respecto al resto

de los surfactantes, los datos de rendimiento en grano no registran diferencias estadísticas entre ellos; excepto las del testigo enmalezado, cuando fue comparado con todos los surfactantes. Probablemente, el Nu-film redujo la eficacia de nicosulfuron debido a que posee mayor capacidad como adherente, lo cual que pudo haber dificultado la entrada del herbicida a la planta.

En el experimento 3, los datos de rendimiento en grano, y los de la evaluación visual del control de malezas, también indican que existió similitud entre las diferentes dosis de nicosulfuron, independientemente de la formulación utilizada. Consecuentemente, las formulaciones sólida (gránulos dispersables) y líquida (suspensión concentrada) de este herbicida en dosis iguales, produjeron incrementos similares en el rendimiento en grano. Comparando entre sí las cuatro dosis de nicosulfuron evaluadas, se

**CUADRO 3.** Efecto de los tratamientos químicos en el rendimiento en grano de maíz. Chiriquí, Panamá.

TRATAMIENTOS	g	RENDIMIENTO* (kg/ha)
<b>EXPERIMENTO 1</b>		
NICOSULF. 75 DG	30	3993 a
NICOSULF. 75 DG	40	3550 a
NICOSULF. 75 DG	50	3663 a
NICOSULF. 75 DG	60	3939 a
ATRAZINA+PENDIMETALINA	1500 + 1500	3673 a
TESTIGO DESMALEZADO		3876 a
TESTIGO ENMALEZADO		1537 b
C.V. = 12,1%		
<b>EXPERIMENTO 2</b>		
NICOSULF. 75 DG+Frigate	40	2991 a
NICOSULF. 75 DG+Frigate	40	3098 a
NICOSULF. 75 DG+Frigate	40	3382 a
NICOSULF. 75 DG+Adherente 810	40	3091 a
NICOSULF. 75 DG+Agral 90	40	3162 a
NICOSULF. 75 DG+Nu-Film-17	40	3013 a
NICOSULF. 75 DG+Agrotin Especial	40	2947 a
NICOSULF. 75 DG+Indagro-H	40	2887 a
TESTIGO DESMALEZADO		3502 a
TESTIGO ENMALEZADO		1528 b
C.V.=15,4%		
<b>EXPERIMENTO 3</b>		
NICOSULFURON 4SC	30	4217 ab
NICOSULFURON 4SC	40	4079 abc
NICOSULFURON 4SC	50	3839 bc
NICOSULFURON 4SC	60	4230 ab
NICOSULFURON 75 DG	30	3942 bc
NICOSULFURON 75 DG	40	3907 bc
NICOSULFURON 75 DG	50	3807 bc
NICOSULFURON 75 DG	60	4280 ab
ATRAZINA + PENDIMETALINA	1500 + 1500	3576 c
TESTIGO DESMALEZADO		4552 a
TESTIGO ENMALEZADO		2183 d
C.V.=9,5%%		

\* medias de rendimiento con igual letra, no difieren según Duncan al 5%

C.V.= coeficiente de variación

NICOSULF.= NICOSULFURON

observa que estadísticamente existe similitud entre ellas, registrándose los rendimientos más altos con la dosis mayor (60 g/ha), seguida por las dosis 30 g/ha y 40 y 50 g/ha. El testigo local estadísticamente resultó inferior a nicosulfuron en las cuatro dosis evaluadas.

Es necesario enfatizar que el control de algunas especies de malezas debe ser adecuado durante el período crítico de competencia del cultivo de maíz, y durante el período de cosecha. Malezas como la *R. cochinchinensis* y el *A. spinosus* hacen difícil la cosecha manual, porque las plantas poseen estructuras morfológicas (vellosidades y espinas) que causan molestias al contacto con la piel. Los tratamientos evaluados en los tres experimentos mostraron un control adecuado de las malezas durante el período crítico; sin embargo, al momento de la cosecha existía una alta densidad de esas dos especies de malezas, en especial de *R. cochinchinensis*, que hicieron difícil la cosecha manual. Esta situación también podría obstaculizar la cosecha mecánica de maíz y afectar la calidad del grano.

### CONCLUSIONES PRELIMINARES

Basados en las caracterizaciones de las poblaciones de malezas, los tratamientos químicos se evaluaron en condiciones de alta presión de malezas; las especies predominantes fueron *R. cochinchinensis* y *A. spinosus*. Estas ocasionaron en promedio una reducción en el rendimiento en grano de maíz de 56%, en parcelas sin control.

Del rango de dosis evaluadas (30, 40, 50 y 60 g/ha) no se registró ningún efecto fitotóxico del nicosulfuron, destacándose el alto grado de selectividad del herbicida hacia el cultivo.

El nicosulfuron exhibió buena eficacia para el control de *R. cochinchinensis* hasta 56 dda.

La adición de surfactante no aumentó la eficacia de nicosulfuron, bajo las condiciones en las que se realizaron los experimentos.

El efecto del nicosulfuron sobre el control de malezas y el rendimiento en grano, fue similar para los dos tipos de formulaciones, sólida (gránulos dispersables) y líquida (suspensión concentrada).

Atrazina + pendimetalina resultó inferior al nicosulfuron en el control de *R. cochinchinensis*; con respecto al rendimiento, existió variabilidad y no hubo una tendencia bien definida.



La información preliminar generada en este estudio; indica que el herbicida nicosulfuron posee características adecuadas para el manejo de malezas gramíneas en el cultivo de maíz, especialmente para *R. cochinchinensis*, y por tanto podría constituir una nueva alternativa de control químico. Hay que considerar que el uso de este producto podría estar limitado principalmente a campos de producción con problemas de malezas gramíneas y ciertas malezas dicotiledóneas.

## LITERATURA CITADA

- BHOWMIK, P.C.; O'TOOLE, B.M.; ANDALORO, J. 1992. Effects of nicosulfuron on quackgrass (*Elytrigia repens*) control in corn (*Zea mays*). *Weed Technology* 6:52-56.
- BURRIL, L.C.; CARDENAS, J.; LOCATELLI, E. 1977. Manual de Campo para Investigación en Control de Malezas. Corvallis, Oregon State University. International Plant Protection Center. p. 33-40.
- CAMACHO R.F. MOSHIER, L.J.; MORISHITA DEVLIN, D.L. 1991. Rhizome johnsongrass (*Sorghum halapense*) control in corn (*Zea mays*) with primisulfuron and nicosulfuron. *Weed Technology* 5:789-194.
- CIBA - GEIGY. 1981. Manual para ensayos de campo en protección vegetal. 2 ed. Basilea, Suiza, Werner Puntener. 57 p.
- DOBBELS, A.F.; KAPUSTA, G. 1993. Postemergence weed control in corn (*Zea mays*) with nicosulfuron combinations. *Weed Technology* 7:844-850.
- DUPONT COMPANY. 1990. Accent Herbicide. Technical Bulletin. Dupont Agricultural Products, Wilmington, DE. 12 p.
- FOY, C.L.; WIIT, H.L. 1990. Johnsongrass control with DPX-V9360 and CGA-146872 in corn (*Zea mays*) in Virginia. *Weed Technology* 4:615-619.
- HOLM, L.G.; PLUCKNETT, D.L.; PANCHO, J.V.; HERBERGER, J.P. 1977. The World's Worst Weeds; Distribution and Biology. Honolulu. University Press of Hawaii, p. 139-144.
- KAPUSTA, G.; KRAUSZ, R.F.; KHAN, M.; MATTHEWS, J.L. 1994. Effect of nicosulfuron rate, adjuvant, and weed size on annual weed control in corn (*Zea mays*). *Weed Technology* 8:696-702.
- KURATLE, H.; HANAGAN, M.; KENYON, W.H.; STRACHAN, S.D. 1988. DPX-V9360 - A new selective postemergence grass herbicide for corn. *Weed Science* 28:12-13.
- LITTLE, T.M. HILLS, F.J. 1978. Agricultural Experimentation: Design and Analysis. John Wiley & Sons. 159-162.
- MEKKI, M.; LEROUX, G.D. 1994. Activity of nicosulfuron, rimsulfuron, and their mixture on field corn (*Zea mays*), soybean (*Glycine max*), and seven weed species. *Weed Technology* 8:436-440.
- MORTON, C.A.; HARVEY, R.G.; KELLS, J.J.; LUESCHEN, W.E.; FRITZ, V.A. 1991. Effect of DPX-V9360 and terbufos on field corn and sweet corn (*Zea mays*) under three environmental conditions. *Weed Technology* 7:844-850.
- OBRIGAWITCH, T.T.; KENYON, W.; KURATLE, H. 1990. Effect of application timing on rhizome johnsongrass (*Sorghum halapense*) control with DPX-V9360. *Weed Science* 38:45-49.
- PANAMA, DIRECCION DE ESTADISTICA Y CENSO. 1994. Panamá en Cifras. 1989-1993. p. 64-66.
- ROSALES-ROBLES, E. 1993. Postemergence shattercane (*Sorghum bicolor*) control in corn (*Zea mays*) in northern Tamaulipas, México. *Weed Technology* 7:830-834.
- SALAZAR, L.C. 1994. Evaluación de atrazina y pendimetalina en maíz. In Investigaciones Agropecuarias 1984-1988. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Panamá. p. 28-32.
- STECKEL, G.J.; DEFELICE, M.S. 1995. Reducing johnson grass (*Sorghum halapense*) interference in corn (*Zea mays*) with herbicides and cultivation. *Weed Technology* 9:53-57.
- TOSI, J.A. 1971. Inventariación y demostración forestales, Panamá: zonas de vida. Roma. Italia, FAO, 107 p. (Informe Técnico No. 2 del Proyecto FO:SF/PAN 6).

## PATOGENICIDAD DE *Metarhizium anisopliae* EN ADULTOS DE LA "CHINCHE SALIVOSA" *Aeneolamia albofasciata* Y *Prosapia* spp. (Homoptera: Cercopidae) EN CAÑA DE AZÚCAR EN ESCUINTLA, GUATEMALA

Francisco Badilla\*  
Juan Carlos Toledo\*\*  
Carlos Barreno\*\*

### RESUMEN

Se evaluaron cinco aislamientos del hongo entomopatógeno *M. anisopliae*, en condiciones de laboratorio y campo. Se utilizó una dosis de  $1 \times 10^8$  conidios/ml, aplicada con un aerógrafo, adaptado a un compresor con una presión de 30 libras/p<sup>2</sup>. La aplicación se realizó sobre 50 insectos adultos que estaban alimentándose en tallos de caña, sembrados en macetas, las cuales fueron protegidas por una jaula metálica recubierta con tul. Los resultados en laboratorio mostraron diferencias significativas ( $P < 0,01$ ) entre aislamientos. DIECA-0391 mostró el porcentaje más alto de parasitismo (41,6%), seguido del aislamiento PL-43 (38,8%). En el experimento de campo los resultados fueron estadísticamente iguales entre sí, pero diferentes con respecto al testigo. Finalmente, se evaluó la producción de conidios por gramo de arroz. Los resultados reportaron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) donde el aislamiento DIECA-0391 produjo la mayor cantidad de conidios seguidos por el COBICAN y el PL-43.

**Palabras claves:** *Aeneolamia albofasciata*, *Prosapia* spp., *Metarhizium anisopliae*, Control biológico, *Saccharum*.

### PATHOGENICITY OF *Metarhizium anisopliae* ON *Aeneolamia albofasciata* AND *Prosapia* spp. (HOMOPTERA: CERCOPIDAE) ADULT INSECTS IN SUGARCANE IN ESCUINTLA, GUATEMALA

#### ABSTRACT

Five strains of the entomopathogenic fungi *M. anisopliae* were studied both under laboratory and field conditions. A dosage of  $1 \times 10^8$  conidia/ml was applied to fifty insects which were feeding themselves with sugarcane stalks growing in plastic containers protected by a metallic cage covered with tulle, using an airgun adapted to a 30 lbs/p<sup>2</sup> compressor. Laboratory tests showed significant differences ( $P < 0,01$ ) between strains. DIECA-0391 reported the highest pathogenicity percentage (41,6%, followed by PL-43 strain (38,8). Results were statistically ( $P < 0,01$ ) similar under field conditions but different in regards to the control. Finally, conidia production per rice gram was also studied. Results reported highly significant differences ( $P < 0,01$ ) with DIECA-0391 strain producing the greater quantity of conidia, followed by COBICAN and then PL-43.

**Key Words:** *Aeneolamia albofasciata*, *Prosapia* spp., *Metarhizium anisopliae*, Biological control, *Saccharum*.

### INTRODUCCION

La caña de azúcar es afectada por varias especies de insectos plaga, que constituyen uno de los factores más importantes que inciden en la disminución de la productividad (Badilla y Alves 1991). En el Ingenio La Unión, Guatemala, las plagas más importantes son *Aeneolamia albofasciata*, *Prosapia bicincta* y *P. simulans* (Thompson 1995). De las 16000 ha que posee este Ingenio, aproximadamente 1000 han sido atacadas por estos insectos.

Los adultos de estas plagas se alimentan de las láminas foliares de la caña, provocando una fitotoxemia, debido a la inoculación de enzimas aminolíticas y oxidantes. El estado patológico se manifiesta a los pocos días, con la aparición de manchas lineales cloróticas, que paulatinamente se tornan amarillas y luego necróticas. Como consecuencia de esto, disminuye la capacidad fotosintética, lo que causa una reducción en el proceso formativo de la sacarosa y por consiguiente cuantiosas pérdidas (Badilla y Sáenz 1994).

Para el control de esta plaga, se ha desarrollado una estrategia de manejo integrado de plagas, que incluye prácticas culturales, trampas adhesivas, control biológico y control químico

Recibido: 30/08/95. Aprobado: 16/12/96.

\*Biocontrol de Costa Rica, Apdo 1330-2150 San José, Costa Rica.

\*\*Ingenio La Unión, Escuintla, Guatemala.

(De Bach 1968, Guagliumi 1968 y 1973, Alves 1986, Wraight y Roberts 1987, Badilla et al 1994, Salazar y Badilla 1994). En Costa Rica, Venezuela y Panamá el hongo *Metarhizium anisopliae* se ha utilizado con éxito en el control de este insecto (Badilla et al. 1994); en Brasil se ha usado para el control de *Manharva posticata* (Wraight y Roberts 1987). En Guatemala, en el Ingenio La Unión y otros ingenios se está desarrollando un proyecto para la utilización de este entomopatógeno.

En el desarrollo de un programa de control biológico es fundamental la selección de las razas del hongo entomopatógeno, debido a que se presentan diferencias importantes en patogenicidad y virulencia entre aislamientos de una determinada especie (Roberts y Yendol 1971, Ferron 1978, Alves 1982, Badilla y Alves 1991). La virulencia de un patógeno puede ser evaluada en el laboratorio por medio de bioensayos, y se representa por el  $DL_{50}$  (dosis letal media),  $TL_{50}$  (tiempo letal medio), o por la tasa de potencia referida en UP (unidad de patrón de patogenicidad) (Alves 1986). El  $DL_{50}$  y el  $TL_{50}$  de un mismo aislamiento pueden variar según la población de insectos utilizados en el bioensayo, así como por las condiciones imperantes durante la realización de los experimentos (Alves 1986).

El objetivo de esta investigación fue evaluar la patogenicidad y virulencia de diferentes aislamientos de *M. anisopliae* en adultos de *A. albofasciata* y *Prosapia* spp., en condiciones de laboratorio y campo.

## MATERIALES Y METODOS

**Patogenicidad de aislamientos en condiciones de laboratorio.** Se evaluó la patogenicidad de tres aislamientos de *M. anisopliae*, para el control de *A. albofasciata* y *Prosapia* spp. El experimento se realizó en los laboratorios de control biológico del Ingenio La Unión, Guatemala. Las condiciones prevalecientes fueron: temperatura 24-26°C, humedad relativa 90-95% y fotofase de 12 horas. Las unidades experimentales utilizadas fueron macetas de plástico recubiertas con tul, sobre una estructura metálica con una capacidad de 0,02 m<sup>3</sup> de suelo, que tenían brotes de caña de azúcar de la variedad CP72-2086, con 50 adultos de chinche salivosa por maceta. Los tratamientos

evaluados fueron DIECA-0391, PL-43, COBICAN y un testigo, al que se aplicó únicamente agua. El diseño experimental utilizado fue irrestricto al azar con seis repeticiones.

La dosis empleada fue de 3 x 10<sup>8</sup> conidios/maceta (1,0 x 10<sup>8</sup> conidios/ml). Esta fue aplicada por medio de un aerógrafo conectado a un compresor a 30 lb de presión/p<sup>2</sup>. Los muestreos se hicieron durante 10 días continuos; se recolectaron los insectos muertos y se colocaron en una cámara húmeda para comprobar que la muerte efectivamente era causada por *M. anisopliae*. Para establecer la diferencia entre aislamientos se consideró como la variable respuesta, el porcentaje de mortalidad acumulado, dado por la fórmula:

$$\% \text{ mortalidad} = \frac{\text{No. insectos esporulados}}{\text{No. Total de insectos} - (F_c)} \times 100$$

Donde:  $F_c$  = Insectos muertos durante los primeros dos días.

Además se realizaron análisis de varianza con su consecuente análisis múltiple de medias (Tukey,  $P < 0,01$ ). Finalmente, para determinar la virulencia entre tratamientos se graficaron curvas acumuladas del porcentaje de mortalidad en función del tiempo.

**Patogenicidad de aislamientos en condiciones de campo.** Se evaluó la patogenicidad de los aislamientos DIECA-0391 (Costa Rica), PL-43 (Brasil), COBICAN (Venezuela), VALDEZ (Ecuador) y una cepa nativa del Ingenio La Unión (Guatemala), la cual se denominó TEHUANTEPEC. También se incluyó un testigo absoluto, a éste se le aplicó únicamente agua. Este experimento se realizó en la Finca Tehuantepec (Guatemala). Las unidades experimentales usadas fueron macetas de plástico cubiertas con tul, colocadas sobre una estructura de hierro, con una capacidad de 0,02 m<sup>3</sup>. Estas tenían plantas de caña de azúcar, variedad BT65-152 sembrada a 1,5 m entre surcos, con 50 adultos de *A. albofasciata* por maceta. Estas macetas fueron protegidas con pegamento Stickem para evitar el ingreso de hormigas. La dosis empleada fue de 3 x 10<sup>8</sup> conidios/maceta (1 x 10<sup>8</sup> conidios/ml) aplicado con un aerógrafo conectado a un compresor a 30 lb de presión/p<sup>2</sup>. La metodología empleada

en la recolección de insectos y en el análisis de información fue igual a la utilizada en el experimento anterior.

**Determinación de número de conidios en tres aislamientos de *M. anisopliae*.** Se evaluó la producción de conidios por gramo de arroz, de los aislamientos DIECA-0391, PL-43 y COBICAN. Se seleccionaron tres matrices de la misma edad, que constituyen una fase intermedia de incremento de inóculo, previa a la reproducción comercial de *M. anisopliae*. De éstas se escogieron siete muestras de 100 g cada una, a las cuales se les agregó 100 ml de agua y 5 microlitros de Tween 20, como dispersante. La determinación de la concentración de conidios/ml se efectuó en un Hematócmetro Fisher mejorado. Posteriormente, se calculó la cantidad total de conidios por gramo de arroz. Este procedimiento se repitió tres veces por muestra. Con los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza y su correspondiente análisis múltiple de medias (Tukey  $P < 0,01$ ).

**Patogenicidad y virulencia de diferentes aislamientos de *M. anisopliae* en condiciones de campo.**

No se determinó diferencia significativa entre los aislamientos (Cuadro 2), pero si con respecto al testigo, el cual presentó un porcentaje de mortalidad de 11,2%. Esto posiblemente se debió a que el experimento se realizó en el mes de setiembre, en el cual muchos de los insectos estaban parasitados naturalmente.

En relación a la virulencia (Fig.2), se presenta la distribución de la mortalidad acumulada durante 13 días.

Los aislamientos TEHUANTEPEC, COBICAN y PL-43 presentaron la mayor mortalidad, a los 9 días, mientras que el DIECA-0391 y el VALDEZ, mostraron mortalidades menores. Comparando los resultados de patogenicidad y virulencia, los aislamientos TEHUANTEPEC, PL-43 y COBICAN se muestran como los más promisorios para el control de adultos, en condiciones de campo.

**Determinación de número de conidios, en tres aislamientos de *M. anisopliae*.**

El aislamiento DIECA-0391 produjo el mayor número de conidios/g y presenta diferencia significativa ( $P < 0,01$ ) con los aislamientos COBICAN y PL-43 (Cuadro 3). La selección de aislamientos que muestren buen potencial genético de producción de conidios, es fundamental para la producción a escala

**RESULTADOS Y DISCUSION**

**Patogenicidad de diferentes aislamientos de *M. anisopliae* en condiciones de laboratorio.**

El aislamiento DIECA-0391 presentó la mayor mortalidad (41,6%) seguido por PL-43 y COBICAN respectivamente (Cuadro 1). El aislamiento PL-43 fue el más virulento con una mortalidad acumulada de 32%, a los 6 días, comparado con 24% del DIECA-0391 y 14% del COBICAN. A los 8 días, la mortalidad de DIECA-0391 fue igual a la del PL-43, siendo ambos aislamientos superiores al COBICAN (Fig. 1). La virulencia es una de las características más importantes, que se considera cuando se seleccionan cepas para un programa de control microbial.

**CUADRO 1.** Porcentaje de mortalidad acumulada de adultos de *A. albotasciata* y *Prosapia* spp. causada por aislamientos de *M. anisopliae*, después de 13 días. Laboratorio de Patología de Insectos, Escuintla, Guatemala.

Aislamientos	Mortalidad (%)	
	Medias transformadas	Medias originales
DIECA-0391	40,0 a	41,6
PL-43	38,5 ab	38,8
COBICAN	32,7 b	29,8
Testigo	11,7	4,1
F= 28,60**	CV% = 19,5	

Datos transformados en arco seno de  $\sqrt{x}$ .  
Medias con diferente letra dentro de columna, difieren entre sí, según Tukey a  $P < 0,01$ .

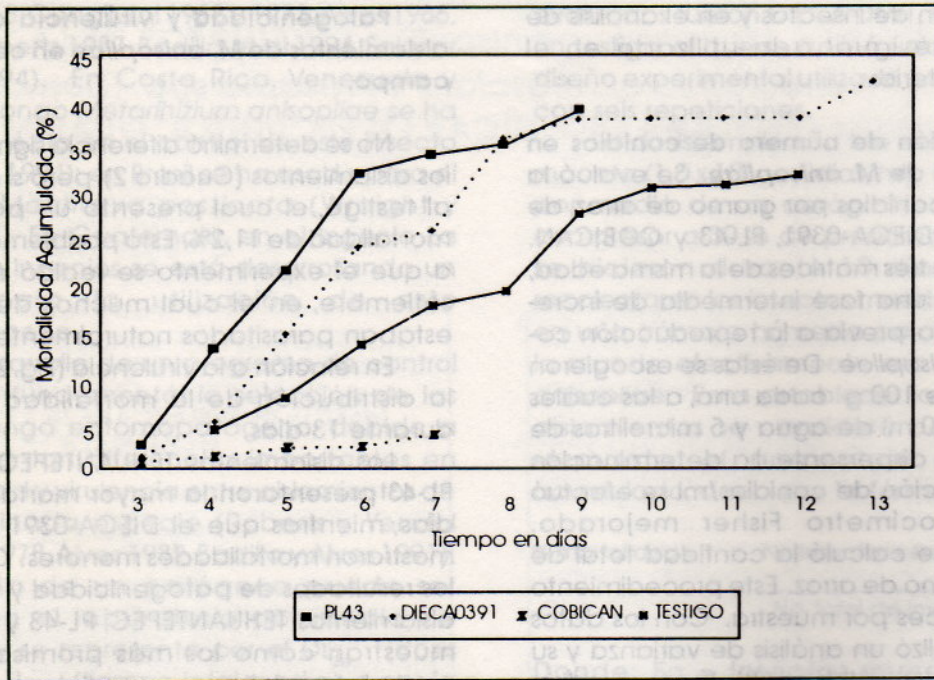


Fig. 1. Porcentaje de mortalidad acumulada de adultos de *Aeneolamia albofasciata* y *Prosapia* spp con diferentes aislamientos de *Metarhizium anisopliae* bajo condiciones de Laboratorio. Ingenio La Unión, Guatemala.

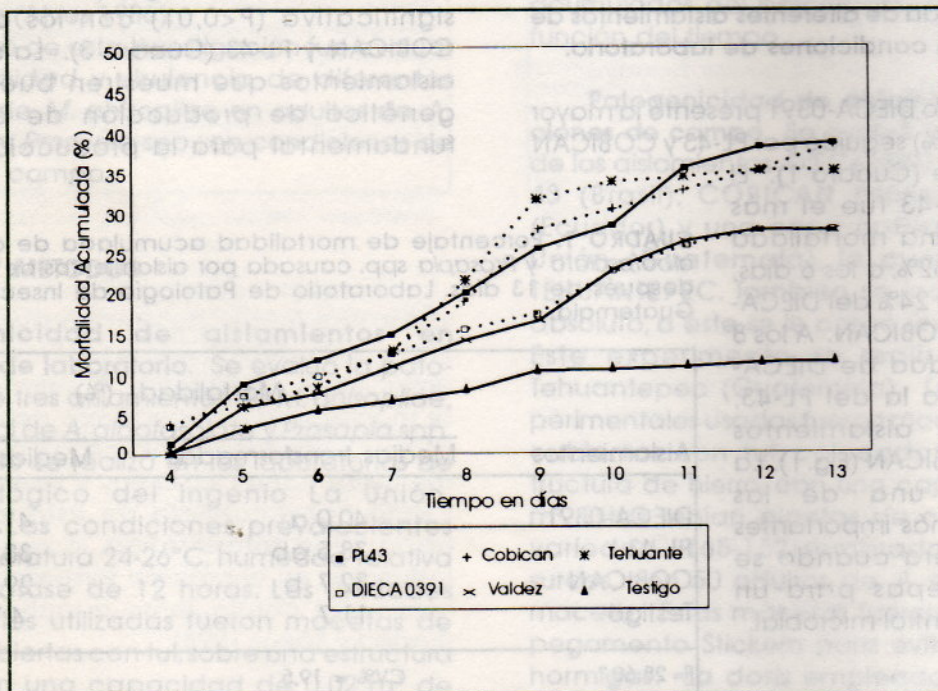


Fig. 2. Porcentaje de mortalidad acumulada de adultos de *Aeneolamia albofasciata* y *Prosapia* spp con diferentes aislamientos de *Metarhizium anisopliae* en microparcelas bajo condiciones de Campo. Ingenio La Unión, Guatemala.

**CUADRO 2.** Porcentaje de mortalidad acumulada de adultos de *A. albofasciata*, causada por aislamientos de *M. anisopliae*, después de 13 días. Laboratorio de Patología de Insectos, Escuintla, Guatemala.

Aislamientos	Mortalidad (%)	
	Medias Transformadas	Medias Originales
PL-43	38,1 a	38,3
Cobican	38,1 a	38,3
Tehuatepec	35,9 a	35,2
Dieca-0391	31,6 a	27,5
Valdez	31,2 a	27,3
Testigo	17,3 b	11,2
F = 4,60 **		CV% = 25,4

Datos transformados en arco seno de  $\sqrt{x}$ .

Medias con diferente letra dentro de columna, difieren entre sí, según Tukey a  $P < 0,01$ .

**CUADRO 3.** Número de conidios por gramo de arroz, en tres aislamientos. Laboratorio de Patología de Insectos, en el Ingenio La Unión.

Aislamiento	Conidios / gr	
	Medias Transformadas	Medias Originales
Dieca-0391	32249,0 a	$1,04 \times 10^9$
Cobican	31464,3 b	$9,9 \times 10^8$
PL-43	26832,8 c	$7,2 \times 10^8$
F = 19,38 **		CV% = 5,79

Datos transformados en arco seno de  $\sqrt{x}$ .

Medias con diferente letra dentro de columna, difieren entre sí, según Tukey a  $P < 0,01$ .

comercial, porque de esta característica depende la cantidad de conidios infectivos que se apliquen por hectárea. El aislamiento DIECA-0391 produjo 105% más conidios que el COBICAN, y 144,4% más que el PL-43. El aislamiento COBICAN produjo 137,5% más conidios que el PL-43.

## CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos se concluye:

- La metodología utilizada en los bioensayos con *M. anisopliae* es adecuada para seleccionar los aislamientos más patogénicos y virulentos para ser utilizados en el control biológico de adultos de *A. albofasciata* y *Prosapia* spp.

- Los diferentes aislamientos de *M. anisopliae*, evaluados en esta investigación, son patógenos para adultos de *A. albobasata* y *Prosapia* spp.; sin embargo, presentan diferencias de virulencia y producción de conidios en el sustrato de reproducción.
- Los aislamientos DIECA-0391, COBICAN y PL-43 son promisorios para el control de esta plaga en condiciones de campo, considerando las variables patogenicidad, virulencia y producción de conidios.
- El aislamiento DIECA-0391, presenta muy buen potencial para ser reproducido en laboratorio.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Ing. Agr. Miguel Maldonado Superintendente de Operaciones del Ingenio La Unión por el apoyo brindado para la realización de la misma, así como por permitir la publicación de los resultados de esta investigación. También a los señores Axel Echeverría por la elaboración de las figuras, así como al Sr. Constantino por el apoyo en los trabajos de campo.

## LITERATURA CITADA

- ALVES, S. B. 1982. Caracterização, padronização e produção do *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. Tese Livre-Docencia. Piracicaba, Brasil, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". 95 p.
- ALVES, S. B. 1986. Fungos Entomopatogênicos. Em controle microbiano de insetos. São Paulo Brasil. Editorial Monole. p. 73-105.
- BADILLA, F.; ALVES, S. B. 1991. Control del picudo de la caña de azúcar *Sphenophorus levis* Vaurie (Col.: Curculionidae) con *Beauveria bassiana* y *Beauveria brogniartii* en condiciones de laboratorio y campo. Turrialba 41(2):237-243.

BADILLA, F.; SAENZ, C. 1994. Utilización de trampas amarillas como criterio de muestreo de población de «salivazo» *Prosapia* spp. y *Aeneolamia postica*. In Simposio sobre manejo integrado de plagas de la caña de azúcar en Costa Rica (1, 1994, San José, Costa Rica). Resúmenes. p. 10.

BADILLA, F.; SAENZ, C.; CHAN, I. 1994. Resultados obtenidos en el manejo integrado de *Aeneolamia postica* y *Prosapia* spp. (Homoptera: Cercopidae) en diferentes regiones de Costa Rica. In Simposio sobre manejo integrado de plagas de caña de azúcar en Costa Rica (1, 1994, San José, Costa Rica). Resúmenes. p. 13.

DE BACH, P. 1968. Control biológico de las plagas de los insectos y malas hiervas. 2.ed. México, Compañía Editorial Continental, 1968.

FERRON, P. 1978. Biological control of insects pest by entomogenous fungi. Annual Review of Entomology 23: 409-442.

GUAGLIUMI, P. 1968. As cigarrinhas dos canaviais no Brasil. Uma contribuição: perspectivas de uma luta biológica nos Estados de Pernambuco e Alagoas. Brasil Açucareiro, 72:34-43.

GUAGLIUMI, P. 1973. Pragas da cana-de-açúcar: Nordeste do Brasil. Rio de Janeiro, I.A.A. Coleção canavieira no. 10.

ROBERTS, D. W.; YENDOL, W. G. 1971. Use of fungi for microbial control of insects. In Microbial control. Academic Press p.125-149.

SALAZAR, J. D., BADILLA, F. 1994. Evaluación de seis insecticidas granulados y dos cepas del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae*. In Simposio sobre manejo integrado de plagas de la caña de azúcar en Costa Rica (1, 1994, San José, Costa Rica). Resúmenes. p. 10.

THOMPSON, V. 1995. The identity and distribution of sugar cane and spittlebugs (Homoptera: Cercopidae). In 2do. Congreso Centroamericano y del Caribe y 3ro. Costarricense de Entomología. (2, 1995, San José, Costa Rica). Resúmenes. p. 7.

WRAIGHT, P. S., ROBERTS, D. W. 1987. Insect control effort with fungi: Journal of Industrial Microbiology Suppl. N°2. Society for Industrial Microbiology. p. 77.

## OPCIONES PARA EL MANEJO DE NEMATODOS EN EL CAFE\*

Nahúm Marbán-Mendoza\*\*

### RESUMEN

Los nematodos son un problema importante en el cultivo del café en América Central, el cual ha tenido más relevancia en los últimos años. Existe evidencia de que los géneros *Pratylenchus* y *Meloidogyne* son patógenos para el género *Coffea*. *Meloidogyne* es considerado el agente más peligroso porque causa grandes pérdidas en la caficultura mundial. En los países centroamericanos se ha confirmado la presencia de algunas especies de este nematodo. *Pratylenchus* también ha sido encontrado en los países de la región a excepción de Honduras. Los síntomas que causa estos patógenos varían dependiendo de la especie y el hospedante. En muchos casos estos también están asociados a otros patógenos y producen enfermedades como "corchosis del cafeto". Antes de la disminución del precio del café el control químico era la práctica más utilizada por los caficultores de América Central, para el combate de estos patógenos. Sin embargo, se han adoptado otras prácticas de control como uso de injertos, liberación de variedades, uso de enmiendas, obtención de plántulas sanas. Estos han mostrado gran potencial para el manejo de estos patógenos.

**Palabras claves:** Nematodos, *Coffea*, *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp.

### OPTIONS FOR NEMATODES MANAGEMENT IN COFFEE

#### ABSTRACT

Nematodes are an important problem for coffee production in Central America and their relevance has increased during the last years. There is evidence that *Pratylenchus* and *Meloidogyne* genus are pathogenic to *Coffea* genus. *Meloidogyne* is considered the most dangerous agent since it causes great damages to worldwide coffee production. The presence of some of this nematode's species has been confirmed in Central America's countries. *Pratylenchus* has also been found in the region's countries, except Honduras. The symptoms produced by these pathogens causing diseases like "corchosis del cafeto". Before the international coffee prices decreased, chemical control was widely employed by coffee growers in Central America to control *Pratylenchus* and *Meloidogyne*. Nevertheless, other control practices such as utilization of healthy plantlets which have shown great potential to manage these pathogens have been adopted.

**Key Words:** Nematodes, *Coffea*, *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp.

En el cultivo de café los fitonematodos constituyen un grupo de organismos poco estudiados y por tanto poco entendidos. En América Central, en el último lustro se comenzó a considerar estos patógenos, debido a los problemas asociados y a la consecuente acción educativa promovida por PROMECAFE en los países.

En los últimos seis años, los productores y técnicos de las áreas cafetaleras de América Central y México, han externado los problemas causados por nematodos. Además, durante este período se han realizado observaciones de cafetales donde se aprecian síntomas en la raíz y en el follaje de las plantas; también se han recolectado muestras de suelo y raíces, con el propósito de extraer los nematodos. Algunas

muestras de nematodos han sido enviadas a taxónomos de universidades norteamericanas para su identificación, sin embargo, en algunos casos no se ha determinado la especie.

En este trabajo se analizan los géneros *Pratylenchus* y *Meloidogyne*, de los cuales existe evidencia de su patogenicidad en el género *Coffea*.

#### *Meloidogyne*

El nematodo agallador del género *Meloidogyne*, presenta la distribución más amplia a nivel mundial en plantaciones de café. Este es considerado el agente patógeno más peligroso, porque causa cuantiosas pérdidas en la producción mundial de café. En Centroamérica, se ha informado de la presencia de 15 especies de nematodos (Campos *et al.* 1990); *M. exigua* está presente en Guatemala (Shieber y Sosa, 1960), Costa Rica (Salas y Echandi, 1961), El Salvador (Abrego, 1971), Honduras (Pinochet y Ventura, 1980) y Nicaragua (Vega, 1982). Marbán y

**Recibido:** 15/01/96. **Aprobado:** 16/12/96.

\*Primer Simposio Nacional sobre Plaguicidas: Problemática y Soluciones. San José, Costa Rica. 19-23 de octubre de 1992.

\*\*Universidad Autónoma de Chapingo. C.P. 56230 Chapingo, México. EMail: nmarbanm@serve.net.mx



Candanedo<sup>1</sup> confirmaron la presencia de esta especie en Panamá en 1992.

*M. incognita* se encuentra en Guatemala (Chitwood y Berger 1960), Costa Rica (Figuerola, 1988) y El Salvador (Pinochet y Guzmán, 1987). Marbán ha confirmado su presencia en la zona Pacífica de Nicaragua y Panamá en 1993<sup>2</sup>. Estas dos especies de nematodos agalladores son las más distribuidas en los cafetales de Centroamérica, y probablemente sean responsables de cuantiosas pérdidas en la producción (no se han efectuado estudios que demuestre fehacientemente los daños ocasionados por estos nematodos en plantaciones).

En Centroamérica, se considera que *M. exigua* no es tan peligrosa como *M. incognita*; sin embargo sería útil evaluar la virulencia de poblaciones de ambos nematodos en variedades comunes de *C. arabica*, con el fin de conocer la patogenicidad real.

En la región centroamericana, también se ha informado de la presencia de las especies *M. arabicida* (López y Salazar, 1989), *M. javanica* en El Salvador y *M. inornata* en Guatemala. Estas dos últimas especies fueron citadas por Campos *et al.* (1990), pero no se ha identificado la fuente original ni se ha confirmado su presencia.

### **Pratylenchus**

Existen cinco especies del nematodo lesionador *Pratylenchus* spp, asociados al cultivo del café en todo el mundo. Sin embargo, solo se ha confirmado la patogenicidad del *P. coffeae* y *P. brachyuris* en este cultivo. En Centroamérica, se ha informado de la presencia de *P. coffeae* en Guatemala (Shieber y Sosa, 1960), Costa Rica (Salas y Echandi, 1961) y El Salvador (Whitehead, 1968). Marbán ha confirmado la presencia de esta especie en Nicaragua (Carazo) y Panamá (Boquete) en 1993 y 1992 respectivamente. En Honduras no se han realizado muestreos.

**Síntomas y Daños.** En condiciones de campo, las plantas afectadas por nematodos presentan una distribución irregular y en grupos separados unos de otros, cuyo tamaño depende de la severidad de la infestación. El follaje se

torna clorótico, las plantas se defolian y los frutos se caen, las plantas se muestran débiles y bajo condiciones adversas, como sequía, mueren.

En las raíces, los síntomas varían dependiendo de la especie de nematodo y del hospedante. En general, las variedades de *C. arabica* atacadas por *M. exigua* presentan agallas redondeadas, especialmente en las raíces jóvenes, que se forman durante las primeras lluvias. Las agallas inducidas por *M. incognita* no son redondas, pero dan a la raíz la apariencia de hinchamiento, además la corteza se resquebraja. Las agallas jóvenes inducidas por ambos nematodos, inicialmente son blancas pero después se tornan pardo-oscuras.

En muchos casos, las raíces de *C. arabica* afectadas por *P. coffeae*, son de color pardo-negruzco, como consecuencia de la destrucción del tejido cortical de las raíces laterales y la invasión subsecuente de organismos secundarios (principalmente hongos) que agravan la pudrición radical. Las infestaciones severas pueden eliminar totalmente el sistema radical y en consecuencia provocar la muerte de la planta.

**Enfermedades complejas.** Los nematodos conviven con numerosos organismos edáficos, algunos de los cuales son patogénicos a este cultivo, otros a pesar de que no lo son, en presencia del nematodo se convierten en patógenos. En Costa Rica, Marbán, Flores y Calderón (1989) informaron sobre la enfermedad denominada "corchosis del cafeto", su nombre se debe a los síntomas radicales, debido a la formación de agallas con tejido corchoso; el tamaño de éstas depende del nivel de infestación y de la variedad del cafeto. La corchosis causa una muerte rápida de las plantas, especialmente de las variables susceptibles como el caturra. Existe evidencia de la participación de *M. arabicida* y *Fusarium oxysporium* f.sp *coffeae* en este complejo. Esta enfermedad también se ha reportado en el Estado de Veracruz, México (Teliz *et al.* 1993). Es probable, que existen otras enfermedades de naturaleza compleja, donde especies de fitonematodos estén asociados a otros patógenos del suelo.

**Importancia económica.** En muchas regiones cafetaleras del mundo se ha informado de la importancia económica de los nematodos. En Centroamérica, existe conciencia de la

<sup>1</sup>MARBA-MENDOZA, N; CANDANEDO, E. 1992. *Meloidogyne exigua* en Panamá. Comunicación Personal.

<sup>2</sup>MARBAN-MENDOZA, N. 1993. *Meloidogyne incognita*. Comunicación personal.

importancia de estos patógenos, debido a la frecuencia y severidad de los problemas en algunas zonas. Sin embargo, no se han realizado estudios para estimar las pérdidas, especialmente en los cafetales que presentan manchones incipientes. Obviamente, cuando se presentan las condiciones óptimas (hospedante, nematodo, manejo del cultivo y tiempo para inducir razas virulentas) es normal observar zonas con pérdidas casi totales. La topografía de los países centroamericanos y la gran cantidad de microclimas explica, en parte la presencia heterogénea de problemas con nematodos.

**Medidas de control.** Antes de la disminución del precio del café, el uso de nematocidas granulados como carbofuran, oxamyl, phenamiphos, aldicarb, ethotrop, thionazin, etc. constituía la práctica más común para el control de nematodos. Sin embargo, con la reducción de los precios del café, el productor comenzó a ser más receptivo con la información que otros productores poseían. Los nematocidas son de uso restringido y probablemente desaparecerán de los mercados en el mediano plazo, debido a las regulaciones ambientales. Por lo tanto, es necesario buscar alternativas de control y posteriormente intensificar su uso.

Los productores de café están inmersos en la búsqueda de soluciones que les permita ser más productivos y efectúan esfuerzos importantes para lograrlo. En el caso de los nematodos, hay varias actividades que se están intensificando, tales como el uso de injertos, la liberación de nuevas variedades, el uso de enmiendas orgánicas y la obtención de plántulas libres de nematodos.

**Uso de injertos.** Esta práctica consiste en utilizar como patrones, plantas de cafeto tolerantes o resistentes a los nematodos, para injertar plantas de excelentes características agronómicas. Esta metodología se desarrolló hace muchos años en Guatemala, utilizando *C. canephora* var. Robusta como patrón; a partir de esta fecha se ha fomentado esta práctica con buenos resultados, particularmente en zonas afectadas por *Pratylenchus* spp. Algunos patrones poseen sistemas radicales vigorosos y aparentemente tolerantes a condiciones de sequía, lo que les otorga ventajas adicionales a los injertos en áreas marginales. En Guatemala, hay empresas dedicadas a la producción de

plantas injertadas con el fin de abastecer la demanda local e internacional.

El uso de esta alternativa es confiable, pero se debe tener cuidado de no extrapolar los beneficios de los injertos a todas las condiciones de nematodos. Existen evidencias de que los patrones de Robusta no funcionan para algunas poblaciones de *M. incognita* y *M. arabicida*. En consecuencia, es imperativo seleccionar, los mejores patrones para ser usados en presencia de poblaciones muy virulentas.

**Liberación de variedades.** Muchas instituciones de países centroamericanos desarrollan programas de búsqueda de materiales resistentes a la roya; sin embargo, pocos de estos contemplan la resistencia a nematodos. En Nicaragua, CONCAFE desarrolla desde 1973, la variedad CATRENIC (proveniente de *C. arabica* var. CATIMOR P1361030) por sus características de productividad y resistencia a roya. Observaciones preliminares de este material, indican que las plantas F1 poseen cierta tolerancia a *M. incognita*. Sin embargo, es conveniente realizar más evaluaciones con diversas poblaciones de nematodos agalladores, antes de liberar el material.

**Uso de enmiendas.** La incorporación al suelo de residuos orgánicos relativamente abundantes, es una práctica útil que se ha popularizado en la última década. Entre los beneficios que se le atribuyen están el mejoramiento del suelo, aumento de la fertilidad, mayor disponibilidad de organismos benéficos y producción de sustancias antagónicas a los nematodos. En el cultivo del café se está extendiendo la práctica de incorporar los residuos del beneficiado (broza) y de la industrialización de la caña de azúcar, en todo tipo de plantación. Sin embargo, debido a la carencia de estudios al respecto, no se conocen las dosis óptimas, el tipo de incorporación y tiempo adecuado para la aplicación de estos materiales. También se desconocen aspectos de los sistemas de mejoramiento de enmiendas y en consecuencia hay mucho empirismo en la adopción de estas prácticas.

**Obtención de plántulas sanas.** En Centroamérica, uno de los medios más efectivos para la diseminación de los problemas de nematodos, son los almácigos, debido a que se carece de la legislación adecuada para impedir el trasiego de plantas infectadas. Sin embargo,

muchos productores son conscientes de la importancia y hacen los semilleros en suelos desinfectados. La frecuencia de plantas infectadas en los almacigales se puede reducir sustancialmente, si se realizan aplicaciones con nematicidas granulados (Counter, Temik etc.) en dosis de 2,5 a 6,0 gr/planta. Un método del que aún faltan evaluaciones es la solarización el suelo, mediante plásticos oscuros e incorporación de gallinaza en el sustrato. Esta práctica consiste en reducir al mínimo las poblaciones de nematodos existentes en una cama de 20 cm de altura, aumentando el calor, mediante el uso de coberturas plásticas. A pesar de que los resultados obtenidos son muy promisorios, aún es necesario realizar más investigaciones antes de recomendar este método.

Actualmente, se desarrollan esfuerzos para validar el uso de coberturas vivas de *Arachis pintoi*, *Cannavalia ensiformis* y *Pueraria phaseoloides*, especies que tienen propiedades nematicidas (Domínguez-Valenzuela *et al.* 1992 y Marbán-Mendoza *et al.* 1990) además de controlar las malezas y proteger el suelo de la erosión (Sánchez-Jiménez 1993).

También existen cultivos tolerantes o resistentes a *Meloidogyne*, tales como la macadamia y caña de azúcar, que pueden sembrarse en áreas infestadas por este nematodo y reducir así su población.

Es importante realizar más investigaciones con poblaciones locales, para seleccionar cultivos potenciales para su utilidad en programas de rotación de cultivos.

**Métodos en desarrollo.** Otra acción paralela a las investigaciones es crear la legislación que regule el trasiego de plantas entre países y dentro de éstos, con el fin de frenar la diseminación de nematodos u otros patógenos.

## LITERATURA CITADA

ABREGO, L. 1972. Nematodos: Un problema en plantaciones de café de El Salvador. *Nematropica* 2:27-29.

CAMPOS V.P.; SIVAPAN, P.; GNANAPRAGASAM, N.C. 1990. Nematodo parasites of coffee, cocoa and tea. *In* Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. Luc M, Sikona R.A. y J. Bridge Eds. CAB. p. 387-430.

CHITWOOD, B.G.; BERGER, C.A. 1960. Preliminary report on nematode parasites of coffee in Guatemala with suggested and interim control measures plant disease report 44:841-847.

DOMINGUEZ-VALENZUELA, A., MARBAN-MENDOZA, N.; DE LA CRUZ, R. 1990. Leguminosas de cobertura asociadas con tomate var. "Dina Guayabo" y su efecto sobre *Meloidogyne arabicida* López y Salazar. *Turrialba* 40(2):217-221.

FIGUEROA, A. 1988. Reconocimiento y análisis de problemas de los nematodos en viveros de café (*Coffea arabica* L.). *In* Congreso ONTA. (XX, 1988). Memorias. San José, C.R. Costa Rica. 34 p.

LOPEZ A.; SALAZAR, L. 1989. *Meloidogyne arabicida* sp. n. (Nemata:Heteroderidae) nativo de Costa Rica. Un nuevo y severo patógeno del cafeto. *Turrialba* 39:313-323.

MARBAN-MENDOZA, N.; FLORES, L.; CALDERON, M. 1989. Etiología de la corchosis del cafeto en Costa Rica. *In* Simposio sobre caficultura moderna. (XII, San Pedro Sula, Hond.). Honduras, IICA/PROMECAFE p. 295-301.

MARBAN-MENDOZA N.; DICKLOW, M.B.; ZUCKERMAN, B.M. 1992. Control of *Meloidogyne incognita* on tomato by two leguminous plants. *Fundam. Appl. Nematol.* 15:97-100.

PINOCHET J; VENTURA, O. 1980. Nematodes associated with agricultural crops in Honduras. *Turrialba* 30:43-47.

PINOCHET J.; GUZMAN, R. 1987. Nematodos asociados a cultivos agrícolas en El Salvador: Su importancia y manejo. *Turrialba* 37:137-146.

SALAS L.A.; ECHANDI, E. 1961. Nematodos parásitos en plantaciones de café de Costa Rica. *Café* 3(8):21-24.

SANCHEZ-JIMENEZ, R.H. 1993. Comportamiento de leguminosas en el establecimiento del cultivo del plátano (*Musa AAB* grupo, subgrupo plátano, cv curraré). Tesis Mg Sc., CATIE. 72 p.

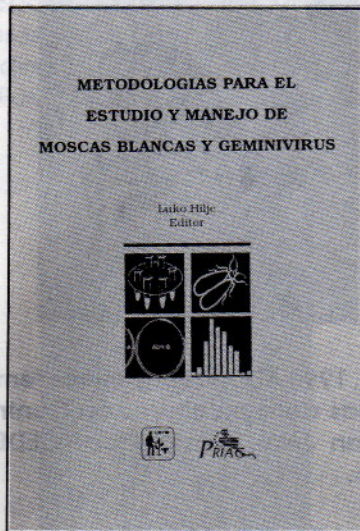
SHIEBER E.; SOSA, N.O. 1960. Nematodes on coffee in Guatemala. *Plant Disease Report.* 44:841-847.

TELIZ O.G. CASTILLO; DANIEL, N.A. 1993. La corchosis del cafeto en México. *In* Simposio de Caficultura Latinoamericana. (XVI, 1993, Managua, Nic.). Resúmenes. Managua, Nic. IICA/PROMECAFE. 34 p.

VEGA, M.C. 1982. Informe sobre la situación nematológica en Nicaragua. *In* Third Research and planning conference on root-knot nematodes *Meloidogyne* spp. (3, 1982). Proceedings. p. 66-68.

SECCION INFORMATIVA

NUEVAS PUBLICACIONES DE CATIE



**Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus. 1996. Luko Hilje ed. Turrialba, C.R., CATIE. Unidad de Fitoprotección. 150 p.**

Durante el último decenio, varios de los sistemas agrícolas en las regiones tropicales y subtropicales han sido severamente afectados por la mosca blanca, *Bemisia tabaci* (Homoptera), considerada hoy como la principal plaga agrícola mundial, ya sea como plaga directa, por sus altas poblaciones, o como vector de virus. Como parte de los esfuerzos mundiales en investigación básica y en métodos para su combate, sobresalen las publicaciones de dos libros y varias revisiones comprensivas, de unos 3000 artículos científicos, la presencia del tema en casi todos los congresos de entomología o fitopatología, y la constitución de redes

colaborativas para implementar planes de acción. Uno de estos es el Plan de Acción para el Manejo de Moscas Blancas y Geminivirus en Latinoamerica y el Caribe.

Como parte de dicho Plan, surgió la iniciativa de publicar el presente libro, con el que se pretende subsanar la falta de uniformidad en las metodologías de investigación y manejo, para facilitar la comparación de resultados entre países y situaciones. Así, el libro comprende 14 capítulos, escritos por científicos de varios países de América Latina, con amplia experiencia en su respectiva disciplina. Su temática cubre procedimientos y métodos de análisis sobre *Bemisia tabaci* y geminivirus, resaltando la identificación, bioecología y manejo de ambos, así como aspectos de transferencia de tecnología y de análisis económico.

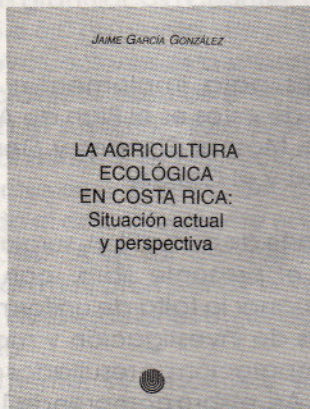
Esta escrito en un lenguaje que permite que su contenido sea adecuado para un público amplio. Este incluye a agrónomos, extensionistas, estudiantes universitarios. Con ello se busca satisfacer las demandas reales de estos sectores, en cuanto a la capacitación y la enseñanza en relación con este importante problema sanitario.

Precios: US\$8.00 Costa Rica  
US\$10.00 Exterior

**Para mayor información:**

Unidad de Fitoprotección  
CATIE. 7170 Turrialba,  
COSTA RICA  
Tel.: (506)556-1632  
Fax (506)556-0606

## RESEÑAS DE NUEVAS PUBLICACIONES



**García G., J.E. 1996. La agricultura ecológica en Costa Rica: Situación Actual y Perspectivas. San José, Costa Rica. EUNED. 48 p.**

Discute las diferencias en la terminología relacionada con agricultura ecológica y menciona las características más importantes de la misma. También describe algunas consideraciones y ejemplos de la productividad y la rentabilidad económica de estas alternativas en Costa Rica. Destaca la potencialidad que existe en este país para su implementación, así como la experimentación, la producción de algunos cultivos usando este tipo de agricultura. Comenta los principales obstáculos que enfrenta el desarrollo de la agricultura ecológica. El libro propone algunas acciones para promover el desarrollo de este tipo de agricultura en el país, así como una lista de varias organizaciones que promueven y utilizan este tipo de agricultura. Enfatiza la necesidad y conveniencia de emprender acciones tendientes a lograr la difusión y consolidación de los principios de la agricultura ecológica en Costa Rica. El libro incluye reseñas bibliográficas de publicaciones costarricenses relacionadas con el tema. (Reseñado por: Dr. Jaime García, UNED)

Precio: América Central, El Caribe y México US\$5; América del Sur US\$6; América del Norte, Europa, África, Asia y Oceanía US\$7.



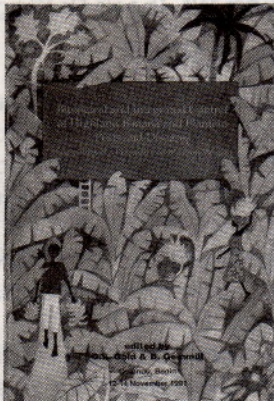
**Restrepo, J. 1996 Abonos orgánicos fermentados: experiencias de agricultores en Centroamérica y Brasil. San José, Costa Rica. CEDECO/PSST-ACyP. 51 p.**

Esta publicación describe las experiencias en la fabricación de abonos orgánicos fermentados en varios países. Este documento surge con la finalidad de sistematizar algunas informaciones, obtenidas mediante el intercambio del autor con agricultores centroamericanos y brasileños, que vienen experimentando los beneficios de la agricultura orgánica. En la primera parte, se destacan los principales aportes de los ingredientes de los abonos orgánicos fermentados y se ofrecen algunas recomendaciones sobre la manera en que deben utilizarse. Posteriormente, se ofrece la metodología para la preparación de cinco tipos de abonos orgánicos fermentados tipo "bocashi" de acuerdo a la experiencia de agricultores de esos países. Además describe como ellos usan y guardan los abonos orgánicos fermentados. También menciona las ventajas del sistema de germinación en bandejas, en la utilización de este tipo de abonos, y se incluye la metodología para la preparación de un fertilizante de uso foliar "supermagro" y se destacan las ventajas que los agricultores experimentan con la fabricación y el uso de los abonos orgánicos. El documento incluye un anexo con los contenidos nutricionales de diferentes estiércoles animales, así como un cuadro donde se señalan las

cantidades de residuos producidos diariamente por varias especies de animales. (Reseñado por: Dr. Jaime García, UNED)

Precio: América Central, El Caribe y México US\$9; América del Sur US\$10; y América del Norte, Europa, África, Asia y Oceanía US\$11.

Estas publicaciones pueden adquirirse en Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica ó a la siguiente dirección: Poliservicios Garza S.A. Apartado Postal No. 12356. 1000-San José, Costa Rica.



**Biological and integrated control of highland banana and plantain pest and diseases. Proceedings of a Research Coordination Meeting. (1991, Berrin) Edited. by C.S. Gold and BI Gemmill. IITA.**

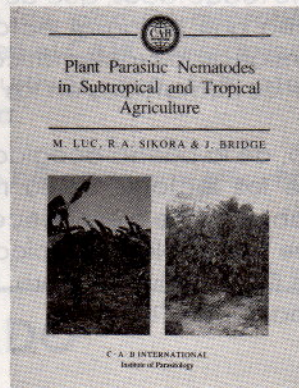
Este libro corresponde a la Memoria del Taller sobre Control Biológico e Integrado de Plagas y Enfermedades de Plátano y Banano, realizado del 12 al 14 de noviembre de 1991 en IITA, en el Centro de Control Biológico para África en Cotonou, Bénin. Este Taller reunió a investigadores de todo el mundo en control de plagas, con el fin de discutir y elaborar una agenda para conducir las investigaciones en este tema, en África.

Este libro inicia con el diagnóstico de problemas fitosanitarios en el cultivo del plátano y banano. Posteriormente presenta las investigaciones realizadas con el picudo del plátano *Cosmopolites sordidus*, en aspectos como la susceptibilidad de cultivares, dinámica poblacional, búsqueda y evaluación de

enemigos naturales, estrategias para la evaluación de daño, potencial de los hongos entomopatógenos como componentes de manejo integrado de picudo y las prácticas culturales.

Luego discute sobre la problemática de nematodos en plátano y banano, incluyendo la distribución mundial, estimación de infestación y pérdidas, interacción con enfermedades fungosas y técnicas de manejo de nematodos en África, incluyendo el potencial del control biológico.

En cuanto a fitopatógenos se discute sobre la sintomatología y epidemiología de la sigatoka negra, la influencia de los factores climáticos, dispersión y establecimiento y manejo integrado, incluyendo el desarrollo de variedades resistentes. También se discute sobre el mal de Panamá, su estado actual en África, el control y su interacción con nematodos. Finalmente presenta reportes de los institutos de investigación sobre el estado de las investigaciones en los diferentes aspectos mencionados anteriormente. (Reseñado por MSc. Manuel Carballo, CATIE).



**Luc, M.; Sikora, R.A.; Bridge, J. 1990. Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. CAB International. Institute of parasitology, UK. 629 p.**

Esta práctica, objetiva y detallada publicación, es una importante fuente de consulta para investigadores, agricultores, profesores, estudiantes y extensionistas agrícolas que desean conocer aspectos relacionados con

aislamientos probados. Además, muestra los resultados de la caracterización molecular de una variante virulenta del PVX, la PVX<sub>HB</sub>, con el propósito de localizar dentro de la secuencia genómica viral, los determinantes virales responsables de la habilidad de los HB de romper la resistencia provista por el gen Rx del PVX. Los resultados obtenidos, permiten establecer que la resistencia o susceptibilidad no está determinada por un determinante específico de la cubierta proteica viral, sino también por un segundo determinante localizado fuera de dicha cubierta.

El texto en general, aporta interesantes consideraciones metodológicas; que pueden ser adoptadas, como modelo, para el estudio de otros virus fitopatógenos.

La Dra. Querci ha hecho una contribución inestimable al conocimiento fitopatológico de los virus de las plantas.

Reseñado por: MSc. Gonzalo Galileo Rivas-Platero, Fitopatólogo. CATIE-AATS.

## DISEMINACION DE INFORMACION PARA AGRICULTORES Y EXTENSIONISTAS.

Los días 30 y 31 de octubre de 1996, se llevó a cabo en CATIE un evento de diseminación de información en Manejo Integrado de Plagas y Control Biológico de *Phyllophaga*, en el que participaron 56 agricultores y extensionistas.

Este evento forma parte de un esfuerzo de la Dirección de Investigaciones en Caña de Azúcar (DIECA), de Costa Rica para fomentar la producción sostenible de este cultivo mediante el control biológico de las plagas.

Esta capacitación incluyó charlas sobre el tema y una visita al Laboratorio de Control Microbiano, se observaron aislamientos de cepas

de hongos entomopatógenos, larvas infectadas por estos hongos y el proceso de producción de entomopatógenos para su aplicación en el campo.

Se estima que las pérdidas en caña debido a esta plaga ascienden a los \$US 105 000 000 por año, a nivel de América Latina y el Caribe. La tecnología de control microbiano que se desarrolla en el CATIE tiene aplicación a otros muchos cultivos que son afectados por *Phyllophaga*.

Información brindada por: MSc. Philip Shannon. CATIE.

## TESIS DE POSGRADO

Miranda C., J.E. 1996. Evaluación de microorganismos antagonistas al hongo *Mycosphaerella fijiensis* (Morelet), colocados en el interior y exterior de la planta de banano. Turrialba, C.R; CATIE. p

### RESUMEN

La Sigatoka Negra es el principal problema fitosanitario que enfrenta la actividad bananera, en la mayoría de países productores de la fruta. El control tradicional de la enfermedad

comprende algunas prácticas agronómicas y el uso frecuente de fungicidas. En la actualidad, se ha informado de casos de resistencia a esos productos y algunos podrían ser eliminados del mercado. En el CATIE se han obtenido resultados positivos con el uso de microorganismos antagonistas para el control biológico de la enfermedad.

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de esos microorganismos aplicados externamente con los coadyuvantes Silwet L-77,

Nu-Film 17 y aceite agrícola; así como determinar la eficiencia de un método de ubicación endofítica de los antagonistas, para el cultivo del banano. La evaluación de los coadyuvantes se efectuó en condiciones de laboratorio, invernadero y campo, mientras que la de ubicación endofítica se realizó en condiciones de laboratorio e invernadero. En el laboratorio no se encontró efecto de los coadyuvantes, sobre la multiplicación de los microorganismos antagonistas, por lo tanto se inició la fase de invernadero. En las plantas desarrolladas en invernadero, la cepa R-1 de *Serratia marcescens*, mostró niveles más bajos de enfermedad, pero no se presentó diferencia significativa con respecto al testigo, en la reducción del número de pizcas producidas por el patógeno. Los coadyuvantes no fueron significativos, bajo las condiciones presentes durante esta prueba. Basados los resultados obtenidos en invernadero, se procedió a la prueba de campo con la cepa R-1 y los coadyuvantes. En condiciones ambientales naturales y con niveles bajos del inóculo del patógeno, el aceite agrícola y su combinación con el antagonista mostraron diferencias significativas, con respecto al testigo y a la cepa sola, para el control de la enfermedad. La combinación del Silwet L-77 con la bacteria no mostró diferencias con respecto al aceite solo.

Con la prueba de ubicación endofítica a través de la raíz se logró determinar la colonización del tejido interno de la planta por parte de los microorganismos inoculados mediante la recuperación de estos (de partes de la raíz desinfectadas externamente) y de gotas de agua formadas durante el proceso de gutación. La cepa A-30 de *Bacillus cereus* presentó diferencias significativas con respecto al testigo para el incremento del diámetro del tallo de las plantas tratadas. Esto parece indicar una inducción de crecimiento por parte del microorganismo. En términos generales las cepas del género *Bacillus* fueron más eficientes para la colonización del tejido interno de las plantas y las cepas del género *Serratia* lo fueron para el control de la enfermedad mediante aplicación foliar en combinación con el aceite agrícola.

**Rivas Flores, A.W. 1996.** Evaluación en *Phaseolus vulgaris*, del antagonismo por bacterias e inducción de resistencia de un fosfato, hacia *Isariopsis griseola* y *Uromyces phaseoli*. Turrialba, C.R; CATIE. p

## RESUMEN

La roya (*Uromyces phaseoli*) y la mancha angular (*Isariopsis*), constituyen una seria limitación para la producción del frijol, en la regiones tropicales, donde las condiciones ambientales, favorecen el desarrollo continuo de la enfermedad, ocasionando pérdidas del rendimiento entre un 50 y 80%, respectivamente.

El objetivo del presente trabajo, fué reducir los daños causados por *I. griseola* y *U. phaseoli*, mediante la utilización de agentes antagonistas y un inductor de resistencia. El experimento se realizó en el laboratorio de Fitopatología, invernadero y lotes experimentales de la finca "La Montaña", ubicados en CATIE, Turrialba, Costa Rica.

De la búsqueda y aislamiento de posibles microorganismos antagonistas, se escogieron diez cepas bacterianas, provenientes del follaje de plantas de frijol y tres cepas de la colección MIP-CATIE: *Bacillus cereus* A-30, *Pseudomonas cepacia* y *Serratia marcescens* R1.

La prueba de antagonismo hacia los patógenos mostró, que las cepas bacterianas aisladas y las de la colección MIP-CATIE, son eficientes para el control *in vitro*, de la germinación de uredosporas de *U. phaseoli*. Para el control de la germinación de conidios de *I. griseola in vitro*, se evaluaron solamente las cepas MIP-CATIE, obteniéndose los mejores resultados con *P. cepacia*, la cual superó al fungicida benomil.

La compatibilidad de las cepas bacterianas MIP-CATIE, con los fungicidas oxicarboxin, benomil y mancozeb, así como sus antecedentes en control biológico influyó en su selección para las pruebas de invernadero y campo.

Para evaluar la persistencia de las poblaciones de bacterias, aplicadas al follaje en la etapa de invernadero, se probaron los sustratos agua, leche y melaza, efectuándose conteos



Nu-Film 17 y aceite agrícola; así como determinar la eficiencia de un método de ubicación endofítica de los antagonistas, para el cultivo del banano. La evaluación de los coadyuvantes se efectuó en condiciones de laboratorio, invernadero y campo, mientras que la de ubicación endofítica se realizó en condiciones de laboratorio e invernadero. En el laboratorio no se encontró efecto de los coadyuvantes, sobre la multiplicación de los microorganismos antagonistas, por lo tanto se inició la fase de invernadero. En las plantas desarrolladas en invernadero, la cepa R-1 de *Serratia marcescens*, mostró niveles más bajos de enfermedad, pero no se presentó diferencia significativa con respecto al testigo, en la reducción del número de pizcas producidas por el patógeno. Los coadyuvantes no fueron significativos, bajo las condiciones presentes durante esta prueba. Basados los resultados obtenidos en invernadero, se procedió a la prueba de campo con la cepa R-1 y los coadyuvantes. En condiciones ambientales naturales y con niveles bajos del inóculo del patógeno, el aceite agrícola y su combinación con el antagonista mostraron diferencias significativas, con respecto al testigo y a la cepa sola, para el control de la enfermedad. La combinación del Silwet L-77 con la bacteria no mostró diferencias con respecto al aceite solo.

Con la prueba de ubicación endofítica a través de la raíz se logró determinar la colonización del tejido interno de la planta por parte de los microorganismos inoculados mediante la recuperación de estos (de partes de la raíz desinfectadas externamente) y de gotas de agua formadas durante el proceso de gutación. La cepa A-30 de *Bacillus cereus* presentó diferencias significativas con respecto al testigo para el incremento del diámetro del tallo de las plantas tratadas. Esto parece indicar una inducción de crecimiento por parte del microorganismo. En términos generales las cepas del género *Bacillus* fueron más eficientes para la colonización del tejido interno de las plantas y las cepas del género *Serratia* lo fueron para el control de la enfermedad mediante aplicación foliar en combinación con el aceite agrícola.

**Rivas Flores, A.W. 1996.** Evaluación en *Phaseolus vulgaris*, del antagonismo por bacterias e inducción de resistencia de un fosfato, hacia *Isariopsis griseola* y *Uromyces phaseoli*. Turrialba, C.R; CATIE. p

## RESUMEN

La roya (*Uromyces phaseoli*) y la mancha angular (*Isariopsis*), constituyen una seria limitación para la producción del frijol, en la regiones tropicales, donde las condiciones ambientales, favorecen el desarrollo continuo de la enfermedad, ocasionando pérdidas del rendimiento entre un 50 y 80%, respectivamente.

El objetivo del presente trabajo, fué reducir los daños causados por *I. griseola* y *U. phaseoli*, mediante la utilización de agentes antagonistas y un inductor de resistencia. El experimento se realizó en el laboratorio de Fitopatología, invernadero y lotes experimentales de la finca "La Montaña", ubicados en CATIE, Turrialba, Costa Rica.

De la búsqueda y aislamiento de posibles microorganismos antagonistas, se escogieron diez cepas bacterianas, provenientes del follaje de plantas de frijol y tres cepas de la colección MIP-CATIE: *Bacillus cereus* A-30, *Pseudomonas cepacia* y *Serratia marcescens* R1.

La prueba de antagonismo hacia los patógenos mostró, que las cepas bacterianas aisladas y las de la colección MIP-CATIE, son eficientes para el control *in vitro*, de la germinación de uredosporas de *U. phaseoli*. Para el control de la germinación de conidios de *I. griseola in vitro*, se evaluaron solamente las cepas MIP-CATIE, obteniéndose los mejores resultados con *P. cepacia*, la cual superó al fungicida benomil.

La compatibilidad de las cepas bacterianas MIP-CATIE, con los fungicidas oxicarboxin, benomil y mancozeb, así como sus antecedentes en control biológico influyó en su selección para las pruebas de invernadero y campo.

Para evaluar la persistencia de las poblaciones de bacterias, aplicadas al follaje en la etapa de invernadero, se probaron los sustratos agua, leche y melaza, efectuándose conteos

de colonias recuperadas sobre agar nutriente, a las 24, 48 y 168h, los cuales no mostraron diferencias entre ellos, por tanto se decidió aplicar las bacterias en agua.

En el experimento realizado en el invernadero, a las plantas de frijol se les aplicó los diferentes tratamientos, a los 15 días de la germinación; siete días después se aplican los patógenos *U. phaseoli* e *I. griseola*. Los resultados obtenidos demuestran que los tratamientos con *B. cereus* A-30, *P. cepacia*, fosfato, Bt (Javelin) y oxicarboxin, fueron estadísticamente similares, en el control de la roya. Con respecto al control de la mancha angular, los mejores tratamientos resultaron ser el fosfato y el fungicida benomil.

En el experimento de campo, los tratamientos se aplicaron a los 15 días de la germinación y la inoculación de patógenos 7 días después. Una segunda aplicación de tratamientos, excepto el fosfato, se realizó a los 36 días de la germinación. Para el control de la roya todos los tratamientos fueron estadísticamente similares al fungicida oxicarboxin, lo mismo que sus respectivas áreas bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) y sus rendimientos. En el control de la mancha angular, los mejores tratamientos resultaron ser el fungicida benomil, seguido del *Bacillus thuringiensis* (Javelin), los cuales mantuvieron las menores ABCPE, lográndose con el fungicida, un rendimiento más alto que el promedio.

**Herrera, F.1995.** Uso de hongos entomopatógenos para el control microbiano de *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). Tesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 69 p.

## RESUMEN

Se probaron en laboratorio 29 aislamientos de *Beauveria sp.*, uno de *B. Brongniartii*, diez de *Metarhizium anisopliae*, uno de *M. flavoviride* uno de *Paecilomyces fumosoroseus* y uno de *Paecilomyces sp*; provenientes de las colecciones del CATIE (Costa Rica y Nicaragua) y del USDA (Departamento de Agricultura de Estados Unidos). La metodología usada en bioensayos consistió en cortar discos de hoja del frijol con ninfas de cuarto estadio de *B. tabaci*. Estos discos se sumergieron en una suspensión de  $1 \times 10^7$  conidios/ml y se evaluó la mortalidad causada por cada aislamiento. La mayoría de aislamientos no tuvo ningún efecto marcado sobre las ninfas de *B. tabaci*. Algunos aislamientos de *B. bassiana* y *P. fumosoroseus* fueron diferentes al testigo, pero el porcentaje de mortalidad no sobrepasó el 47%. Cinco aislamientos de *M. anisopliae* fueron muy virulentos alcanzando hasta 97% de mortalidad.



los nematodos fitoparásitos. El texto está cuidadosamente diagramado e impreso, abarca los principales cultivos de importancia agrícola de las regiones tropicales y subtropicales del mundo que son afectados por dichos organismos. Incluye tópicos relacionados con la morfología, anatomía y biología de los fitonematodos. Esta parte, es auxiliada por excelentes diagramas. Posteriormente, incluye detalles metodológicos de los procesos de extracción, fijación y observación de estos patógenos. Para cada cultivo presentado describe los principales géneros de nematodos, el tipo de síntomas inducidos por ellos en sus hospedantes, comenta sobre la importancia económica del daño provocado y discute algunas medidas de manejo de estos patógenos. Finalmente, alude a una serie de consideraciones que se relacionan con el efecto del clima sobre estos fitoparásitos; presenta además, una serie de fotografías a color que muestran los principales síntomas provocados por estos organismos e incluye dos apéndices: uno relacionado con los nematocidas y otro que corresponde a una lista (ordenada alfabéticamente) de los nematodos citados en el texto.

En total son diecinueve capítulos, técnicamente redactados, que de una manera clara y sencilla que llevan al lector hacia una fácil comprensión de la problemática fitosanitaria inducida por los nematodos en los trópicos.

No dudo, de la buena acogida que tendrá el libro entre los lectores de la región. Este excelente trabajo viene a enriquecer los conocimientos sobre nematología tropical. Reseñado por: Gonzalo Galileo-Rivas Platero. M.Sc. CATIE/AATS. Turrialba, Costa Rica.



**Querci, M. 1993. Molecular characterization of potato virus X: development of detection probes and identification of the resistance-breaking capacity of strain HB. Thesis Dr. Wageningen. 133 p.**

Esta interesante publicación es el resultado de la tesis doctoral de la autora; dicho documento constituye un valioso aporte para la Virología Vegetal de América Latina.

Las investigaciones presentadas, fueron desarrolladas en el Perú y apoyadas por el Centro Internacional de la Papa (CIP). El texto está estructurado en siete capítulos; donde comenta sobre aspectos relacionados con el origen de la papa (*Solanum tuberosum*), enfermedades virales asociadas a este cultivo enfatizando al potexvirus PVX o virus "X" de la papa; proporciona detalles generales sobre la metodología de trabajo para la caracterización molecular del PVX. Presenta una excelente revisión bibliográfica relacionada con la detección del ácido nucleico viral con sondas radiactivas y no radiactivas. Asimismo, enfoca importantes puntos de consideración para el uso de métodos no radiactivos en el diagnóstico de estos patógenos. Se enfatiza sobre el uso de sondas "frías", marcadas con métodos enzimáticos o quimioluminiscentes y la técnica de reacción de la polimerasa en cadena. Las técnicas propuestas, son una pauta importante para promover su aplicación rutinaria, en países en vías de desarrollo. Finalmente, discute sobre la especificidad para detectar un ámbito amplio de aislamientos de variantes del PVX con dos sondas específicas. Los resultados presentados, hacen pensar sobre la existencia de variabilidad en la secuencia de nucleótidos, entre las diferentes variantes de PVX, obtenidos de los



## EL PICUDO DEL CHILE (*Anthonomus eugenii* Cano) SU RECONOCIMIENTO Y POSIBLE MANEJO

Daniel Coto\*

### INTRODUCCION

El chile dulce (*Capsicum annum* L.) es una hortaliza de gran consumo en América Central. Es rico en carotenos, vitamina C y minerales. En esta región se cultiva principalmente para venderlo fresco, como condimento. El sistema de cultivo utilizado es altamente tecnificado y requiere una inversión económica considerable, sin embargo, cada fase fenológica del cultivo es susceptible a diferentes organismos fitoparásitos. De ellos, los más perjudiciales son los que dañan directamente los frutos, siendo el más importante *Anthonomus eugenii* Cano (Coleoptera: Curculionidae). Este insecto es conocido como picudo del chile, gorgojo del pimiento, antonomo del pimiento y barrenillo del pimiento.

*A. eugenii* es una especie nativa de Mesoamérica y se encuentra principalmente, aunque no en forma exclusiva, en zonas secas. Su distribución geográfica abarca desde Costa Rica hasta el sur de los Estados Unidos, Puerto Rico y Hawaii.

\*Investigador. CATIE. Programa Agricultura Tropical Sostenible, Turrialba 7170, Costa Rica.

El ataque del picudo del chile durante la fase de floración y fructificación, puede causar la pérdida masiva de frutos, si no se maneja adecuadamente.

**Ciclo de vida.** El huevo mide aproximadamente 0,5 x 0,4 mm, por lo que rara vez son observados; tienen forma ovoide y son de color blanco-amarillento. Son ovipositados individualmente, en un agujero (hecho por el insecto con su aparato bucal) en las yemas florales, flores y frutos pequeños (1-7 cm de largo) que tienen una epidermis suave. En pocas ocasiones se encuentran huevos en el pedúnculo del fruto. El agujero es sellado por la hembra con un líquido amarillento, que al secarse se torna de color marrón o negro. Los huevos eclosionan de dos a cinco días después de la oviposición (Andrews 1984, CATIE 1993).

La larva recién emergida se alimenta de la placenta y de las semillas del fruto en desarrollo. Esta permanece en el fruto durante tres estadios larvales, y empupa dentro de éste. La larva de tercer estadio mide entre 5-6 mm de largo, es de color gris blancuzco, con cabeza amarillenta bien desarrollada, y es ápoda (no hay presencia de patas). En ocasiones las larvas maduras presentan tonalidades como rosado o

púrpura. El estado larval puede durar de 6 a 12 días (Andrews 1984, CATIE 1993).

Una vez que la larva ha completado su tercer estadio pasa por un período de prepupa que dura de 1 a 8 días, empupa en una celda del fruto. La pupa es exalada (con los apéndices libres) y blanca, inicialmente es semitransparente y después se le oscurecen las regiones de los ojos, rostro y élitros (Foto 1). El período de pupa dura de 3 a 6 días (Andrews 1984 y CATIE 1993).



Foto. 1. Pupa dentro del fruto de chile.

El adulto es marrón pálido, y puede permanecer en la celda pupal un período que va de algunas horas hasta 4 días, posteriormente abre un agujero de salida. El insecto tiene forma ovalada y su tamaño oscila entre 2-4 mm; con excepción del rostro, el cuerpo está cubierto por escamas grises, siendo más densas en el abdomen, lo que le confiere un aspecto blancuzco (Foto 2). Las dos terceras partes apicales del insecto son de color anaranjado-amarillento, pero con el tiempo el picudo pierde muchas de las escamas y se oscurece, adquiriendo un color negro plateado. La cópula ocurre aproximadamente 2 días después de la emergencia y la oviposición inicia 2 o 3 días después de la cópula. La hembra deposita un promedio de 341 huevos, durante 2 meses. El adulto es un volador activo y es el que permite la dispersión de la especie (Andrews 1984, CATIE 1993).



Foto. 2. Adulto del picudo del chile.

**Daño.** Andrews (1984) y CATIE (1993) señalan que el picudo comienza a alimentarse inmediatamente después de emerger, y lo hace en yemas florales, flores y frutos; en ausencia de éstos, puede comer hojas tiernas. El daño principal es causado por la alimentación de las larvas dentro de frutos en desarrollo, provocando la aparición de una mancha necrótica que circunda el área donde se encuentran las semillas; generalmente se encuentran de 1 a 3. Si el ataque es severo, se caen las flores, yemas florales y frutos inmaduros; también puede ocurrir la maduración prematura y la producción de frutos deformes. Frecuentemente, los frutos atacados presentan agujeros pequeños por donde han salido los adultos (Foto 3). Es importante, señalar que la caída de los frutos no se debe exclusivamente al ataque del picudo, otros insectos o patógenos pueden también provocar la caída.

**Hospedantes alternos.** El cultivo del chile es considerado el hospedante más importante, sin embargo, en Estados Unidos, la maleza *Solanum nigrum* es un importante hospedante alternativo, cuando se encuentra entre plantaciones de chile dulce, debido a que este insecto se alimenta y se reproduce durante el invierno en esta planta. Sin embargo, en América Central no se conoce bien la relación de las especies del género *Solanum* con la biología de la plaga. La mayoría de especies observadas, incluyendo *S.*

*americanum* (una de las especies más comunes), son infestadas solamente en forma ocasional y leve. En América Central, probablemente las especies semisilvestres de Chile son hospedantes alternos más importantes que las especies del género *Solanum*, cuando no hay siembras comerciales (Andrews 1984, CATIE 1993).

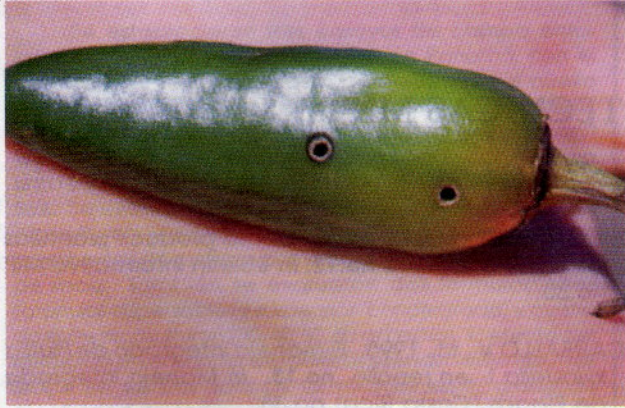


Foto. 3. Fruto atacado por el picudo presentando los agujeros de salida del fruto.

**Opciones de manejo.** Las larvas de *A. eugenii* no pueden ser controladas dentro de los frutos, por tanto el manejo de esta plaga depende del monitoreo cuidadoso de las poblaciones de adultos y de su control mediante insecticidas, antes de que las hembras ovipositen. Algunas prácticas culturales como evitar las siembras escalonadas, la destrucción de rastrojos y eliminación de otras plantas del género *Solanum*, son muy importantes para evitar focos de infección. Además es necesario esperar de 2-3 meses después de la cosecha, antes de iniciar una nueva plantación de Chile, con el fin de romper el ciclo de vida del picudo. Estas prácticas pueden retrasar la infestación ó reducir su intensidad, pero deben complementarse con un programa de monitoreo, que permita restringir el uso de insecticidas usados cuando sea estrictamente necesario (King et al. 1984). El muestreo se basa en conteos de picudos adultos en los brotes terminales de las plantas, iniciando cuando aparecen los primeros brotes florales. Se consideran

como brotes terminales los extremos de las ramas donde se encuentran las hojas recién emergidas, botones florales, flores o frutos recién cuajados. Los conteos se realizan dos veces por semana, entre las 5:00 y las 10:00 de la mañana, o por la tarde, después de las 5:00, que son las horas en que se observan. En días muy soleados, los picudos se esconden debajo del follaje o llegan al suelo; lo mismo ocurre al tocar o mover la planta durante el recuento; por tanto es necesario evitar que esto suceda (Andrews 1984, CATIE 1993). El procedimiento para el muestreo es el siguiente:

- Se seleccionan cinco sitios de la plantación (cada sitio debe estar conformado por 20 plantas), se revisa un brote terminal, por planta con el fin de detectar la presencia de picudos. Los brotes terminales se seleccionan al azar y deben ser visibles sin necesidad de tocar la planta.

- Durante las 2 primeras semanas de floración, cuatro de los sitios de muestreo deben localizarse en los bordes de la plantación y uno en el interior. Transcurrido este tiempo, los sitios seleccionados deben estar distribuidos en sectores representativos de la plantación.

- Al finalizar el muestreo, se habrán revisado 100 plantas, si en éstas se encontró un picudo, se alcanza el umbral de acción permitido para ésta plaga, por tanto debe realizarse una aplicación de insecticida para reducir la densidad de población.

Las aplicaciones de insecticidas deben realizarse muy temprano en la mañana o terminando la tarde, cuando el insecto se encuentra sobre la superficie de la planta. En vista que la planta debe protegerse en el período de producción de frutos, es preferible evitar los insecticidas sistémicos, y los que tengan residualidad prolongada. Algunos insecticidas que pueden usarse son carbaril (Sevin), deltametrina (Decis), ciflutrin (Solfac) y fipronil (Regent), siguiendo las indicaciones del fabricante.

Los umbrales de acción y las aplicaciones calendarizadas tienen una utilidad limitada cuando

existen niveles de reinfestación altos, debido a la llegada de picudos provenientes del exterior de la plantación; en estos casos, las prácticas culturales son muy importantes.

#### LITERATURA CITADA

ANDREWS S., K.L. 1984. El manejo integrado de plagas insectiles en cultivos agronómicos, hortícolas y frutales en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 85 p.

## INDICE DE HOJAS TECNICAS MIP

DE LA CRUZ, R.; MERAYO, A. 1992. La Caminadora, **no.1.** *In* Boletín Informativo MIP no.24.

VALVERDE, B.E. 1992. Tolerancia de residuos de plaguicidas: regulaciones de la Agencia para la Protección Ambiental de los Estados Unidos, **no.2.** *In* Boletín Informativo MIP no.25.

BUSTAMANTE, E. 1992. Tizones del tomate, **no.3.** *In* Boletín Informativo MIP no.26.

GUHARAY, F. 1993. La mosca blanca, **no.4.** *In* Boletín Informativo MIP No.*In* Boletín Informativo MIP no.27.

RAMIREZ, O. 1993. Umbrales económicos, **no.5.** *In* Boletín Informativo MIP no.28.

VARGAS, C.; OCHOA, R.; AGUILAR, H. 1993. Recolección, montaje y envío de muestras con énfasis en ácaros fitófagos, **no.6.** *In* Boletín Informativo MIP no.29.

MARBAN MENDOZA, N. 1993. *Meloidogyne*: nematodo agallador un problema para los cultivos tropicales, **no. 7.** *In* Boletín Informativo MIP no.30.

DE LA CRUZ, R.; MERAYO, A. 1994. El coyolillo, **no.8.** *In* Boletín Informativo MIP no.31.

BUSTAMANTE, E. 1994. La marchitez bacterial del chile y tomate, **no.9.** *In* Boletín Informativo MIP no.32.

RIVAS PLATERO, G.G. 1994. Geminivirus: virus transmitidos por la mosca blanca, **no.10.** *In* Boletín Informativo MIP no.33.

RAMIREZ, O. 1995. El uso de presupuestos parciales en el manejo integrado de plagas, **no.11.** *In* Boletín Informativo MIP no.34.

CATIE. PROYECTO MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS. 1993. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de chile dulce. CATIE. Programa de Mejoramiento de Cultivos Tropicales. Turrialba, C.R. Serie Técnica. Informe Técnico no.202. 168 p.

KING, A.B.; SAUNDERS, J.L. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos alimenticios anuales en América Central. Londres. 00A 182 p.

HILJE, L.; CUBILLO, D. 1994. Como producir plantulas de tomate sin virus, **no.12.** *In* Boletín Informativo MIP no.35.

CARBALLO V., M. 1995. El manejo integrado de *Plutilla xylostella* L. en repollo, **no.13.** *In* Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) no.36.

FAGES, O.; JIMENEZ, F. 1995. El control de la sigatoka negra en el cultivo de plátano, **no.14.** *In* Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) no.37.

VALVERDE, B. 1995. Resistencia de *Echinochloa colona* a herbicidas usados en arroz en América Latina, **no.15.** *In* Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) no.38.

BUSTAMANTE, E. 1996. Prácticas de cultivo en el manejo integrado de plagas, **no.16.** *In* Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) no.39.

RIVAS-PLATERO, G.G. 1996. Identificación de virus fitopatogénicos a través de pruebas inmunoenzimáticas y moleculares, **no.17.** *In* Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) no.40.

GARITA CRUZ, I. 1996. Calibración de la aspersora manual de mochila, **no. 18.** *In* Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) no.41.

COTO, D. 1996. El picudo del chile (*Anthonomus eugenii* Cano) su reconocimiento y posible manejo, **no.19.** *In* Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) no.42.



# MOSCA BLANCA AL DIA



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

No. 17

Diciembre, 1996

## NOTA EDITORIAL



Al concluir el año y realizar el balance pertinente, estamos optimistas con nuestro **Plan de Acción**. Aunque sin alcanzar el óptimo, siempre deseable, tenemos logros importantes, ejemplificados en el contenido de este boletín: nuestra red ha crecido, se efectuó un rico V Taller, se publicó un libro útil, y se ha reforzado el intercambio de información con los países externos a nuestra región. Pero estos son medios, apenas. Debemos trascender las buenas intenciones y convertir tan valiosa información en prácticas concretas, para ayudar a los agricultores de América Latina y el Caribe, para que puedan así superar la crisis causada por la mosca blanca y los geminivirus. Este debe ser uno de los propósitos del nuevo año.

## V TALLER



A fines de setiembre se realizó en México el **V Taller Latinoamericano sobre Moscas Blancas y Geminivirus**, el cual superó a los cuatro talleres previos, con más de 60 ponencias y 300 personas. Reiteramos nuestro reconocimiento a su coordinador, M.Sc. Víctor Manuel Pinto y colaboradores, por su excelente apoyo. Asimismo, al Comité Organizador del **VI Congreso Latinoamericano de Manejo Integrado de Plagas**, por permitirnos organizar el Taller en forma conjunta.

En el próximo número de **MBDía** se hará un análisis detallado de los avances alcanzados. Este año Brasil se incorporó al **Plan de Acción**, por lo que ya contamos con 18 países. El **VI Taller** se realizará en República Dominicana, posiblemente en agosto de 1997. En los próximos números informaremos al respecto. Agradecemos a los colegas dominicanos su oferta y compromiso para realizarlo.

## METODOLOGIAS



Este mes se publicó el libro **Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus**, editado por L. Hilje. Responde a la necesidad de lograr la uniformidad en las metodologías de investigación, muestreo y evaluación del daño, así como en el análisis y presentación de datos, en América Latina y el Caribe.

Comprende los siguientes capítulos: **Identificación de moscas blancas** (Rafael Caballero), **Biología de moscas blancas** (Colmar-Andreas Serra), **Muestreo de moscas blancas** (Colmar-Andreas Serra), **Identificación de geminivirus** (Pilar Ramírez y Rafael Rivera-Bustamante), **Germoplasma** (Alfredo Bolaños), **Prácticas agrícolas** (Luko Hilje y Douglas Cubillo), **Hongos entomopatógenos** (Philip J. Shannon), **Parasitoides y depredadores** (Ronald D. Cave), **Repelentes** (Douglas Cubillo y Luko Hilje), **Insecticidas y resistencia** (Elizabeth Carazo, José Luis Martínez y Mario Bustamante), **Generación y transferencia de tecnología** (Diego Gómez), **Análisis de datos económicos** (Gustavo Calvo), **Diseño y análisis estadístico** (Pedro R. Oñoro) y **Escritura de artículos científicos** (Luko Hilje).

## REUNION EE.UU.



Del 28 al 30 de enero de 1997 se realizará en San Diego, California, la **Quinta Reunión Anual sobre el Plan Quinquenal de Moscas Blancas** para los EE.UU. Los interesados pueden contactar al Dr. Nick C. Toscano ([ntoscano@ucracl.ucr.edu](mailto:ntoscano@ucracl.ucr.edu)) o a Ms. Lisa Arth, a la siguiente dirección: *College of Natural and Agricultural Sciences, University of California, Riverside, CA. 92521. Fax (909) 787-4190.*





## MOSCAS BLANCAS EN BANANO

En MBDía No. 10 y No. 11, se informó sobre la abundancia de moscas blancas en banano, en Costa Rica. Se descartó que fuera *Bemisia tabaci*, y todo indicaba que se trataba de *Tetraleurodes mori*, que es la especie más común en dicho cultivo en América Central. En noviembre de 1995, el Dr. Trevor A. Lambkin realizó una consultoría para la Corporación Bananera Nacional (CORBANA). Determinó que aunque *T. mori* está presente, los mayores problemas son causados por *Aleurodicus dispersus*. En dos localidades con problemas serios, en Matina (Limón), los números de ninfas y adultos eran mayores de 2500/hoja; entre 50-100% de las hojas estaban infestadas; y la fumagina cubría cerca del 25% de la superficie foliar de cada planta. Actualmente el problema continúa. Esta especie está en América, África y Oceanía, pero se supone que es nativa de América tropical, donde tiene enemigos naturales. El Dr. Lambkin trajo del norte de Australia e introdujo a *Encarsia* sp., originaria de Trinidad, ya que ha sido un parasitoide exitoso en Oceanía. Actualmente está establecida. Además, halló a *Encarsiella* sp., parasitoide nativo. Estos esfuerzos de control biológico se están complementando con el monitoreo de poblaciones y el uso de insecticidas blandos, como aceites. (Para mayor información, se puede contactar al Dr. Ronald Romero o Ing. Sergio Laprade: CORBANA, Tel (506) 224-4111, Fax (506) 253-9117, [corbana@sol.racsa.co.cr](mailto:corbana@sol.racsa.co.cr)).



## CORREO ELECTRONICO

En la actualidad se dispone de medios electrónicos que agilizan mucho el flujo de información sobre moscas blancas y geminivirus. Casi todos funcionan en inglés, y el acceso es gratuito. Hay una **Lista de correo electrónico sobre mosca blanca**, que es un foro de discusión. Para suscribirse, se debe enviar un mensaje de correo electrónico a [maiser@uckac.edu](mailto:maiser@uckac.edu), que diga así: **SUBSCRIBE Whitefly <su primer nombre> <su apellido>** (incluya solo los nombres y omita los símbolos < y >).

POR FAVOR, FOTOCOPIE ESTE BOLETIN Y  
ENVIELO RAPIDAMENTE A TODOS LOS  
INTERESADOS QUE CONOZCA

Además, a continuación se enumeran las direcciones electrónicas de los "home pages" más completos, que también contienen enlaces para acceder direcciones de otras entidades o especialistas. Funcionan dentro del **World Wide Web (WWW)** y se accesan con algún navegador, como Netscape o Microsoft Internet Explorer:

<http://www.uckac.edu/whitefly/index.htm>. Lista de correo electrónico sobre mosca blanca (Universidad de California).

<http://gears.tucson.ars.ag.gov/wcrl/wwg/wwgpubs.html>. Publicaciones del Grupo de Trabajo sobre Mosca Blanca (Tucson, Arizona).

<http://gemini.scripps.edu/GeminiWebPage/Gemini-index.html>. GEMININET: Intercambio de información sobre geminivirus (La Jolla, California).

<http://gears.tucson.ars.ag.gov/wcrl/wwghome.html>. Investigación sobre moscas blancas (Tucson, Arizona).

<http://ag.arizona.edu/AES/mac/cibroch.html>. Manejo de mosca blanca (Tucson, Arizona).

<http://gnv.ifas.ufl.edu/~ent2/wfly/wfly0002.htm?>. WHITEFLY: Base de conocimientos o sistema experto (Universidad de Florida).

<http://rsru2.tamu.edu/bcpru/sweetpot.htm>. Información sobre mosca blanca (Universidad de Texas A&M).

<http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/PESTNOTES/pn001.html>. *Bemisia argentifolii*: Guías de manejo de plagas (Universidad de California).

<http://www.aphis.usda.gov/oa/pubs.html>. Publicaciones del Departamento de Agricultura de los EE.UU. (USDA-APHIS).

<http://www.wisc.edu/plantpath300/docs/sansir.html>. Información sobre geminivirus del tomate (Universidad de Wisconsin).

<http://www.ceris.purdue.edu/napis/pests/swf/index.html>. Sistema nacional de información sobre plagas, con páginas sobre *B. argentifolii* (Universidad de Purdue).

[http://ipmwww.ncsu.edu/cicp/IPMnet\\_NEWS/news34.html](http://ipmwww.ncsu.edu/cicp/IPMnet_NEWS/news34.html). Noticias y revista electrónica mensual sobre manejo de plagas, incluyendo mosca blanca (Universidad Estatal de Carolina del Norte).

<http://www.catie.ac.cr/~cicmip/>. Boletín *Mosca Blanca al Día*, trimestral, dentro de la revista *Manejo Integrado de Plagas* (CATIE, Costa Rica).

(Esta información fue preparada por Philip J. Shannon, Unidad de Fitoprotección, CATIE).

## FUTUROS EVENTOS

### 2 al 7 de marzo de 1997

XVI Congreso Brasileiro de Entomología

**Información:**

Centro de Convenções  
Salvador- Bahía, Brazil  
Fone (075) 721-2120  
Fax (075)721-1118  
Apoio: EMBRAPA- SPI -DFA-BA  
CEPLAC

### 17-21 marzo, 1997

XLIII Reunión Anual del PCCMCA

**Información:**

Ing. Alfonso Alvarado D.  
Apdo. Postal 6-4391  
El Dorado, Panamá  
Tel (507)263-7711  
Fax (507)264-9565 ó 2649270

### 14-16 Abril 1997

Resistance 97  
Integrated Approach to  
Combating Resistance  
International Conference

**Información:**

Roger Atkin IACR - Rathamsted  
Harperder, Herts, - UK, AL5 2JQ  
Tel +44(0) 1582 763133  
Fax +44(0) 1582 760981  
E-mail: Roger.Atkin@bbsrc.ac.uk

### 26 de abril al 10 de mayo 1997

Principios Ecológicos para el  
Desarrollo Sostenible en América  
Latina.

**Información:**

Organización para Estudios  
Tropicales  
Apdo. 676-2050.  
San Pedro de Montes de Oca,  
Costa Rica  
Tel (506) 240- 6696  
Fax (506) 240-6783  
E-mail: edamb@us.ots.ac.cr

### 22-27 junio 1997

21th International Bacterial Wilt  
Smposium

**Información:**

INRA Regisseur Antilles-Guyane  
BP 515 97165 Pointe-a-Pitre  
CEDEX-Guadeloupe-Antilles (FWI)  
Tel. +590255920, 255934  
Fax. +590941172  
E-mail: prior@antilles.inra.fr

### 10 de junio al 22 julio, 1997

Agroecología:  
El Análisis de Agroecosistemas  
Tropicales con un Enfoque  
Ecológico

**Información:**

Organización para Estudios  
Tropicales.  
Apdo. 676-2050 San Pedro Costa  
Rica.  
Tel: (506) 240-6696  
Fax: (506)240-6783  
E-mail: cademic@ns.ots.ac.cr

### 23-27 junio 1997

Seminario Científico Interna-cional  
de Sanidad Vegetal.

**Información:**

Centro de Información y  
Documentación INISAV  
Calle 110. No.514 entre 5ta B.  
y 5 ta F  
Miramar, Plaza Habana, Cuba  
Tel (537)330535  
Fax(537)330535, 333-70  
E-mail: cid@nisav.cigb.edu.cu

### 19 - 22 agosto 1997

Simposio Internacional sobre Riego  
y Drenaje en Banano.

**Información:**

Campus EARTH, Guácimo/ Limón,  
Costa Rica  
Dr. Mahlon Brevé  
Apdo. 4442-1000,  
EARTH San José  
Tel. (506)255-2000  
Fax. (506)255-2726  
E-mail: mbreve@ns.earth.ac.cr

### 15-17 Octubre 1997

VI Congreso Nacional de  
Micología IX Jornada Científica

**Información:**

Dr. Evangelina Pérez Silva  
Presidenta de la Sociedad  
Mexicana de Micología  
Depto. Botánica.  
Instituto de Biología.  
Apdo. Postal 70-233 CD.  
Universitaria, UNAM  
04510 Mexico, D.F.  
Tel. 622-56-99 ext. 238 y 241  
Fax. (915)550-1760  
E-mail: smdm@+servidor.unam.mx

### 10-13 Noviembre 1997

Simposio Interamericano sobre  
Banana en los Subtrópicos

**Información:**

ICIA Apdo. 60, 38200 La Laguna  
Tenerife, España  
Tel. (+34-22)476322  
FAX (+34-22)476303  
E-mail: bansubtr@icia.rcanaria.es

# CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA (CATIE)

## PROGRAMA DE ENSEÑANZA (EDEC0) ÁREA DE CAPACITACIÓN

### CURSOS ESPECIALES Y ESTRATÉGICOS AÑO 1997

Taller ISF AM de Bosques		28-31 enero
Sistemas de Información Geográfica (I)	(S.Velasquez)	4- 15 agosto
Desarrollo de Sistemas Agroforestales	(D.Kass)	7 julio - 26 setiembre
Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales Tropicales	(J.Zamora)	10 febrero -2 marzo
Planificación de Estrategias para la Extensión Forestal	(B.Louman)	17-28 noviembre
Áreas Protegidas	(J.Villa)	24 marzo - 26 abril
Mujer y Desarrollo	(C.Fassaert)	6-17 octubre
Gerencia Ambiental	(J.Aguirre)	17 - 28 noviembre
Análisis Estadístico en Agricultura con Software SAS (Módulo 1)	(P.Ferreira)	2 -6 junio
Análisis Estadístico en Agricultura con Software SAS (Módulo 2)	(P.Ferreira)	9-13 junio
Simulación y Sistemas de Expertos en la Agricultura	(J.Arze)	4-15 agosto
Organización de Colecciones	(L.Coto)	19-30 mayo
Servicios de Información en el Sector Agrícola	(L.Coto)	18-28 agosto
Diseño y Análisis Estadístico de Sistemas Agroforestales	(L.Gómez)	19-30 mayo
Identificación, Formulación y Evaluación Económica y Financiera de Proyectos Forestales y Ambientales	(J.Aguirre)	9-20 junio
Gestión Ambiental de Cuencas Hidrográficas	(J.Faustino)	16-27 junio
Planificación y Gerencia de Investigación Forestal	(M.Kanninen)	17-28 noviembre
Sistema Automático de Evaluación de Tierras (ALÉS): Conceptos, Manejo y Aplicaciones	(J.Arze)	18-29 agosto
Sistemas de Información Geográfica (II): Aplicaciones en Recursos Naturales con IDRISI para Windows y ARC/INFO	(S.Velasquez)	18-29 agosto
Aspectos Económicos de Impactos Ambientales	(S.Shultz)	1-19 setiembre
Desarrollo Rural Basado en el Manejo de Ecosistemas Naturales Tropicales (III)	(T.Ammour)	29 setiembre - 24 octubre

# CATIE

## ESCUELA DE POSTGRADO

Turrialba, Costa Rica



### **Doctorados (Ph. D) en:**

#### **Forestería**

(Conjuntamente con Colorado State University)

#### **Agroforestería**

(Conjuntamente con University of Florida)

#### **Solicite información a:**

**Escuela de Postgrado**

**CATIE**

**Apartado Postal 7170 Turrialba**

**Costa Rica**

**Fax (506) 5560914/5561533**

**Tel. (506) 5561016/5566431**

**Email: [posgrado@catie.ac.cr](mailto:posgrado@catie.ac.cr)**

### **Maestrías (M.Sc.) en:**

#### **Sistemas de Producción Agrícola Sostenible**

- Cultivos Tropicales
- Fitoprotección
- Sistemas Agroforestales

#### **Manejo Integrado de Recursos Naturales**

- Manejo de Cuencas
- Manejo de Conservación de la Biodiversidad
- Manejo y Silvicultura de Bosques
- Economía y Sociología Ambiental