

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

Estrategia esencial

para la conservación de los recursos naturales, la salud y la producción agrícola sostenible

MARZO, 1994

No.31



Alta reducción en la densidad poblacional de la caminadora cuando el maíz se asocia a *Mucuna* sp.
Alta infestación de la caminadora cuando el maíz no se asoció con leguminosas. (Pág. 29).

Programa
Agricultura Tropical Sostenible.



Centro Agronómico
Tropical de Investigación y Enseñanza

Turrialba, Costa Rica

"MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS"

- Publicación de los trabajos más significativos en las áreas de fitoprotección de interés regional para: la **producción agrícola sustentable**; la **conservación de los recursos naturales**; y la **protección de la salud del productor agrícola y del consumidor**.
- Selecciona y difunde material de apoyo a la enseñanza, la investigación, la cooperación técnica y el desarrollo en los países de Centro América y Panamá.
- Los trabajos son seleccionados y revisados por expertos vinculados directa e indirectamente con las actividades de fitoprotección del CATIE en la región. En esta forma se integra un "**grupo asesor editorial**" que varía de acuerdo con el grado de participación de cada especialista en este proceso. Todos los trabajos son considerados por el **Comité Editorial del CATIE - CEC**, dentro del proceso de edición y publicación.
- Los artículos difundidos por este medio pueden ser analizados, citados o reproducidos total o parcialmente, mencionando la fuente original.
- Las ideas y opiniones expresas o implícitas en esta publicación son de la responsabilidad de cada autor y no necesariamente de las instituciones auspiciadoras.
- La función principal de esta Revista es la de servir como instrumento de comunicación, foro de discusión y medio de difusión de los resultados de la experimentación y la investigación.

Instrucciones para los autores:

- Se consideran para su inclusión en la Revista trabajos tales como: Informes técnicos; resultados de investigación; ponencias a reuniones, cursos, seminarios, talleres, etc.; material de enseñanza; adaptaciones de tesis; informes de consultorías; estudios de diagnóstico; y otro material que refleje un aporte al logro de los objetivos de las actividades de fitoprotección del CATIE.
- Se aceptan escritos a máquina, pero de preferencia, se reciben versiones impresas por computador acompañadas de su copia en diskette usando el procesador de texto "Word", "Word perfect" o "Word Star".
- En el número de esta Revista, correspondiente a diciembre de cada año, se ofrecerán instrucciones más amplias para los usuarios sobre la presentación de trabajos, los cuales siguen básicamente el formato de presentación del presente número.

Organismos Auspiciadores:

- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza - CATIE
- Oficina Regional para Programas Centroamericanos (ROCAP) de la Agencia Internacional para el Desarrollo - AID, de los Estados Unidos de América

Fecha de iniciación y periodicidad:

No.1, setiembre, 1986.
Trimestral (marzo, junio, setiembre, diciembre).

Tiraje y Distribución:

- 1000 ejemplares
- Se envía en reciprocidad con instituciones que hagan llegar sus publicaciones e información en áreas de fitoprotección al CATIE.
- Quienes no dispongan de condiciones para el intercambio y cooperación pueden tomar una suscripción anual por US\$20 (incluye envío por impreso aéreo).
- Responsable de coordinación, edición y distribución:

Orlando Arboleda-Sepúlveda
Centro de Información en Fitoprotección
CATIE. Área de Fitoprotección.
7170 Turrialba, **Costa Rica**

Manejo Integrado de Plagas

MARZO, 1994

No.31

CONTENIDO

	Pág.
INFORMES DE INVESTIGACION	
Evaluación de nematocidas, enmiendas orgánicas y resistencia varietal al nematodo agallador (<i>Meloidogyne salasi</i> López) en el cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) en Panamá.....	1-11
José Antonio Agullar, IDIAP, Panamá, Panamá Nahúm Marbán, CATIE, Turrialba, Costa Rica Eric M. Candanedo, IDIAP, Panamá, Panamá	
Retardo de la virosis por <i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius) en tomate mediante semilleros cubiertos.....	12-16
Gonzalo G. Rivas, Ramón Lastra, Luko Hille, CATIE, Turrialba, Costa Rica	
Evaluación de <i>Beauveria bassiana</i> (Bals.) para el control biológico del picudo del plátano <i>Cosmopolites sordidus</i> (Germar).....	17-21
Saúl Brenes, CYANAMID, Costa Rica Manuel Carballo, CATIE, Turrialba, Costa Rica	
Evaluación de <i>Beauveria bassiana</i> para el control de <i>Cosmopolites sordidus</i> y <i>Metamasius hemipterus</i> (Coleoptera: Curculionidae) en condiciones de campo.....	22-24
Manuel Carballo, CATIE, Turrialba, Costa Rica Miriam Arias de López, INIAP, Guayaquil, Ecuador	
ESTUDIOS Y GUIAS TECNICAS	
Eficiencia de insecticidas para el control de <i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius) en tomate.....	25-28
Víctor Salguero, Julio Morales, CATIE, Guatemala, Guatemala	
Manejo de la caminadora (<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour) W.D. Clayton) en el cultivo de maíz y el período de barbecho con leguminosas de cobertura.....	29-35
Ramiro de la Cruz, Enrique Rojas, Arnoldo Morayo, CATIE, Turrialba, Costa Rica	
ENSAYOS Y NOTAS TECNICAS	
Consideraciones sobre la función de producción aplicada a problemas de manejo integrado de plagas.....	36-42
Octavio Ramírez, CATIE, Turrialba, Costa Rica	
COMUNICACION TECNICA	
Caracterización del daño de las polillas de la papa, <i>Tecla solanivora</i> y <i>Phthorimaea operculella</i> (Lepidoptera: Gelechiidae), en Cartago, Costa Rica.....	43-46
Luko Hille, CATIE, Turrialba, Costa Rica	
BIBLIOGRAFIAS ESPECIALIZADAS	
"Manejo Integrado de Plagas". Indice de Materias: No.1-30 (Set. 1986-Dic. 1993).....	47-55

Programa
Agricultura Tropical Sostenible



Centro Agronómico
Tropical de Investigación y Enseñanza

Turrialba, Costa Rica

EVALUACION DE NEMATICIDAS, ENMIENDAS ORGANICAS Y RESISTENCIA VARIETAL AL NEMATODO AGALLADOR (*Meloidogyne salasi* López) EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) EN PANAMA*

José Antonio Aguilar López**
Nahum Marbán Mendoza***
Eric M. Candanedo**

ABSTRACT

The effect of the nematicides terbufos 10G (2.5 Kg a.i./ha) and ethoprop 15G (3 and 6 Kg a.i./ha) and organic amendments of chicken manure (4, 8, 12 and 16 ton/ha) and chitin (150, 250, 350 y 450 Kg/ha) on the behavior of *Meloidogyne salasi* in the rice var. Oryzica 1 was evaluated to control this pathogen under field conditions. No significant differences ($p \geq 0.05$) were found in the nematode's population densities during the cropping cycle for treatments. Root-knotting percentages oscillated between 0.07-1.59%, which suggests that this variety of rice is resistant to the nematode. Under greenhouse conditions, the response of 40 rice genotypes from IRRRI was evaluated. These were inoculated with 5000 eggs and J2 of *M. salasi*/pot. Sixty days after inoculation, highly significant differences ($p \leq 0.05$) were found between the root-knot percentage, root fresh weight and reproduction index. These results confirm that rice genotypes influence *M. salasi* behavior and reproduction.

INTRODUCCION

El cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en Panamá, constituye el principal cereal básico dentro de la alimentación de la población. Alrededor de 109,320 ha se siembran anualmente y su producción es afectada por un nematodo agallador del sistema radical (Panamá 1992a y b). La presencia de este nematodo fue indicada por Tarté (1970) en las zonas productoras de la región central y occidental del país en donde hoy se cultiva el 77.84% (85,099 ha) de la superficie total de arroz sembrada (Panamá 1992a y b). Posteriormente, este patógeno fue identificado como una nueva especie de nematodo agallador, y lo denominaron *Meloidogyne salasi* (López 1984). Se han estimado pérdidas de hasta un 50% en el rendimiento del cultivo (Grillo, M. CEGRACO, Grupo CALESA. Coclé, Panamá, Comunicación personal) por lo que *M. salasi* se considera un patógeno muy importante.

El manejo y control de este nematodo se ha fundamentado en métodos que emplean nematicidas

Recibido: 15/04/94. Aprobado: 21/06/94.

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

**Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP). Apartado 6-4391 El Dorado, Panamá ó A Panamá.

***CATIE. Area de Fitoprotección, 7170 Turrialba, Costa Rica.

RESUMEN

Se evaluó bajo condiciones de campo el efecto de los nematicidas terbufos 10G (2.5 Kg i.a./ha) y ethoprop 15G (3 y 6 Kg i.a./ha), y las enmiendas orgánicas gallinaza (4, 8, 12 y 16 ton/ha) y quitina (150, 250, 350 y 450 Kg/ha) sobre el comportamiento de *Meloidogyne salasi* en el cultivo de arroz var. Oryzica 1. No se encontraron diferencias significativas ($p \geq 0.05$) en las densidades poblacionales del nematodo durante el ciclo del cultivo en los tratamientos. Los porcentajes de agallamiento radical oscilaron de 0.07 a 1.59%, lo que sugiere que la variedad Oryzica 1 es un genotipo resistente al nematodo. Se evaluó, bajo condiciones de invernadero la respuesta de 40 genotipos de arroz procedentes del IRRRI. Se inocularon con 5000 huevos y J2 de *M. salasi*/macetero. Se encontraron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.05$) 60 días después de la inoculación, entre el porcentaje de agallamiento radical, peso fresco de raíces e índice de reproducción. Estos resultados confirman que los genotipos de arroz influyeron sobre el comportamiento y reproducción de *M. salasi*.

químicos. Sin embargo, los problemas ambientales asociados con su uso han promovido la necesidad de buscar otras opciones ecológicamente sostenibles. Este estudio incluye dos experimentos para evaluar el efecto de diferentes dosis de nematicidas y enmiendas orgánicas sobre la densidad de *M. salasi* y el porcentaje de agallamiento radical en el cultivo de arroz. Evaluar e identificar genotipos promisorios de arroz con resistencia a *M. salasi*, basados en los menores porcentajes de agallamiento radical e índice de reproducción del nematodo.

MATERIALES Y METODOS

Evaluación de nematicidas y enmiendas orgánicas en el suelo para el control del nematodo agallador *Meloidogyne salasi* en el cultivo de arroz var. Oryzica 1.

El experimento se realizó durante la estación seca, enero a mayo de 1993, bajo condiciones de campo en la finca Santa Rita, (CEGRACO) en el distrito de Santa María, Herrera, Panamá.

El estudio se realizó en el campo 825 de la finca, anteriormente cultivada con arroz var. Oryzica 1 y con antecedentes de daños por *M. salasi*. Se efectuaron muestreos previos usando el método de muestreo reticulado (Steel y Torrie 1985, Ferreira 1993) con la finalidad de localizar un área con un nivel crítico de infestación de un estado juvenil de segundo estadio (J2) de *M. salasi*/cc de suelo(*). Se tomaron 36 submuestras en un área de 20m x 20m dentro de estratos de 120m x 120m (1.44 ha) que fueron homogeneizadas para obtener una muestra compuesta y luego se procesaban para la extracción de los nematodos mediante el método descrito por Jenkins (1964).

Localizado el estrato con el nivel de infestación requerido, se intensificó el muestreo en un sector de 10m x 10m sin mezclar las submuestras y procesándolas individualmente mediante el método descrito por Jenkins (1964).

Las unidades experimentales consistieron en parcelas de 10m X 4 m (40 m²) en donde se aplicaron 12 tratamientos, descritos en el cuadro 1 y dispuestos en un diseño en bloques al azar (DBA) (Little y Hills 1979, Steel y Torrie 1985) con cuatro repeticiones. La gallinaza (de gallinas ponederas) se obtuvo de fincas de la zona, debidamente secada y se aplicó una semana antes de sembrar. La quitina se extrajo de los desechos de caparazones de camarones, provenientes de plantas procesadoras y empacadoras. Este material se secó al sol sobre pisos de cemento. Su naturaleza quebradiza fué indicador del óptimo secado. Luego se molieron en molino de martillo y se cernieron en un tamiz (malla 10-20) hasta lograr un tamaño de partícula fina y así se aplicó una semana antes de la siembra. Se utilizó la variedad Oryzica 1 y se sembró al voleo a razón de 2.5 qq/ha.

CUADRO 1. Tratamientos y dosis utilizadas para el control del nematodo agallador *M. salasi* en el cultivo de arroz var. Oryzica 1. Panamá, 1993.

TRATAMIENTOS	DOSIS
Testigo absoluto	-
Terbufos 10 G ^a	2.5 Kg i.a./ha
Ethoprop 15 G ^b	3.0 Kg i.a./ha
Ethoprop 15 G	6.0 Kg i.a./ha
Gallinaza ^c	4.0 t/ha
Gallinaza	8.0 t/ha
Gallinaza	12.0 t/ha
Gallinaza	16.0 t/ha
Quitina ^d	150.0 Kg/ha
Quitina	250.0 Kg/ha
Quitina	350.0 Kg/ha
Quitina	450.0 Kg/ha

* Práctica común para el control de nematodos en la empresa CEGRACO. ^b Mocap 15G. ^c Estiercol de gallinas. ^d Caparazones de camarones (seco y molido).

(*) CANDANEDO, E. Nivel crítico poblacional de daño para el cultivo de arroz. IDIAP, Panamá.

Variables evaluadas

1. Población inicial (P) de *M. salasi* en el suelo, antes de aplicar los tratamientos.

2. Población de *M. salasi* en el suelo a los 30, 60, 90 y 120 días después de germinado (ddg) el arroz.

3. Índice de agallamiento radical: se tomaron 20 plantas al azar (sistema radical limpio y libre de partículas de suelo). Se utilizó la escala de Babatola (1980) para estimar dicho índice.

4. Población final (P_f) de *M. salasi* (huevos y juveniles de segundo estadio (J2)) en raíces.

5. Rendimiento bruto de campo (arroz húmedo + impurezas).

6. Porcentaje de humedad del grano, usando un probador electrónico de humedad (n=2 muestras/tratamiento).

7. Rendimiento neto de campo (arroz seco y limpio, ajustado al 12% de humedad final y 0% de impurezas).

Para cuantificar los nematodos de suelo y raíces se utilizaron los métodos descritos por Jenkins (1964), Hussey y Barker (1973) y Niblack y Hussey (1985).

Los conteos de huevos y segundos estados juveniles (J2) de *M. salasi* se realizaron bajo el microscopio compuesto (objetivos 4X y 10X).

Análisis estadístico de los datos

La población inicial (P) se consideró como covariable. Se recurrió a técnicas de transformación (Little y Hills 1979, Steel y Torrie 1985), para el análisis de varianza (ANAVA) de algunas variables. Las medias se compararon a través de la prueba de rango múltiple de Duncan. Contrastes ortogonales (J2/100cc de suelo) se realizaron entre los tratamientos.

Las transformaciones utilizadas fueron:

Variable	Transformación
J2/100 cc de suelo	$\log_{10}(X+1)$
% de agallamiento	$(X+0.05)$
Huevos/50 g raíces	$\log_{10}(X+1)$
J2/50 g raíces	$\log_{10}(X+1)$
% Humedad-grano	$\log_{10}(X)$

CUADRO 2. Genotipos de arroz (*Oryza sativa*) procedentes del IRRI para evaluación de resistencia a *M. salasi* en Panamá, 1993.

Au 720	Au 14367	Au 24096	Au 59503
Au 5324	Au 16554	Au 25891	Au 66906
Au 5405	Au 16574	Au 26011	Au 66996
Au 7689	Au 16677	Au 39158	Au 66998
Au 8343	Au 18025	Au 42103	Au 70916
Au 9026	Au 19325	Au 43287	Au 72529
Au 11627	Au 19464	Au 50634	Au 75205
Au 13671	Au 19642	Au 52856	Au 76299
Au 13705	Au 19643	Au 53047	Au 76301
Au 13737	Au 19645	Au 55405	Au 76303

Au= Australia (Watanabe et al. 1992).

Evaluación de resistencia varietal contra el nematodo agallador *M. salasi* en 40 genotipos de arroz

El experimento se desarrolló bajo condiciones de invernadero con temperatura promedio ± 29 °C durante mayo y julio de 1993 en el CEIAT de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá.

Cuarenta genotipos de arroz procedentes del IRRI (Cuadro 2) se sembraron en suelos esterilizados con bromuro de metilo (84% arena, 12% limo, 4% arcilla; pH=6.1, 1.74% M.O., 41.3 $\mu\text{g/ml}$ P_2O_5 y 55.0 $\mu\text{g/ml}$ K_2O). Siete días después de la germinación se trasplantó una planta/macetero (2.4 l).

La fuente de inóculo de *M. salasi* se obtuvo de raíces de arroz, provenientes de campos infestados con este nematodo y los huevos y segundos estadíos juveniles (J2) se extrajeron mediante la técnica descrita por Hussey y Barker (1973). A los 10 días del trasplante cada genotipo de arroz fue inoculado con una suspensión que contenía un nivel poblacional inicial (P_i) de 5000 huevos y J2 de *M. salasi*/macetero.

Los tratamientos se dispusieron en un diseño completamente al azar (DCA) (Little y Hills 1979, Steel y Torrie 1985, Cochran y Cox 1990), con tres repeticiones.

Las plantas de arroz se fertilizaron a los 15 días después del trasplante con la solución Nutrex (20 N-20 P_2O_5 -20 K_2O) a 30 g/gal de agua.

A los 60 días después de la inoculación se extrajeron los huevos y juveniles del nematodo, tanto del suelo como de las raíces. Para ello, se vertió todo

el suelo del macetero, dentro de un recipiente. Se lavó el sistema radical se lavó sobre cribas de 120 y 400 mallas. El suelo recolectado en ambas cribas se transfirió al recipiente inicial, con 500 cc de agua para formar un lodo cuyo volumen se estimó con la ayuda de un cilindro graduado.

Del cilindro, se extrajo una alícuota de 250 cc para procesarla con la técnica propuesta por Jenkins (1964) para la extracción de nematodos.

Las raíces limpias se observaron visualmente para calificar el índice de agallamiento de acuerdo a la escala de Babatola (1980). Posteriormente se pesaron y procesaron siguiendo los métodos descritos por Hussey y Barker (1973) y Niblack y Hussey (1985).

Las suspensiones acuosas que contenían los huevos y J2 fueron analizadas y cuantificadas a razón de dos submuestras/tratamiento bajo el microscopio (4X y 10X) en alícuotas de 2 cc.

Variables evaluadas

Índice de agallamiento radical.

Población final de *M. salasi* en el suelo y raíces.

Peso fresco de raíces.

Índice de reproducción (población final e inicial)

La población final (P_f) se expresa como el número total de huevos y segundos estadíos juveniles (J2) recobrados del suelo y raíces (Hadisoeganda y Sasser 1982).

El índice de reproducción ($IR = P_f/P_i$) se define como la población final en variedades resistentes

expresada en porcentaje de la población final, en una variedad susceptible (Triantaphyllou 1975).

Se recurrió a la transformación de los datos $\log_{10}(X)$, $\log_{10}(X+1)$, \sqrt{X} y $\arcsen(\sqrt{X/100})$ para el ANAVA. Las medias se compararon mediante la prueba Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSION

Evaluación de Nematicidas y Enmiendas orgánicas en el suelo para el control del nemátodo agallador *M. salasi* en el cultivo de Arroz var. Oryzica 1.

No hubo diferencias significativas ($p \geq 0.05$) entre los períodos de lectura y las densidades de población de J2 de *M. salasi*/100 cc de suelo en los distintos tratamientos.

La población final (P_f) de J2 de *M. salasi*/100 cc de suelo, fue estadísticamente diferente ($p \leq 0.05$) entre los promedios de tratamiento (Cuadro 3).

La mayor densidad poblacional de J2 de *M. salasi*/100 cc de suelo fue 120. Esta se encontró en el tratamiento con gallinaza 12 ton/ha, y mostró diferencias significativas ($p \leq 0.05$) con los tratamientos de Terbufos 10G 2.5 Kg i.a/ha, Quitina 150 Kg/ha y Quitina 250 Kg/ha, que presentaron las densidades más bajas de 65, 65 y 64 J2 de *M. salasi*/100 cc de suelo respectivamente.

Las densidades de población de *M. salasi*, fueron inferiores al nivel crítico de un Juvenil de *M. salasi*/cm³ de suelo; no existiendo diferencias significativas entre el testigo y los tratamientos con nematicidas (Terbufos 10G y Ethoprop 15G) y las enmiendas orgánicas (Gallinaza y quitina). La baja densidad de población de *M. salasi*, registrada durante el ciclo del cultivo, impidió expresar el efecto de los tratamientos. Es probable que algunos de los factores predominantes durante el período seco (enero-abril) en el cual se desarrolló el estudio, tales como las altas temperaturas, hayan inhibido el comportamiento del nematodo en el suelo. También podría ser que la variedad Oryzica 1 fuese tolerante a la población de *M. salasi* en el área de estudio o quizás a la combinación de ambos factores u otro desconocido. Este hecho sugiere la necesidad de determinar un nuevo nivel crítico poblacional del nematodo en las zonas donde se cultiva Oryzica 1.

Aparentemente la duración del cultivo de 135 días fue insuficiente para la descomposición y liberación de compuestos nematotoxicos en las enmiendas orgánicas. La alta acidez del suelo (pH=4.65) pudo haber inhibido el efecto de la dosis de las enmiendas orgánicas y bien pudieran ser bajas para suelos con acidez como la registrada. Para obtener un control satisfactorio de nemátodos, los suelos ácidos necesitan niveles mayores de enmiendas orgánicas que los neutrales ó alcalinos (Rodríguez-Kabana *et al.* 1987).

CUADRO 3. Efecto de tratamientos sobre la población final (P_f) de segundos estadios juveniles (J2) de *M. salasi*/100 cc de suelo a los 120 dag(*) el arroz var. Oryzica 1. (N= 4 repeticiones).

TRATAMIENTO	Juveniles (J2) en 100 cc de suelo (**)
Gallinaza 12 Ton/ha	120 ^A
Gallinaza 16 Ton/ha	115 ^{AB}
Gallinaza 4 Ton/ha	101 ^{AB}
Testigo Absoluto	92 ^{AB}
Gallinaza 8 Ton/ha	90 ^{AB}
Quitina 450 Kg/ha	83 ^{AB}
Ethoprop 15G 6Kg i.a/ha	77 ^{AB}
Quitina 350 Kg/ha	76 ^{AB}
Ethoprop 15G 3Kg i.a/ha	73 ^{AB}
Terbufos 10G 2.5Kg i.a/ha	65 ^B
Quitina 150 Kg /ha	65 ^B
Quitina 250 Kg /ha	64 ^B
	C.V. = 34.76

(*) Días después de la germinación.
 (**) Valores con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la Prueba de Rango Múltiple de Duncan ($\alpha = 0.05$), a partir de valores transformados a $\log_{10}(X+1)$.

CUADRO 4. Efecto de tratamientos en el porcentaje de agallamiento (AG), huevos/50 g (H/50g) y juveniles (J2) de *M. salasi*/50 g de raíces (J2/50 g) de Arroz var. Orzyica 1 a los 135 ddg. Panamá, 1993.

Tratamientos	% AG (*)	H/50g	J2/50g
Ethoprop 15G 3 kg i.a/ha	1.59 ^{A AA}	675	1063
Testigo Absoluto	1.21 ^A	3006 A	3425 A
Gallinaza 12 ton/ha	1.11 ^A	331 A	1672 A
Quitina 150 kg/ha	0.35 ^A	209 A	675 A
Gallinaza 4 ton/ha	0.35 ^A	825 A	1140 A
Quitina 450 kg/ha	0.33 ^A	2087 A	4147 A
Quitina 250 kg/ha	0.32 ^A	645 A	1444 A
Quitina 350 kg/ha	0.12 ^A	2837 A	3534 A
Gallinaza 16 ton/ha	0.09 ^A	1490 A	2387 A
Ethoprop 15G 6 kg i.a/ha	0.09 ^A	1806 A	2750 A
Terbufos 10G 2.5 kg i.a/ha	0.08 ^A	2366 A	2603 A
Gallinaza 8 ton/ha	0.07 ^A	6153 A	5381 A
C.V.	36.23	10.96	10.57
s	0.33	1.17	1.08

(*)Valores con la misma letra no difieren estadísticamente, Prueba de Rango Múltiple de Duncan ($\sqrt{=}$ 0.05), a partir de valores transformados a $\sqrt{x+0.5}$ para porcentaje de agallamiento y $\log_{10}X+1$ para huevos/50 g de raíces y juveniles (J2)/50 g de raíces.

CUADRO 5. Rendimiento bruto de campo (RBC), porcentaje de humedad (%H) y rendimiento neto (RN) de arroz var. Orzyica 1 a los 135 ddg. Panamá, 1993.

Tratamientos	RBC (ton/ha) (*)	H (granos) (%)	RN (ton/ha)
Gallinaza 16 ton/ha	5.47 ^A	22.13 B	4.46 A
Terbufos 10G 2.5 kg i.a/ha	5.42 ^A	24.83 AB	4.25 A
Gallinaza 12 ton/ha	5.23 ^A	20.73 B	4.35 A
Quitina 350 kg/ha	4.99 ^A	21.98 B	4.11 A
Quitina 150 kg/ha	4.89 ^A	26.18 AB	3.77 A
Testigo Absoluto	4.82 ^A	23.38 AB	3.88 A
Gallinaza 4 ton/ha	4.77 ^A	20.78 B	3.90 A
Gallinaza 8 ton/ha	4.76 ^A	19.93 B	3.98 A
Ethoprop 15G 6 kg i.a/ha	4.42 ^A	26.30 AB	3.42 A
Quitina 250 kg/ha	4.30 ^A	29.33 A	3.24 A
Ethoprop 15G 3 kg i.a/ha	4.29 ^A	24.85 AB	3.35 A
Quitina 450 kg/ha	4.27 ^A	25.88 AB	3.33 A
C.V.	22.87	16.94	24.73

(*) Valores con misma letra no difieren estadísticamente, Prueba de Rango Múltiple de Duncan ($\alpha=$ 0.05), a partir de valores transformados a $\log_{10}(X)$ para la variable humedad de grano en campo.

CUADRO 6. Porcentaje e índice de agallamiento radical en 40 genotipos de arroz a los 60 días después de la inoculación de 5,000 huevos y segundos estadios juveniles (J2) de *M. salasi/macetero*. Panamá, 1993.

Genotipos	% de agall. radical(*)	Indice agall. radical	Respuesta (**)
Au 16677	72.00 ^A	5	S
Au 66996	70.00 ^{AB}	5	S
Au 720	68.00 ^{A-C}	5	S
Au 76301	64.67 ^{A-D}	5	S
Au 18025	63.67 ^{A-E}	5	S
Au 76303	62.33 ^{A-E}	5	S
Au 9026	57.33 ^{A-F}	5	S
Au 39158	55.33 ^{A-H}	5	S
Au 53047	55.00 ^{A-H}	5	S
Au 13737	50.67 ^{A-I}	5	S
Au 59503	47.33 ^{B-J}	4	MR
Au 70916	46.67 ^{B-K}	4	MR
Au 66998	46.67 ^{B-K}	4	MR
Au 50634	44.67 ^{C-L}	4	MR
Au 13671	43.33 ^{D-L}	4	MR
Au 19464	40.33 ^{E-M}	4	MR
Au 76299	38.33 ^{F-N}	4	MR
Au 16574	35.00 ^{F-N}	4	MR
Au 66906	33.33 ^{F-O}	4	MR
Au 19325	33.00 ^{G-O}	4	MR
Au 42103	32.67 ^{G-O}	4	MR
Au 72529	32.00 ^{G-O}	4	MR
Au 5324	31.67 ^{H-O}	4	MR
Au 25891	31.33 ^{H-O}	4	MR
Au 13705	31.00 ^{I-O}	4	MR
Au 5405	30.33 ^{I-O}	4	MR
Au 11627	30.00 ^{I-O}	4	MR
Au 55405	30.00 ^{I-O}	4	MR
Au 24096	28.33 ^{I-O}	4	MR
Au 8343	27.00 ^{I-O}	4	MR
Au 75205	26.00 ^{J-P}	4	MR
Au 26011	24.00 ^{J-P}	3	R
Au 52856	23.00 ^{K-P}	3	R
Au 16554	21.33 ^{L-P}	3	R
Au 19645	18.67 ^{M-P}	3	R
Au 14367	18.67 ^{M-P}	3	R
Au 19643	18.67 ^{M-P}	3	R
Au 19642	14.00 ^{OP}	3	R
Au 43287	8.67 ^P	3	R
Au 7689	8.67 ^P	3	R

C.V. = 19.5

(*) Valores con la misma letra no difieren estadísticamente, Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$).

(**) S = Susceptibles; MR=Moderadamente Resistentes; R = Resistentes (Babatola 1980).

CUADRO 7. Peso fresco promedio de raíces (g) en 40 genotipos de arroz a los 60 dd de la inoculación de 5,000 huevos y segundos estadíos juveniles (J2) de *M. salasi*/macetero. Panamá, 1993.

Genotipos	Peso fresco de raíces (g) (*)	Respuesta (**)
Au 16574	21.83 ^A	MR
Au 5405	21.40 ^A	MR
Au 52856	21.37 ^A	R
Au 8343	21.33 ^A	MR
Au 16677	20.20 ^{AB}	S
Au 13671	19.47 ^{A-C}	MR
Au 18025	19.03 ^{A-D}	S
Au 13705	18.87 ^{A-D}	MR
Au 9026	18.43 ^{A-E}	S
Au 70916	17.27 ^{A-F}	MR
Au 24096	16.53 ^{A-G}	MR
Au 25891	12.43 ^{A-H}	MR
Au 66906	11.93 ^{A-H}	MR
Au 76299	11.57 ^{A-H}	MR
Au 19464	10.60 ^{B-H}	MR
Au 19645	10.40 ^{B-H}	R
Au 720	9.53 ^{C-H}	S
Au 19325	9.30 ^{C-H}	MR
Au 7689	9.10 ^{C-H}	R
Au 50634	8.77 ^{D-H}	MR
Au 13737	8.73 ^{D-H}	S
Au 55405	8.37 ^{E-H}	MR
Au 53047	8.33 ^{E-H}	S
Au 42103	7.53 ^{F-H}	MR
Au 66996	7.07 ^{F-H}	S
Au 14367	6.67 ^{GH}	R
Au 11627	6.40 ^{GH}	MR
Au 76301	6.07 ^{GH}	S
Au 19643	6.03 ^{GH}	R
Au 59503	5.77 ^H	MR
Au 72529	5.07 ^H	MR
Au 39158	5.07 ^H	S
Au 5324	3.83 ^H	MR
Au 43287	3.43 ^H	R
Au 26011	3.43 ^H	R
Au 66998	3.27 ^H	MR
Au 19642	3.20 ^H	R
Au 75205	3.13 ^H	MR
Au 76303	2.87 ^H	S
Au 16554	2.57 ^H	R

C.V = 51.12

(*)Valores con la misma letra no difieren estadísticamente, Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$).

(**) S = Susceptibles; MR = Moderadamente Resistentes; R = Resistentes (Babatola 1980).

CUADRO 8. Índice de reproducción (IR=Pf/Pi) y respuesta del hospedante (% S, y/o R) observada en 40 genotipos de arroz a los 60 dd de la inoculación de 5,000 huevos y segundos estadios juveniles (J2) de *M. salasi*/macetero. Panamá, 1993.

GENOTIPOS	IR=(Pf/Pi) (*)	% S	% R	Respuesta(**)
Au 8343	291.67 ^A	100.00	0.00	S*
Au 18025	252.25 ^{AB}	86.48	13.52	S
Au 13671	238.68 ^{A-C}	81.83	18.17	S
Au 9026	225.56 ^{A-C}	77.83	22.67	S
Au 16677	219.72 ^{A-D}	75.33	24.67	S
Au 25891	187.94 ^{A-E}	64.44	35.56	S
Au 720	142.70 ^{A-F}	48.92	51.08	ER
Au 24096	127.86 ^{A-F}	43.84	56.16	ER
Au 16574	113.27 ^{A-F}	38.83	61.17	ER
Au 14367	106.99 ^{A-G}	36.68	63.32	ER
Au 19464	104.01 ^{A-G}	35.66	64.34	ER
Au 5405	90.32 ^{A-G}	30.97	69.03	ER
Au 66906	89.83 ^{A-I}	30.80	69.20	ER
Au 13705	81.92 ^{A-I}	28.09	71.91	ER
Au 72529	66.35 ^{A-J}	22.75	77.25	MR
Au 39158	61.93 ^{A-J}	21.23	78.77	MR
Au 13737	59.87 ^{A-J}	20.53	79.47	MR
Au 7689	59.06 ^{A-J}	20.25	79.75	MR
Au 50634	58.13 ^{A-J}	19.93	80.07	MR
Au 70916	52.87 ^{B-J}	18.13	81.87	MR
Au 76299	52.07 ^{B-J}	17.85	82.15	MR
Au 76301	52.00 ^{B-J}	17.83	82.17	MR
Au 11627	50.36 ^{C-K}	17.27	82.73	MR
Au 19645	47.05 ^{D-K}	16.13	83.87	MR
Au 42103	43.25 ^{E-K}	14.83	85.17	MR
Au 26011	40.71 ^{E-K}	13.96	86.04	MR
Au 19325	37.83 ^{E-K}	12.97	87.03	MR
Au 66996	37.38 ^{E-K}	12.82	87.18	MR
Au 55405	35.06 ^{E-K}	12.02	87.98	MR
Au 52856	31.45 ^{E-K}	10.78	89.22	MR
Au 66998	30.01 ^{F-L}	10.29	89.71	MR
Au 59503	29.89 ^{F-L}	10.25	89.75	MR
Au 53047	28.94 ^{F-L}	9.92	90.08	R
Au 5324	28.69 ^{G-L}	9.84	90.16	R
Au 76303	22.75 ^{H-L}	7.80	92.20	R
Au 19643	16.35 ^{H-L}	5.61	94.39	R
Au 16554	16.09 ^{J-L}	5.52	94.48	R
Au 75205	14.81 ^{J-L}	5.08	94.92	R
Au 43287	9.61 ^{KL}	3.29	96.71	R
Au 19642	5.08 ^M	1.74	98.26	R

C.V. = 22.3

(*) Valores con la misma letra no difieren estadísticamente, Prueba Duncan ($\alpha = 0.05$) Duncan a partir de valores transformados a $\log_{10}X$.

(**) S = Susceptible, ER= Escasamente resistente, MR= Moderadamente resistente y R= Resistente (Taylor 1967).

La enmienda gallinaza no redujo las poblaciones de *M. salasi* en el suelo. Estos resultados no coinciden con los reportados por Chindo y Khan (1990) quienes indicaron que con aumentos en los niveles de gallinaza de 0, 2, 4, y 8 ton/ha aplicados al suelo días antes de la siembra, se redujeron las poblaciones de *Meloidogyne incognita* raza 1 en el cultivo de tomate. Niveles de gallinaza de 8 ton/ha aplicados al suelo no mostraron un efecto positivo en el control de *M. incognita* en el cultivo del melón en Panamá (Poveda 1991), lo que coincide con nuestros resultados.

Las bajas poblaciones de *M. salasi* registradas durante la estación seca, sugieren que es posible abstenerse de la aplicación de medidas de control contra el nematodo.

No se encontraron diferencias significativas ($p \geq 0.05$) para las variables porcentaje de agallamiento, huevos/50 g de raíces y juveniles (J2) de *M. salasi*/50 g de raíces (Cuadro 4).

El porcentaje de agallamiento del sistema radical varió entre 0.07 y 1.59%, lo que corresponde a un índice de 2 según la escala de Babatola (1980). La interpretación de este índice de 2 corresponde a un genotipo de arroz altamente resistente que para este estudio, fue la variedad Oryzica 1.

El número de huevos dentro del sistema radical osciló de 209 a 6153 huevos/50 g de raíces (4 a 123 huevos/1 g de raíz), lo cual indica que el nematodo continuó su reproducción a tasas variables en los distintos tratamientos, a pesar de no existir diferencias significativas entre ellos.

El número de J2 de *M. salasi*/50 g de raíces dentro del sistema radical, varió entre 675 y 5381 (14 y 108 J2/g de raíz).

M. salasi causó escaso o reducido porcentaje de agallamiento del sistema radical de la var. Oryzica 1. Esta ausencia o baja proporción de agallamiento radical no implica ausencia del nematodo o densidades reducidas de población. Mac Guidwin *et al.* (1987) indicaron que el número de raíces agalladas no fue un reflejo preciso de las densidades de nematodos agalladores como *Meloidogyne hapla* dentro de las raíces de plantas de cebolla. En este caso la fenología de la planta hospedante fue el factor más limitante de incremento poblacional del nematodo.

No se encontraron diferencias significativas ($p \geq 0.05$) para las variables rendimiento bruto de campo y rendimiento neto (Cuadro 5).

Para la variable porcentaje de humedad del grano a la cosecha, se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre tratamientos. Los mayores porcentajes de humedad del grano de 29.3, 26.3, 26.2 y 25.9% se obtuvieron, en los tratamientos con Quitina 250 Kg/ha, Ethoprop 15G 6.0 Kg l.a/ha, Quitina 150 Kg/ha y Quitina 450 Kg/ha, respectivamente. Sin embargo, estos tratamientos no difirieron estadísticamente entre sí ($p \geq 0.05$), ni con el testigo absoluto y el Terbufos 10G 2.5 Kg l.a/ha.

Los menores porcentajes de humedad de 19.9, 20.7, 20.8 y 22.0% se alcanzaron en los tratamientos con 8, 12 y 4 ton/ha de Gallinaza y Quitina 350 Kg/ha respectivamente. Entre estos tratamientos las diferencias no fueron significativas ($p \geq 0.05$) al igual que con el Testigo Absoluto y el Terbufos 10G 2.5 Kg l.a/ha.

Las enmiendas orgánicas evaluadas no revelaron un efecto nematológico durante los 135 días de desarrollo del cultivo, sobre las poblaciones de *M. salasi*, pero parecen intervenir sobre el tiempo de maduración del grano. Los tratamientos con gallinaza parecen acelerar el proceso de maduración, evidenciado en los menores porcentajes de humedad en estos tratamientos. Por el contrario, la quitina parece retardar la maduración. Esto se evidencia en el alto porcentaje de humedad del grano en estos tratamientos. La alta humedad indica que aún el grano está tierno y no alcanzó la madurez adecuada.

El efecto a largo plazo de las enmiendas es atribuible al establecimiento de una población alta de microorganismos antagónicos a los nematodos (Rodríguez-Kabana *et al.* 1987). Por lo tanto un ciclo de cultivo de 135 días es insuficiente para evaluar el impacto de la aplicación de las enmiendas orgánicas, sobre los nematodos del suelo en las condiciones del área estudiada. Se debe continuar este tipo de estudios por períodos mayores a fin de medir el efecto de tales enmiendas sobre las poblaciones de nematodos en el suelo, así como los posibles efectos que algunas dosis pudieran ocasionar al cultivo.

La evaluación de Oryzicola 1 y el nematodo indica que las pérdidas son mínimas y no es importante.

Evaluación de resistencia varietal contra el nematodo agallador *Meloidogyne salasi* en 40 genotipos de arroz (*Oryza sativa*).

El menor porcentaje de agallamiento radical de 8.67% se encontró en los genotipos de arroz Au 7689 y Au 43287. El genotipo Au 16677 manifestó el mayor porcentaje de 72.0% (Cuadro 6).

Las variaciones obtenidas en los porcentajes de agallamiento radical en los distintos genotipos de arroz, confirman algunos resultados que establecen que la resistencia en muchos genotipos es evidenciada por la reducción del agallamiento radical (Hare 1965).

De los 40 genotipos evaluados, 10 correspondieron a la categoría de susceptibles, 21 moderadamente resistentes y 9 resistentes (Babatola 1980). Diferencias en peso fresco de raíces fueron altamente significativas ($p \leq 0.05$) entre los distintos genotipos de arroz (Cuadro 7).

El menor peso fresco promedio de 2.57 gramos de raíz, se obtuvo en el genotipo de arroz Au 16554. Sin embargo, este mismo genotipo presentó un porcentaje de agallamiento radical de 21.33% y fue clasificado como resistente, según el índice de agallamiento obtenido y su correspondiente interpretación de acuerdo a la escala de Babatola (1980).

Entre los diez últimos genotipos de arroz, que presentaron los menores promedios de peso fresco de raíces, solo dos corresponden a la categoría susceptible, cuatro a moderadamente resistentes y cuatro resistentes. La presencia de nematodos parece no restringir la producción de raíces en los genotipos de arroz. La relación entre ambas variables no fue estadísticamente significativa ($p \geq 0.05$). Una alta proporción de raíces fibrosas se observó en híbridos interespecíficos y especies de *Trifolium* que permanecieron como un buen hospedante de *Meloidogyne incognita*. Esta evidencia se vinculó a expresiones de tolerancia (Pederson y Windham 1989).

Hospedantes vegetales como el Pimentón (*Capsicum annuum*) y ají picante (*C. frutescens*) han manifestado mayor desarrollo de la masa radical, bastante ramificada y con agallas pequeñas ante la presencia de *M. incognita*. Esta reacción del hospedante, podría estar ligada a mecanismos de tolerancia (Candanedo et al. 1988).

El mayor volumen radical observado en tres líneas de tomate como reacción a la presencia de *M. incognita* fue calificado como un buen indicativo de una tendencia a la tolerancia (Candanedo et al. 1990).

Los resultados indican que el arroz puede reaccionar en forma diferente a las especies de *Trifolium* y algunas solanáceas ante la presencia de especies de nematodos agalladores.

Los índices de reproducción ($IR = Pf/Pi$) obtenidos, variaron significativamente ($p \leq 0.05$) entre los distintos genotipos de arroz (Cuadro 8). Estos IR se incrementaron con los aumentos en susceptibilidad y disminuyeron con los incrementos de resistencia de los genotipos de arroz.

Los genotipos de arroz que restringieron la reproducción de *M. salasi* en más del 90% fueron: Au 53047 (90.08%), Au 5324 (90.2%), Au 76303 (92.2%), Au 19643 (94.4%), Au 16554 (94.5%), Au 75205 (94.9%), Au 43287 (96.7%) y Au 19642 (98.26%). Estos ocho genotipos, se seleccionaron de acuerdo al principio que establece que para el control práctico del nematodo agallador de raíz *Meloidogyne spp.*, un genotipo resistente debe restringir una gran proporción de la reproducción, generalmente 90% o más en comparación con los genotipos susceptibles de la misma especie (Taylor y Sasser 1983).

Los genotipos que manifestaron menores pesos frescos de raíces, expresaron menores índices de reproducción de *M. salasi*. Este hecho confirma los resultados que sugieren que los genotipos resistentes alteran su fisiología para el detrimento del nematodo. O bien, la penetración inicial del nematodo estimula una reacción de defensa en los genotipos resistentes que pueden causar una reducción en el índice de reproducción del nematodo (Hadisoeganda y Sasser 1982).

La respuesta de los genotipos de arroz al grado de susceptibilidad o resistencia a *M. salasi* se estimó con base en la proporción de agallamiento radical e índice de reproducción del nematodo. Esta respuesta solo refleja la capacidad de *M. salasi* para reproducirse y evidenciar síntomas de agallamiento radical. Sin embargo, no permite cuantificar la magnitud de las pérdidas reales en rendimiento que podría ocasionar al cultivo. De allí que sea necesario confirmar el potencial de los genotipos identificados como resistentes, bajo condiciones de campo y en diferentes sistemas de producción (sistemas de secano, riego o inundación). □

BIBLIOGRAFIA

- ALVARADO, M.; LOPEZ, R. 1981. Extracción de nematodos fitoparásitos asociados al arroz, cv. C.R. 1113, mediante modificaciones de las técnicas de centrifugación-flotación y embudo Baerman modificado. *Agronomía Costarricense* 5(1/2):7-13.
- BABATOLA, J.D. 1980. Reactions of some rice cultivars to the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. *Nematropica* 10(1):5-9.
- CANDANEDO, E.M.; PINOCHET, J.; ARANDA, G.; GRAY, B. 1988. Evaluación de germoplasma de pimentón y ají picante a *Meloidogyne incognita* en Panamá. *Nematropica* 18(2):87-91.
- CANDANEDO, E.M.; von LINDEMAN, G.; ARANDA, G.; GRAY, B. 1990. Evaluación de resistencia a *Meloidogyne incognita* raza 2 en germoplasma de tomate resistente a la marchitez bacteriana en Panamá. *Nematropica* 20(1):89-94.
- CHINDO, P.S.; KHAN, F.A. 1990. Control of root-knot nematodes, *Meloidogyne* spp., on tomato, *Lycopersicon esculentum* Mill., with poultry manure. *Tropical Pest Management* 36(4):332-335.
- COCHRAN, W.G.; COX, G.M. 1990. Diseños experimentales. México, Trillas. 661p.
- FERREIRA, P. 1993. Apuntes del curso de muestreo. Escuela de Posgrado-CATIE. Turrialba, Costa Rica. sp. (Mimeografiado).
- FIGUEROA, A. 1973. Estudio morfométrico y biológico sobre el nematodo cecidógeno del arroz *Hypoperine* sp. (Nematoda: Heterodidae) y pruebas de susceptibilidad al mismo de once variedades y una línea de arroz (*Oryza sativa* L.). Tesis Ing. Agr. Universidad de Costa Rica. 51 p.
- HADISOEGANDA, W.W.; SASSER, J.N. 1982. Resistance of tomato, bean, southern pea and garden pea cultivars to root-knot nematodes based on host suitability. *Plant Disease* 66(2):145-150.
- HARE, W.W. 1965. The inheritance of resistance of plants to nematodes. *Phytopathology* 55:1162-1167.
- HUSSEY, R.S.; BARKER, K.R. 1973. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp. including a new technique. *Plant Disease Reporter* 57(12):1025-1028.
- JENKINGS, W.R. 1964. A rapid centrifugal-flotation. Technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Reporter* 48(9):692.
- LITTLE, T.M.; HILLS, F.J. 1979. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. México, Trillas. 270p.
- LOPEZ, R. 1984. *Meloidogyne salasi* sp. n. (Nematoda: Meloidogynidae), a new parasite of rice (*Oryza sativa* L.) from Costa Rica and Panama. *Turrialba (Costa Rica)* 34(3):275-286.
- MacGUIDWIN, A.E.; BIRD, G.W.; HAYNES, D.L.; GAGE, S.H. 1987. Pathogenicity and population dynamics of *Meloidogyne hapla* associated with *Allium cepa*. *Plant Disease* 71(5):446-449.
- NIBLACK, T.L.; HUSSEY, R.S. 1985. Extracción de nematodos del suelo y de tejidos vegetales. In *Fitonematología: Manual de Laboratorio*. B.M. Zuckerman; W.F. Mai, M.B. Harrison. (Eds.) CATIE, Turrialba, Costa Rica. 248 p.
- PANAMA, DIRECCION DE ESTADISTICA Y CENSO. 1992a. Panamá en cifras. 1987-1991. Panamá. 250 p.
- PANAMA, DIRECCION DE ESTADISTICA Y CENSO. 1992b. Censos nacionales. 1990. V Censo Agropecuario (21-28 abril, 1991) Vol. I Resultados Básicos. Panamá. 97p.
- PEDERSON, G.A.; WINDHAM, G.L. 1989. Resistance to *Meloidogyne incognita* in *Trifolium interspecific hybrids* and species related to white clover. *Plant Disease Reporter* 73(7):567-569.
- POVEDA G., J.M. 1991. Determinación de la distribución y frecuencia de fitonematodos asociados al cultivo de melón (*Cucumis melo* L.) y evaluación de las tácticas para combatir *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) (Chitwood) en la región de Azuero, Panamá. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 79p.
- ROBERTS, P.A. 1992. Current status of the availability, development and use of host plant resistance to nematodes. *Journal of Nematology* 24(2):213-227.
- RODRIGUEZ-KABANA, R.; MORGAN-JONES, G.; CHET, I. 1987. Biological control of nematodes: soil amendments and microbial antagonists. *Plant and Soil* 100:237-247.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. 1985. Bioestadística: principios y procedimientos. Bogotá, McGraw-Hill. 622p.
- STIRLING, G.R. 1991. Biological control of plant parasitic nematodes. UK, CAB. 281p.
- TARTE, R. 1970. Reconocimiento de nematodos asociados con diversos cultivos en Panamá. *Turrialba (Costa Rica)* 20(4):401-406.
- TARTE, R. 1981. Informe sobre el progreso de las investigaciones para el Proyecto Internacional *Meloidogyne* en Panamá 1976-1978. In *Memorias de la Segunda Conferencia Regional de Planeamiento del Proyecto Internacional Meloidogyne*. Región I. International *Meloidogyne* Project. p:27-51.
- TAYLOR, A. L. 1967. Introduction to research on plant nematology. PL:CP/5. FAO, Rome.
- TAYLOR, A.L.; SASSER, J.N. 1983. Biología, identificación y control de los nematodos de nódulos de la raíz (Especies de *Meloidogyne*). EE.UU. Proyecto Internacional de *Meloidogyne*. Universidad del Estado de Carolina del Norte y AID. 111p.
- TRIANAPHYLLOU, A.C. 1975. Genetic structure of races of *Heterodera glycines* and inheritance of ability to reproduce on resistant soybeans. *Journal of Nematology* 7(4):356-364.
- WATANABE, I.; ROGER, P.A.; LADHA, J.K.; VAN HOVE, C. 1992. Biofertilizer germplasm collections at IRRI. Philippines, IRRI. 66p.

RETARDO DE LA VIROSIS TRANSMITIDA POR *Bemisia tabaci* (Gennadius) EN TOMATE MEDIANTE SEMILLEROS CUBIERTOS*

Gonzalo Galileo Rivas Platero**

Ramón Lastra**

Luko Hilje**

ABSTRACT

Nylon and Agronet-STM were evaluated as nets for protection of seedbeds; seeds were sown in two different trays: B72 and B98 Tray MastersTM. Plants grew well in both trays; those protected with nets were taller and showed higher dry weight. The establishment cost was greater in the covered seedbeds, however this was more inexpensive than direct sowing. Protected seedbeds showed a delay in T_{50} , the time required for 50% infection, with respect to the unprotected which also showed a higher proportion of diseased plants. The vector's population was similar in all treatments.

INTRODUCCION

Durante los últimos cinco años, este cultivo, junto con otras solanáceas como el chile dulce (*Capsicum annuum*), ha sido severamente afectado por la presencia de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) y los géminivirus transmitidos por ella (Lastra 1987, Brown 1991). Estos virus ejercen un impacto negativo en la producción del cultivo, ya que afectan los rendimientos y la calidad del fruto. En forma típica, el total de las plantas se encuentra infectada en el momento de la cosecha (Arias y Hilje 1993).

Las prácticas de siembra directa y/o el establecimiento de semilleros al descubierto, con el posterior trasplante a raíz desnuda, exponen a las plántulas a los vectores virulíferos, que les inoculan partículas virales cuando el cultivo es más susceptible (Lastra 1993). Una opción es la producción de plántulas libres de virus mediante la protección de semilleros con telas de "nylon" (Anzola y Lastra 1978, Al-Musa et al. 1985, Quirós Torres 1993).

En este estudio se evaluó el efecto de dos tipos de malla y dos tamaños de bandejas, en semilleros de tomate de mesa, para retardar la expresión de la virosis transmitida por *B. tabaci* en el campo.

RESUMEN

Se evaluó el uso del nylon y AgronetTM como mallas protectoras de semilleros cultivados en bandejas: B72 y B98 V-J GrowersTM. Las plántulas crecieron bien en ambas bandejas y las cubiertas con malla superaron a las descubiertas en altura y peso seco, durante los primeros 30 días. Los costos de los semilleros cubiertos fueron inferiores a los del primer mes de siembra directa, en 52% los de Agronet-S y 17% los de nylon. Ambas mallas fueron eficaces para evitar el ingreso de *Bemisia tabaci* a los semilleros, pero se retardó el T_{50} tiempo en el cual sucede el 50% de infección, en solo 3-5 días, posiblemente debido a que la presión inicial del vector era baja. La abundancia del vector fue alta posteriormente y no difirió entre tratamientos.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del experimento. Se realizó en la Estación Experimental Fabio Baudrit, Universidad de Costa Rica, durante la estación seca de 1993. Localizada en la zona de vida de bosque húmedo premontano (Tosi 1969), en Alajuela, a 10° 01' N y 84° 06' O, y 840 msnm; la temperatura anual promedio en la zona es de 22.4°C y la precipitación media de 1929.8 mm.

En semillero se evaluaron las mallas Agronet-STM (Kayserberg S.A., Alemania) y una malla de "nylon" de uso no agrícola. Las bandejas fueron Tray MastersTM No. 72 y No. 98 (VJ-Growers Supply, Apopka, Florida).

Se sembró la var. Hayslip (Dessert Seeds, EE.UU.) en bandejas con una mezcla de suelo, granza, gallinaza y fórmula 10-30-10 (N-P-K) en una proporción 10:2:1:0.1. Estas se colocaron bajo túneles de 0.8 X 0.7 X 3 m, con arcos de varillas de hierro (2 m de longitud y 1/4" de diámetro) cada 60 cm, tensados con alambre galvanizado a ambos lados y en la parte superior; los extremos de las varillas se enterraron 20 cm. La malla se colocó sobre los arcos y se cubrió con tierra a los lados; sus extremos se sujetaron, con la extensión del tensor central, sobre una estaca de bambú. No se aplicaron insecticidas. El trasplante se efectuó a los 30 días después de la siembra (dds).

Recibido: 07/02/94. Aprobado: 31/05/94.

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

**CATIE, Laboratorio Biología Molecular, Área de Postgrado y Área de Fitoprotección, respectivamente. 7170 Turrialba, Costa Rica.

Tratamientos y diseño experimental. Los tratamientos fueron: bandeja 72 descubierta (B72), bandeja 98 descubierta (B98), bandeja 72 más Agronet (A+B72), bandeja 98 más Agronet (A+B98), bandeja 72 más nylon (N+B72) y bandeja 98 más nylon (N+B98).

En el campo se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones, en un arreglo factorial 3x2. La parcela experimental fue de 5x6 m con distancias de siembra de 1.2 m entre surcos y 0.4 m entre plantas.

Variables evaluadas y análisis. Se midió la altura (cm), el peso fresco y el peso seco (g) a los 30 dds. En el campo se midieron las siguientes variables:

a) Incidencia de virosis. Se registró, cada semana, el número de plantas con síntomas de virosis en cada unidad experimental. Para cada tratamiento se obtuvo la curva de progreso de la enfermedad y se graficaron los valores de proporción de plantas enfermas (PPE) (valores entre 0 y 1; 1=100%) (Rivas Platero 1991). La PPE se analizó con las ecuaciones transformadas, para los siguientes modelos epidemiológicos: logístico ($\ln y/1-y$), monomolecular ($\ln 1/1-y$) y de Gompertz ($-\ln(-\ln y)$) (Madden 1980, Madden y Campbell 1986).

El modelo se seleccionó mediante un análisis de regresión de mínimos cuadrados entre las variables Y (PPE) y el tiempo (t), para cada modelo; después, los Y observados se compararon con los predichos y se obtuvo un nuevo R^2 , que se comparó con los otros modelos (Madden y Campbell 1986). Así, se linealizaron las curvas de progreso de la enfermedad y se calcularon las tasas de infección a partir de la pendiente de la recta de regresión. Las ecuaciones de regresión se emplearon para determinar el respectivo valor de T_{50} , que es el tiempo, en días después del trasplante, requerido para el 50% de infección. La ecuación conducente a este valor fue $X=(Y-a)/b$, donde $Y = \text{logit, gompit o monit con PPE}=0.50$ (50% de incidencia), $a = \text{intercepto}$ y $b = \text{pendiente de la recta de regresión}$ (Ioannou y Iordanou 1985).

b) Abundancia del vector. El número de adultos de *B. tabaci* se registró semanalmente en cinco plantas por unidad experimental. Se inspeccionó el envés de la hoja ubicada debajo de la inflorescencia más alta con al menos una flor abierta (hoja "clave") (Calvo et al. 1992, Arias y Hilje 1993a).

RESULTADOS Y DISCUSION

Características de las plántulas trasplantadas.

Hubo diferencia significativa para la altura de plántulas entre los tratamientos ($p < 0.05$), pero no para los pesos seco y fresco ($p \geq 0.05$). La altura varió entre 12.7-19.1 cm, el peso fresco entre 5.14-6.77 g y el peso seco entre 0.57-0.78 g (Fig. 1).

El mayor desarrollo de las plántulas en los semilleros protegidos con Agronet y nylon, al parecer, no tuvo relación con una mayor elongación de las células del extremo apical por deficiencia lumínica, ya que su peso seco fue mayor que el de las plantas de semilleros descubiertos. Es probable que el "efecto de invernadero" haya favorecido el desarrollo de las plantas en los semilleros protegidos, al mejorar las condiciones de humedad relativa y temperatura. Anzola y Lastra (1978) documentaron un fenómeno análogo en tomate.

En cuanto al efecto individual de los factores estudiados, hubo diferencias significativas entre las mallas ($p < 0.05$) (Cuadro 1), pero no entre los tipos de bandeja ($p \geq 0.05$), a pesar de su diferencia en volumen; la B72 tiene 94 cm³ por compartimento, y la B98 70 cm³.

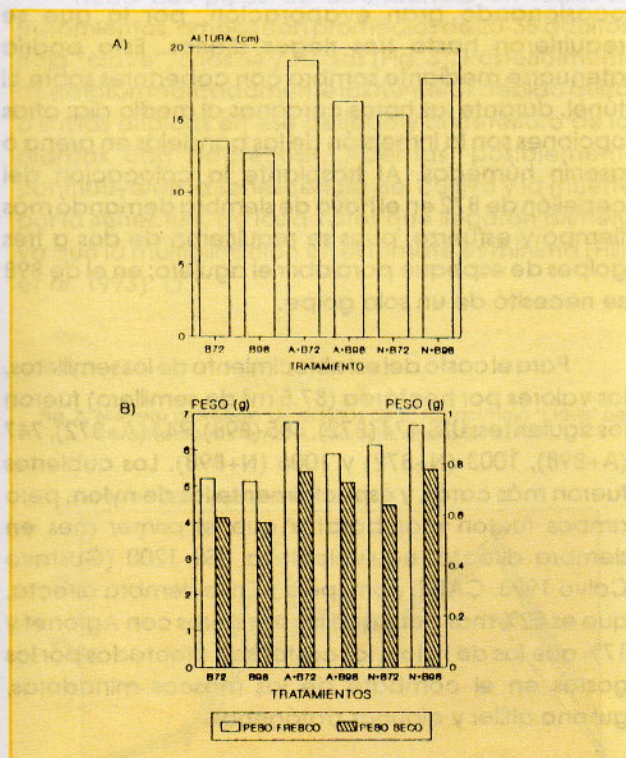


Fig. 1. Altura (A) y pesos fresco y seco (B) de plántulas de tomate al momento del trasplante, según los tratamientos. Alajuela, Costa Rica, 1993.

CUADRO 1. Características de las plántulas trasplantadas, según la malla. (N=20). Alajuela, Costa Rica. 1993.

MALLA	ALTURA (cm)	PESO FRESCO(g)	PESO SECO(g)
Sin	13.10 c	5.18 b	0.58 b
Agronet	17.70a	6.40a	0.75 a
Nylon	16.65 b	6.33a	0.71 a

Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí, según la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$).

La germinación, en todos los tratamientos fue constante (cerca al 85%).

Al ser trasplantadas, las plántulas de semilleros cubiertos no mostraron daños de mosca minadora (*Liriomyza* sp.) ni gusano alfiler (*Keiferia lycopersicella*), mientras que el follaje de las descubiertas presentó muchas minas. El nylon permitió el paso del agua de riego más fácilmente que el Agronet, y demostró ser más resistente a desgarrarse y más fácil de lavar, para su reutilización.

Durante su permanencia en el semillero, el plástico negro de las bandejas se calentó en exceso, ocasionando gran evaporación, por lo que se requirieron hasta tres riegos diarios. Esto podría atenuarse mediante sombra con cobertores sobre el túnel, durante las horas cercanas al medio día; otras opciones son la inmersión de las bandejas en arena o aserrín húmedos. Al trasplante la colocación del cepellón de B72 en el hoyo de siembra demandó más tiempo y esfuerzo, pues se requirieron de dos a tres golpes de espeque para abrir el agujero; en el de B98 se necesitó de un solo golpe.

Para el costo del establecimiento de los semilleros, los valores por hectárea (87.5 m² de semillero) fueron los siguientes: US\$ 474 (B72), 485 (B98), 744 (A+B72), 747 (A+B98), 1003 (N+B72) y 1006 (N+B98). Los cubiertos fueron más caros, y especialmente los de nylon, pero ambos fueron más baratos que el primer mes en siembra directa, equivalente a US\$ 1200 (Gustavo Calvo 1993, CATIE, com. pers.). En la siembra directa, que es 52% más cara que los semilleros con Agronet y 17% que los de nylon, los costos son afectados por los gastos en el combate de las moscas minadoras, gusano alfiler y algunos patógenos.

Presencia de gémivirius. En la parcela experimental se detectó su presencia mediante pruebas de hibridación del ADN viral con sondas no radiactivas (Rivas Platero y Lastra 1993). Las plantas infectadas presentaban distorsión y rizado foliar, mosaico amarillo intenso y reducción en el crecimiento de hojas y entrenudos, cuando se infectaron tempranamente; los frutos presentaron deformaciones y decoloración y madurez precoz. Esta sintomatología coincide con la descrita por Lastra y Uzcátegui (1975).

Proporción de plantas enfermas (PPE). Hubo diferencias significativas entre las seis epidemias, en el tiempo ($p \leq 0.05$). En los tratamientos provenientes de semilleros cubiertos. La PPE fue inferior a la de los descubiertos hasta los 63 dds, con excepción del A+B72, la malla se rompió accidentalmente en las primeras semanas, lo que posiblemente permitió la entrada de vectores virulíferos. A los 70 dds se observó un incremento acentuado con tendencia a 1.0 (100% de incidencia) y a los 77 dds la PPE fue máxima en todos los tratamientos (Fig. 2), los cuales no difirieron entre sí estadísticamente ($p \geq 0.05$).

La PPE no fue influida por el tipo de bandeja ($p \geq 0.05$), aunque se esperaba que las plántulas de B72 tuvieron mayor desarrollo y vigor y tolerarían mejor la infección viral. Tampoco fue influida por el tipo de

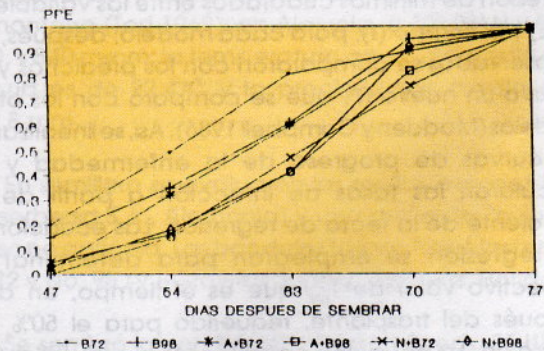


Fig. 2. Proporción de plantas de tomate enfermas (PPE) debida a gémivirius según el tratamiento, durante el estudio. Alajuela, Costa Rica. 1993.

CUADRO 2. Proporción de plantas enfermas en el campo, debidas a gémivirius, según la malla utilizada en la protección de semilleros de tomate. (N=8). Alajuela, Costa Rica. 1993.

MALLA	DIAS DESPUES DE SEMBRAR				
	47	54	63	70	77
Sin	0.17a	0.42a	0.71a	0.93a	0.99a
Agronet	0.04 b	0.23 b	0.50 b	0.86 b	0.98a
Nylon	0.00 b	0.17 b	0.44 b	0.83 b	0.99a

Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes entre sí, según la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$).

malla (Cuadro 2), aunque tanto el Agronet como el nylon siempre superaron a los semilleros descubiertos, con excepción del intervalo 70-77 dds, cuando la epidemia se igualó en todos los tratamientos.

Tasa de diseminación de la virosis en el campo.

El patrón de la epidemia fue congruente con observaciones epidemiológicas de géminivirus que afectan el tomate, realizadas en la zona de estudio durante la estación seca, las cuales indican que la enfermedad se manifiesta entre los 45-50 dds y alcanza el máximo entre 70 - 80 dds (Calvo *et al.* 1992, Arias y Hilje 1993, Quirós Torres 1993).

Los tratamientos de semilleros cubiertos mostraron T_{50} similares entre sí, de 60-67 dds, mientras que para los de semilleros descubiertos fue de 56 o 57 dds. La mejor medida del impacto diferencial en el retraso de la epidemia hubiese sido observado en el rendimiento, pero un ataque bacteriano al cultivo impidió cuantificarlo.

No obstante la diferencia entre tratamientos, de apenas 3-5 días, este tiempo de retraso aún es relativamente corto con respecto al período de 30 días de exclusión al vector. Aunque *B. tabaci* estaba en el campo desde el inicio del cultivo, sus niveles no eran tan altos. Posiblemente los semilleros descubiertos fueron inoculados por el vector cuando las plántulas ya tenían varias semanas, por lo que su tiempo de exposición real fue inferior a cuatro semanas. Ioannou (1987), en Chipre, demostró que la protección de los semilleros con nylon era eficaz solo en zonas o épocas cuando la presencia del vector era alta.

Los tratamientos de semilleros descubiertos registraron a los 47 dds niveles de PPE superiores a 0.16 (16%), lo cual se debió quizás al trasplante de plántulas infectadas en las bandejas, que no mostraban síntomas en ese momento, y que sirvieron como fuente primaria de inóculo para la epidemia.

La protección de los semilleros con mallas de nylon y Agronet, dió origen en el campo a niveles de incidencia bajos durante los primeros 54 dds, ya que las plántulas de trasplante llegaron asintomáticas al terreno. Esto se debió a que la mosca blanca no pudo infectar a las plántulas bajo los túneles cubiertos, lo cual sustenta la importancia del enfoque de interferencia, mediante la exclusión física, para el manejo integrado de *B. tabaci* (Anzola y Lastra 1978, Al-Musa *et al.* 1985, Hilje 1993).

Sin embargo, debido a la cercanía de un campo de frijol, el flujo de vectores virulíferos procedentes de

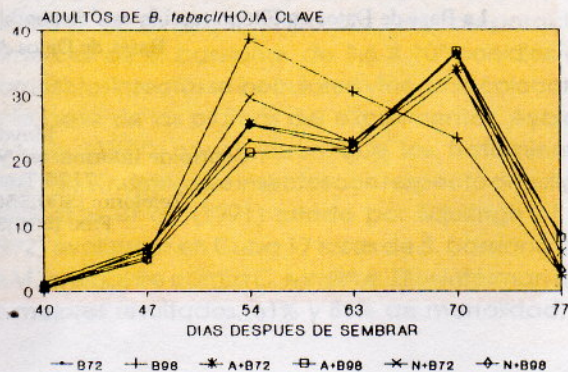
hospedantes silvestres quizás fue constante y posiblemente contribuyó a la eficiente diseminación de la epidemia. En el caso del frijol, este es un multiplicador del insecto (Vetten y Allen 1983). Stansly (1993) plantea esta situación al señalar que la presencia de plantas hospedantes del vector y/o virus alrededor del cultivo asegurará que los niveles poblacionales del vector se vuelvan difíciles de manejar y por consiguiente contribuyan a la dispersión de la epidemia ya que los insectos inmigrarán constantemente.

El desarrollo de epidemias causadas por géminivirus en tomate se favorece por la práctica de exponer las plántulas a vectores virulíferos, ya sea en siembra directa o sobre eras, durante los primeros 25 dds, cuando el cultivo es más susceptible (Franke *et al.* 1983). Por tanto, el mejoramiento de la tecnología de semilleros (mallas, bandejas, riego, fertilización, etc.) deberá complementarse con prácticas de sanidad, como la eliminación de fuentes de inóculo (tomatales viejos y hospedantes silvestres).

Afluencia del vector. La abundancia de adultos de *B. tabaci* no difirió significativamente ($p \geq 0.05$) entre los seis tratamientos, posiblemente porque todos fueron atractivos y no se les aplicaron insecticidas.

Hubo dos picos de abundancia en todos los tratamientos, ambos con promedios de 20-38 adultos/hoja "clave", a los 54 y 70 dds (Fig. 3). Posteriormente declinaron marcadamente los números debido quizás a lluvias atípicas en ese período y al deterioro de las plantas con bacteriosis. Además, posiblemente contribuyeron la senescencia del cultivo y la muerte, por la senectud, de los adultos que llegaron primero, ya que la multiplicación en el tomate es mínima (Hilje *et al.* 1993). □

Fig. 3. Número promedio de adultos de *B. tabaci*/hoja "clave" por tratamiento en tomate. Alajuela, Costa Rica. 1993.



LITERATURA CITADA

- AL-MUSA, A.; NAZER, I.K.; SHARAF, N.S.; MANSOUR, A.N. 1985. Muslin and plastic tunnels; effect on incidence of tomato yellow leaf curl, early blight and various growth characteristics of tomatoes. *Dirasat* 12(6):101-109.
- ANZOLA, D.; LASTRA, R. 1978. Protección de semilleros y su relación con la incidencia del virus mosaico amarillo del tomate. *Agronomía Tropical (Venezuela)* 28(5):473-482.
- ARIAS T., R.; HILJE, L. 1993. Uso del frijol como cultivo trampa y de un aceite agrícola para disminuir la incidencia de virosis transmitida por *Bemisia tabaci* (Gennadius) en el tomate. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)*. 27:27-34.
- ARIAS T., R.; HILJE, L. 1993a. Actividad diaria de los adultos de *Bemisia tabaci* (Gennadius) en tomate y hospedantes alternos del insecto. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)*. 28:20-25.
- BROWN, J.K. 1991. An update on the whitefly-transmitted geminiviruses in the Americas and the Caribbean basin. *FAO. Plant Protection Bulletin* 39(1):5-23.
- CALVO, G.; BARRANTES, L.; HILJE, L.; SEGURA, L.; RAMIREZ, O.; KOPPER, N.; RAMIREZ, A.; CAMPOS, J. L. 1992. Informe de avance sobre la validación de tecnologías de manejo integrado de plagas en tomate en el Valle Central Occidental, 1991-1992. Costa Rica, MAG-GTZ-CATIE. 76 p.
- FRANKE, G. VAN BALEN, L.; DEBROT, E. 1983. Efecto de la época de infección por el mosaico amarillo sobre el rendimiento del tomate. *Revista de la Facultad Agronomía (Venezuela)* 6(2):741-743.
- HILJE, L. 1993. Un esquema conceptual para el manejo integrado de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de tomate. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 29:51-57.
- _____; LASTRA, R.; ZOEBISCH, T.; CALVO, G.; SEGURA, L.; BARRANTES, L.; ALPIZAR, D.; AMADOR, R. 1993. Las moscas blancas en Costa Rica. *In Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe*. CATIE, Serie Técnica. Informe Técnico No. 205:58-66.
- IOANNOU, N.; IORDANO, N. 1985. Epidemiology of tomato yellow leaf curl virus in relation to the population density of its whitefly vector, *Bemisia tabaci* (Gennadius). Agricultural Research Institute. Cyprus. Ministry of Agriculture and Natural Resources. Technical Bulletin 71. 7 p.
- IOANNOU, N. 1987. Cultural management of tomato yellow leaf curl diseases in Cyprus. *Plant Pathology* 36:367-373.
- LASTRA, J.R.; UZCATEGUI, R.C. DE. 1975. Viruses affecting tomatoes in Venezuela. *Phytopath. Z.* 84:253-258.
- _____. 1987. Algunas virosis de importancia agrícola en la América tropical. *In Curso de áfidos. Artículos selectos sobre áfidos y su importancia económica en la agricultura de Centroamérica*. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 125:63-69.
- _____. 1993. Los geminivirus: un grupo de fitovirus con características especiales. *In Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe*. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 205:16-19.
- MADDEN, L.V. 1980. Quantification of disease progression. *Prot. Ecol.* 2:159-176.
- _____; CAMPBELL, C.L. 1986. Descriptions of virus diseases epidemics in time and space. *In Plant virus epidemics*. G. D. McLean y W. G. Ruesink (eds.) New York, Academic Press. p. 483-512.
- QUIROS TORRES, C.A. 1993. Adaptación y evaluación de la tecnología de semilleros en tomate para el manejo de la mosca blanca, *Bemisia tabaci* (Gennadius), con participación de los agricultores en Grecia y Valverde Vega, Alajuela, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 141 p.
- RIVAS PLATERO, G.G.; LASTRA, R. 1993. Detección de geminivirus en tomate mediante hibridación de ácidos nucleicos. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) Manejo Integrado de Plagas* 30:7-10.
- STANSLY, P.A. 1993. Steps towards integrated pest management of *Bemisia tabaci*. *In Memorias XX Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología (SOCOLEN)* (Cali, 13-16 julio, 1993). Cali, Colombia. SOCOLEN. p. 251-256.
- TOSI, J.A. 1969. Mapa ecológico de la República de Costa Rica, según la clasificación de zonas de vida del mundo de L.R. Holdridge. San José, Costa Rica. Centro Científico Tropical.
- VETTEN, H.J.; ALLEN, D.J. 1983. Effects of environment and host on vector biology and incidence of two whitefly-spread diseases of legumes in Nigeria. *Ann. Appl. Biol.* 102:219-227.

BASE DE DATOS SOBRE FITOPROTECCION

DISPONIBLE YA EN DISCO COMPACTO

La Base de Datos en Fitoprotección está disponible en un Disco Compacto acompañado de otras treinta y siete Bases de Datos Agrícolas Latinoamericanas.

Mayor Información:
Centro de Información y Comunicación en Fitoprotección
7170 Turrialba, **Costa Rica**
Teléfono: (506)556-1632; 556-6431 Ext. 300
Fax: (506)556-0606; 556-1533

EVALUACION DE *Beauveria bassiana* (BALS.) PARA EL CONTROL BIOLÓGICO DEL PICUDO DEL PLÁTANO *Cosmopolites sordidus* (GERMAR)*

Saúl Brenes**

Manuel Carballo V.***

ABSTRACT

Pathogenicity and virulence of *Beauveria bassiana* to control the banana weevil (*Cosmopolites sordidus*) were evaluated. A preliminary study of 24 isolations of the fungus enabled the selection of six isolations as the most promising: 290, ACHI 2, COYOL 1 and 447. The isolations A-4, RL-9 and 290 stood out in the bioassays conducted as the most virulent against *C. sordidus* with mortalities above 85% and mean lethal times between 6.3 and 10 days.

INTRODUCCION

El cultivo de las musáceas, especialmente el plátano y banano constituye una de las actividades agrícolas más importantes del país, por la enorme fuente de trabajo que genera y por su gran aporte de divisas. Sin embargo, estas plantas están constantemente amenazadas por plagas y enfermedades entre las que sobresalen el picudo negro del banano, *Cosmopolites sordidus*. Este es considerado uno de los enemigos mayores y más difundidos de las plantas de banano, plátano y abaca. El combate de altas poblaciones de *C. sordidus* se hace difícil debido a sus hábitos de vida tales como su desarrollo dentro de los cormos, tallos de las plantas y residuos vegetativos en vías de descomposición, que los hace poco vulnerables a los insecticidas.

La larva produce perforaciones que destruyen el sistema radical de la planta. Las raíces se debilitan de tal manera que la planta se cae por efecto de su propio peso o por el viento (Segura 1975). Dichas perforaciones favorecen la penetración de microorganismos patógenos como *Pseudomonas solanacearum* (Batista Filho et al. 1987).

En la región del Caribe, Florida y América Central las pérdidas en los cultivos son del 30 a 90% en áreas excesivamente infestadas (Arleau y Neto 1984).

Recibido: 07/06/94. Aprobado: 21/06/94

*Parte de la tesis de Ing. Agr. del primer autor. Universidad de Costa Rica. Sede del Atlántico. Turrialba, Costa Rica.

**CYANAMID de Costa Rica.

***CATIE. Área de Fitoprotección. 7170 Turrialba, Costa Rica.

RESUMEN

Se evaluó la patogenicidad y virulencia de *Beauveria bassiana* para el control del picudo del plátano (*Cosmopolites sordidus*). Un estudio preliminar de 24 aislados del hongo permitió seleccionar los seis más promisorios: RL-9, A-4, 290, ACHI 2, COYOL 1 Y 447. En los bioensayos sobresalieron los aislados A-4, RL-9 y 290 como los más virulentos contra *C. sordidus* con mortalidades superiores al 85% y tiempos medios letales entre 6.3 y 10 días.

Sirjusingh et al. (1992), mencionan que actualmente los agentes más promisorios para el control de larvas de *C. sordidus* son los hongos imperfectos *B. bassiana* y *M. anisopliae*. Se han obtenido resultados satisfactorios en el combate biológico de *C. sordidus* utilizando el hongo *B. bassiana*, dada su habilidad parasítica sobre su hospedero (Busoli et al. 1989; Batista Filho et al. 1987; Mesquita y Alves 1984). Estos autores también concuerdan en que los hongos *B. bassiana* y *Metarhizium anisopliae* (Metschn) Sorok son los enemigos naturales con mayor potencial para el control biológico de *C. sordidus* y que estos pueden ser aplicados comercialmente.

Los estudios de Batista Filho et al. (1987) y Busoli et al. (1989) utilizando *B. bassiana* y *M. anisopliae* demuestran que ambos patógenos provocan un alto porcentaje de mortalidad sobre *C. sordidus* presentando el primero de ellos una mayor efectividad. En Cuba se han hecho pruebas de campo para combatir *C. sordidus*, utilizando una preparación comercial de *B. bassiana* de 1.6×10^9 conidios (16 gramos); los insectos se inocularon y luego se colocaron en la base de las plantas del experimento. Ayala y Monzón (1977) concluyeron que los tratamientos reducían el número de insectos con respecto al testigo. Castineiras et al. (1991) citado por Sirjusingh et al. (1992) evaluaron en Cuba 17 razas de *B. bassiana* y 11 de *M. anisopliae* contra *C. sordidus*. Ellos informan que los mejores resultados, 61% y 85% de mortalidad, se

obtuvieron con una concentración de 10^5 conidiosporas por cm^2 suelo con razas locales de ambos entomopatógenos.

Con estos antecedentes se propuso la presente investigación cuyo objetivo fue evaluar la patogenicidad y virulencia de diferentes aislados de *B. bassiana* como controlador biológico de *C. sordidus*.

MATERIALES Y METODOS

La evaluación de la patogenicidad y virulencia de los aislados del hongo *B. bassiana* se realizó entre enero y setiembre de 1992, en el laboratorio del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Se emplearon adultos de *C. sordidus* colectados en plantaciones de plátano en la finca "La Montaña" del CATIE, utilizando trampas de pseudotallo que consistían de secciones de tallo de 40 cm de longitud partidas en mitades y colocadas sobre el suelo con el corte hacia abajo junto a la base de la planta.

Se evaluaron 24 aislados del hongo provenientes del banco de patógenos del MIP-CATIE y de la Dirección de Investigaciones en Caña de Azúcar-DIECA (Cuadro 1). Esta prueba preliminar consistió en

inocular los 24 aislados mediante la agitación de 10 insectos con polvo de conidios de cada aislado por treinta segundos.

FASE I: Evaluación de la virulencia de los aislados de *B. bassiana*. Los aislados seleccionados se aplicaron en una concentración de 1×10^9 conidios/ml en agua destilada con Tween 20 al 0.3% y un testigo que consistió en la aplicación de agua con el dispersante.

Para la inoculación, los insectos se introdujeron individualmente por dos segundos en la suspensión de conidios, previamente agitada; luego se pasaron a cajas de $12.5 \times 8.4 \times 2$ cm divididas en 25 celdas de 2×2 cm con papel de filtro humedecido en el fondo.

Un día después se introdujo un trozo de corno de plátano de dos gramos que se cambió cada semana. A partir de los cuatro días de inoculados se contó diariamente el número de insectos muertos para evaluar el tiempo letal.

FASE II: Determinación de la concentración letal. Se utilizó el aislamiento de *B. bassiana* seleccionado como el más virulento. Se prepararon y aplicaron suspensiones con concentraciones de 4×10^9 , 4×10^8 , 4×10^7 , 4×10^6 , 4×10^5 conidios/ml más un testigo sin aplicación, siguiendo la misma metodología de la primera fase.

CUADRO 1. Descripción de los diferentes aislados de *Beauveria* spp.

AISLADO	HOSPEDERO ORIGINAL	FECHA DE COLECTA	PROCEDENCIA
A-2	<i>Nodonata</i> spp	Agosto 91	Turrialba, Costa Rica
A-3	<i>Nodonata</i> spp	Agosto 91	Turrialba, Costa Rica
A-4	<i>Nodonata</i> spp	Agosto 91	Turrialba, Costa Rica
A-5	<i>Nodonata</i> spp	Agosto 91	Turrialba, Costa Rica
A-6	<i>Nodonata</i> spp	Agosto 91	Turrialba, Costa Rica
A-7	<i>Nodonata</i> spp	Agosto 91	Turrialba, Costa Rica
1-B	<i>Miridae</i>	Julio 91	Turrialba, Costa Rica
2-B	<i>Miridae</i>	Julio 91	Turrialba, Costa Rica
3-B	<i>Miridae</i>	Julio 91	Turrialba, Costa Rica
RL-3	<i>Hypotenemus hampei</i>	Agosto 91	Sta Barbara, Honduras
RL-5	<i>Hypotenemus hampei</i>	Agosto 91	Sta Barbara, Honduras
RL-9	<i>Hypotenemus hampei</i>	Agosto 91	Olancho, Honduras
Achi-1	<i>Nodonata</i> spp	Julio 91	Turrialba, Costa Rica
Achi-2	<i>Nodonata</i> spp	Julio 91	Turrialba, Costa Rica
Achi-3	<i>Nodonata</i> spp	Julio 91	Turrialba, Costa Rica
Achi-4	<i>Nodonata</i> spp	Julio 91	Turrialba, Costa Rica
Achi-5	<i>Nodonata</i> spp	Julio 91	Turrialba, Costa Rica
Achi-6	<i>Nodonata</i> spp	Julio 91	Turrialba, Costa Rica
695	<i>Metamasius hemipterus</i>	12/Feb/86	Londrina-PR, Brazil
290	<i>Anthonomus grandis</i>	27/Jun/84	Dpto. Entomología ESALQ/USP, Brazil
167	<i>Castnia licus</i>	23/Jul/84	Brazil
Coyol-1	<i>Castnia licus</i>	Enero 91	Grecia, Costa Rica
447	<i>Solenopsis invicta</i>	28/Feb/86	Cuibá-MS, Brazil

FASE III: Evaluación de los aislamientos con la dosis letal LD_{50} del aislado más virulento. Se evaluaron los seis aislados utilizados en la fase I, con la concentración calculada como la DL_{50} ($2,67 \times 10^9$ conidios/ml) del aislado más virulento. Se aplicó el hongo utilizando la misma metodología utilizada en las fases anteriores.

Se evaluó la producción de conidios por insectos muertos por *B. bassiana* mediante un hemacitómetro. En las tres fases se utilizó un diseño irrestricto al azar, cada parcela del tratamiento consistió de diez insectos con cuatro repeticiones para un total de 40 insectos por aislamiento o por concentración.

La virulencia de los aislamientos y número de conidios por insecto muerto, se evaluó mediante el análisis de varianza y la prueba de Duncan. El análisis de los tiempos y dosis letales se hizo con el método de Próbitos (SAS 1991).

RESULTADOS Y DISCUSION

El ensayo preliminar con 24 aislados permitió seleccionar los más promisorios para utilizarlos en los bioensayos posteriores tales como: RL-9, A-4, 290, Achi-2, Coyal 1 y 447.

FASE I: Virulencia de los aislados. La mortalidad provocada por los aislados de *B. bassiana* sobre los adultos de *C. sordidus*, varió entre 90 y 100% para cinco de ellos sin presentar diferencias significativas entre sí. Sin embargo, el 447 mostró diferencias significativas al 5%, comparativamente con el resto de los aislados con un 72.5% de mortalidad (Cuadro 2).

Estos resultados muestran que con la concentración aplicada de 1×10^9 conidios/

CUADRO 2. Porcentaje de mortalidad acumulada de adultos de *C. sordidus* después de 14 días de inoculados con los aislados de *Beauveria* spp. Temperatura: 23°C

AISLADO	MORTALIDAD (%)	TL 50 (días)	INTERVALO DE CONFIANZA
A-4	100.0 a	7.35 a	7.10 - 7.60
290	97.5 a	7.47 a	7.10 - 7.80
Coyal-1	92.5 a	7.02 a	6.20 - 7.70
Achi-2	90.0 a	7.56 a	6.72 - 8.30
RL-9	90.0 a	7.15 a	6.14 - 7.94
447	72.5 b	9.58 b	8.69 - 10.5
Testigo	0.0 c		

alfa = 0.05 cv = 5.5.
Valores de porcentaje con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí.
Valores de TL 50 con la misma letra son iguales entre sí por el traslape de los intervalos de confianza.

ml, cualquiera de los aislados del hongo es patógeno en mayor o menor grado provocando porcentajes de mortalidad superiores al 70% bajo condiciones de laboratorio. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Batista Filho *et al.* (1987) y Busoli *et al.* (1989) quienes obtuvieron altos porcentajes de mortalidad al exponer ciertos aislamientos de *B. bassiana* a *C. sordidus* en condiciones de laboratorio.

Cinco de los aislados se comportaron estadísticamente en forma similar en cuanto a la virulencia ya que presentaron valores de tiempo letal medio de 7 días aproximadamente (cuadro 2). Sin embargo para el aislado 447, se observó un marcado ascenso del tiempo letal medio (9.58 Días). Los valores de pendiente de la curva de respuesta entre próbitos de mortalidad contra el tiempo fueron inferiores a 8.214 para cinco de los aislados y de 16.844 para el aislado A-4.

CUADRO 3. Porcentaje de mortalidad acumulada en adultos de *C. sordidus* 21 días después de ser inoculados con cinco concentraciones diferentes del aislado A-4 de *Beauveria bassiana*. Temperatura (X): 24°C.

CONCENTRACION (conidios/ml)	MORTALIDAD (%)	TL 50 (días)	INTERVALO DE CONFIANZA
9 4 X 10	97.5 a	6.96 a	6.31 - 7.02
8 4 X 10	67.5 b	12.65 b	10.63 - 14.67
7 4 X 10	30.0 c	30.01 c	26.21 - 36.00
6 4 X 10	22.5 c	38.62 d	31.17 - 45.66
5 4 X 10	2.5 d	116.06 e	54.18 - 235.00
c Testigo	0.0 d		

alfa = 0.05

cv : 13.3

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente.

CUADRO 4. Porcentaje de mortalidad acumulada de adultos de *C. sordidus* después de 21 días de inoculados con los aislados de *Beauveria* spp. a una dosis de 2.67×10^7 conidios/ml. Temperatura: 23°C.

AISLADO	MORTALIDAD (%)	TL 50 (días)	INTERVALO CONFIANZA
A-4	97.5 a	8.92 b	8.4 - 9.4
RL-9	97.5 a	6.30 a	5.8 - 6.8
290	85.0 ab	10.07 b	9.4 - 10.7
447	72.5 bc	10.37 bc	9.1 - 11.7
Achi-2	60.0 cd	12.97 c	11.9 - 14.2
Coyol-1	50.0 d	19.03 d	16.4 - 23.9
Testigo	0.0 e		

alfa: 0.05 cv: 9.2
 Tratamientos con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí.
 Valores de TL_{50} son iguales entre sí por el traslape de los intervalos de confianza.

Estos resultados de porcentaje de mortalidad y TL_{50} , junto con el hecho de que el aislado A-4 presentó el mayor valor de la pendiente de la curva de respuesta de probitos contra tiempo, lo catalogan como el más virulento por lo cual se seleccionó para la prueba de concentración letal.

FASE II: Determinación de la concentración letal media del aislado A-4. El mayor porcentaje de mortalidad de adultos de *C. sordidus*, se alcanzó con la concentración de 4×10^9 conidios/ml, (97.5%), estadísticamente diferente con respecto a las demás. Esto ocurrió 21 días después de inoculados los adultos del insecto (Cuadro 3).

La concentración letal media CL_{50} fue de 7.89×10^7 conidios/ml y la CL_{90} fue de 2.67×10^9 conidios/ml. Así mismo la ecuación de la curva de probitos de mortalidad contra concentración fue $y = -1.547 + 5.634 \log X$, donde, y indica probitos de mortalidad y x es la concentración.

Conforme aumenta la concentración disminuye considerablemente el TL_{50} (Cuadro 3). Estos resultados concuerdan con los de Busoli *et al.* (1989), quienes señalaron que un aumento en la concentración del enemigo natural aumenta el porcentaje de mortalidad y disminuye el tiempo en que tardan en morir los insectos.

FASE III: Evaluación de los aislamientos usando la concentración letal ∞ del aislado más virulento. Se observaron diferencias significativas en la mortalidad, siendo los aislados más patogénicos el A-4 y RL-9 con un 97.5% y el 290 con un 85.0% los cuales no difieren estadísticamente entre sí (cuadro 4).

CUADRO 5. Producción de conidios de seis aislados de *Beauveria* spp en adultos muertos de *C. sordidus* después de 21 días de inoculados.

AISLADOS	NUMERO DE CONIDIOS
RL-9	5.208 a
A-4	2.335 b
290	2.298 b
Achi-2	0.765 c
Coyol-1	0.460 c
447	0.458 c

$* = X 10^8$ conidios/insecto Transformación: x
 alfa= 0.05 cv: 23.63

Tratamientos con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí.

Se utilizó una concentración mayor que en la primera fase (2.67×10^9 conidios). Se podría pensar que los porcentajes de mortalidad fueran mayores en esta fase, sin embargo no fue así posiblemente debido a que en ese primer ensayo los insectos tenían más tiempo de ser colectados, por lo cual permanecieron más bajo condiciones adversas a su medio natural, y se observó una alta infestación con parásitos (ácaros), los cuales pudieron haber predisposto la penetración de los haustorios del hongo.

El TL_{50} menor se observó para el aislado RL-9 con 6.38 días, para el A-4 fue de 8.92 y para los demás aislados fue superior a 10 días.

Los valores de la pendiente de la curva de respuesta entre probitos de mortalidad contra tiempo, fueron de 4.701, 4.066 y 5.136 para los aislados RL-9, 290 y A-4 respectivamente, mientras que para los otros fue inferior a 2.9. Estos resultados junto con los de mortalidad y tiempo medio letal permitieron categorizar a los aislados RL-9, A-4 y 290 como los más patogénicos y virulentos.

PRODUCCION DE CONIDIOS

Los insectos inoculados con el aislado RL-9 produjeron la mayor cantidad de conidios mostrando diferencia significativa de los demás aislados, mientras que en los aislados A-4 y 290 se observó poco menos de la mitad de conidios, sin haber diferencia significativa entre ellos; los otros no mostrarán diferencia significativa entre sí (Cuadro 5). Este aspecto es importante ya que los insectos muertos que quedan en el campo son una fuente de inóculo para futuras reinfestaciones.

La habilidad para eliminar en forma rápida los insectos y en altos porcentajes, es una característica deseable de un agente de control microbial. Resultados rápidos en cuanto a disminución de la plaga son deseables si un determinado aislado se considera para uso en un insecticida microbial. Entre menor lapso entre la aplicación y el efecto, mayor percepción de la eficacia. Con base en este criterio se debería considerar a los aislados RL-9, el A-4 y el 290 como los más promisorios entre los estudiados. □

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados de la presente investigación se puede concluir que:

- Los aislados más virulentos para *C. sordidus* fueron el A-4, el RL-9 y el 290.
- La concentración letal (CL50 y CL90) para el aislado A-4 fue de 7.89×10^7 y 2.67×10^9 conidios por mililitro respectivamente
- El aislado RL-9 produjo mayor potencial de inóculo comparado con los demás aislados analizados.
- Se requieren más estudios sobre el uso de *Beauveria* spp. para el control de *C. sordidus*, en especial bajo condiciones de campo. Se deben estudiar los aislados A-4 RL-9 y el 290 a diferentes dosis y métodos de aplicación, ya sea por aspersión en suspensión, aplicado en polvo, en trampas o a la base del pseudotallo.

LITERATURA CITADA

- ARLEAU, R.J.; NETO, S. 1984. Broca bananeira *Cosmopolites sordidus* Germ. 1824 (Coleoptera: Curculionidae). Turrialba (Costa Rica) 34:359-367.
- AYALA, J.L.; MONZON, S. 1977. Ensayo sobre diferentes dosis de *Beauveria bassiana* para el control del picudo negro del plátano *Cosmopolites sordidus* (Germar). Centro Agrícola (Cuba) 4 (2):19-24.
- BATISTA FILHO, A.; PAIVA, L.C.; MYAZAKI, I.; BASTOS, B.C.; OLIVEIRA, D. 1987. Control biológico do moleque da bananeira (*Cosmopolites sordidus* Germar 1824) pelo uso de fungos entomopatogénicos no laboratório. Biológico (Brazil) 53(1/6):1-6.
- BRENES G., S. 1993. Efecto de diferentes aislados del hongo entomopatogénico *Beauveria* spp. (Bals.) Vuill. sobre *Cosmopolites sordidus* (Chevrolat) Germar. (Coleoptera: Curculionidae). Tesis Ing. Agr. Turrialba, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. Sede Regional del Atlántico. 44 p.
- BUSOLI, A.C.; FERNANDEZ, O.A.; TAYRA, O. 1989. Controle da broca da bananeira *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824, Coleoptera: Curculionidae) a través dos fungos entomopatogénicos *Beauveria bassiana* (Bals.) e *Metarhizium anisopliae* (Metschn) Sorok (Hyphomycetes). An. Soc. Ent. Brasil 18 (suplemento): 33-41.
- CASTINEIRAS, A.T., CABRERA, T., CALDERON, A., LOPEZ, M., LUJAN, M. 1991. Lucha biológica contra *Cosmopolites sordidus* (Germar). Proc. of Caribbean Meeting on Biological Control. 5-7 Nov. Guadeloupe, F. W. I., pp 423-428.
- SEGURA, L.R. 1975. Evaluación del modelo de trampas y control químico del picudo negro del banano *Cosmopolites sordidus* (Germar) en Pococí, Limón, Costa Rica. Tesis Ing. Agr. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 56 p.
- SIRJUSING, A., KERMARREC, A., MAULEON, H., LAVIS, C., ETIENNE, J. 1992. Biological control of weevils and whitegrubs on bananas and sugarcane in the Caribbean. Florida Entomologist 75(4) 548-562.



REVISTA
 Manejo Integrado de Plagas
 \$ 20 Suscripción Anual

EVALUACION DE *Beauveria bassiana* PARA EL CONTROL DE *Cosmopolites sordidus* Y *Metamasius hemipterus* (Coleoptera: Curculionidae) EN CONDICIONES DE CAMPO

Manuel Carballo V.*

Miriam Arias de López**

ABSTRACT

The effectivity of a *Beauveria bassiana* isolate on *Cosmopolites sordidus* and *Metamasius hemipterus* populations was evaluated under field conditions. Formulations of the fungus in a rice substratum and as powder were applied to pseudostem traps at the rate of 5.8×10^{10} conidia per trap. These treatments were evaluated with artificial and natural weevil infestations. *C. sordidus* mortality caused by *B. bassiana* was between 30.7 and 63% for treatments, and lower than 3% in the control. *M. hemipterus* mortality was between 54 and 80% in treatments and 0 in the control. *C. sordidus* and *M. hemipterus* mortality occurred at 11.3 and 15.75 days respectively. *B. bassiana*'s potential to control both weevil species under field conditions, using pseudostem traps to apply the fungus was shown.

INTRODUCCION

El cultivo del plátano y el banano, constituye una de las actividades agrícolas más importantes en Costa Rica y otros países de Latinoamérica, tanto por la enorme fuente de trabajo que proporciona, como por su gran aporte de divisas y su importancia en la dieta alimenticia.

Problemas fitosanitarios amenazan constantemente a estas plantas entre los que se destaca el picudo negro del banano *Cosmopolites sordidus* (Arleu y Neto 1984, Batista Filho *et al.* 1987). El picudo rayado *Metamasius hemipterus* que ataca otros cultivos, también se hospeda en el pseudotallo del banano solo después de cortada la planta, por lo que se le considera una plaga secundaria (Sarah 1990). Sin embargo Castaño (1990) señala que esta plaga del pseudotallo ha causado daños al cultivo de plátano en Colombia.

C. sordidus se considera como la plaga insectil más importante en la mayoría de los países productores. Primero, ocasiona gran reducción de los rendimientos, ya sea por la disminución del tamaño y número de los racimos o por la reducción del número de plantas por unidad de superficie al ocurrir la muerte

RESUMEN

La efectividad de un aislado de *Beauveria bassiana* sobre poblaciones de *Cosmopolites sordidus* y *Metamasius hemipterus* se evaluó en condiciones de campo. Una formulación del hongo, en sustrato de arroz y otra en polvo, se aplicó sobre trampas de pseudotallo en una tasa de 5.8×10^{10} conidios por trampa. Estos tratamientos se evaluaron en condiciones de infestación artificial y natural de picudos. La mortalidad de *C. sordidus* causada por *B. bassiana* estuvo entre el 30.7 y el 63% para los tratamientos, e inferior al 3% en el testigo. La mortalidad de *M. hemipterus* estuvo entre el 54 y el 80% en los tratamientos y 0 en los testigos. La mortalidad de *C. sordidus* y *M. hemipterus* ocurrió a los 11.3 y 15.75 días respectivamente. Se demostró el potencial de *B. bassiana* para el control de ambas especies de picudos en condiciones de campo, utilizando trampas de pseudotallo para aplicar el hongo.

de las mismas. Segundo, las perforaciones que ocasiona la plaga las aprovechan otros insectos como puerta de entrada, principalmente por *Castniomera humboldti* o por microorganismos patógenos como *Pseudomonas solanacearum* (Batista Filho *et al.* 1987, Castaño 1989). Tercero, porque la plaga puede permanecer ignorada durante mucho tiempo debido a la actividad interna de los estados inmaduros y la acción nocturna de los adultos (Arleu y Neto 1984, Castaño 1989).

La larva al atacar el rizoma provoca reducción de la productividad y obliga al productor a adoptar medidas de control basadas en insecticidas químicos que aumentan los costos de producción, causan problemas como desarrollo de resistencia a los insecticidas, residuos de plaguicidas en la fruta cosechada por el uso de insecticidas sistémicos, así como el desequilibrio ecológico debido al uso incorrecto de estos productos (Batista Filho *et al.* 1987, Arleu y Neto 1984). Esto ha estimulado el estudio de alternativas de combate mediante la utilización de hongos entomopatógenos, tanto de laboratorio como a nivel de campo que confirman el potencial de *Beauveria bassiana* para el control de *C. sordidus* y *M. hemipterus* (Batista Filho *et al.* 1987, Melo *et al.* 1980, Mesquita *et al.* 1984, Busoli *et al.* 1989).

Recibido: 15/12/93. Aprobado: 10/05/94.

*CATE. Área de Fitoprotección. 7170 Turrialba, Costa Rica.

**INIAP. Estación Experimental Balliche. Casilla Postal 6079. Guayaquil.

Con estos antecedentes, se propuso la presente investigación cuyo objetivo fue evaluar la efectividad de *B. bassiana* sobre poblaciones de *C. sordidus* y *M. hemipterus* usando dos formulaciones del hongo y su aplicación sobre trampas de seudotallo.

MATERIALES Y METODOS

Esta investigación se realizó entre el 14 de agosto y el 10 de octubre de 1992, en la estación experimental La Montaña de CATIE, en Turrialba, Costa Rica, a 9° 53' N y 83° 39' O a 602 msnm. La precipitación media es de 2673 mm y la temperatura de 22.3°C. *B. bassiana* provino del banco de cepas del CATIE y fue recolectada en Honduras en broca del café. Este hongo fue previamente inoculado en ejemplares de picudo para luego reaislarlo y reproducirlo en arroz húmedo y autoclavado, obteniéndose dos formas del hongo (formulaciones), en sustrato de arroz y en polvo por separación de los conidios del arroz y mezcla del polvo con talco. Los hongos fueron reproducidos un mes antes de las pruebas.

Se capturaron insectos adultos de *C. sordidus* y *M. hemipterus* en trampas de seudotallo del tipo disco de cepa modificado como atrayente; esta trampa consiste en hacer en el seudotallo dos cortes inclinados o en bisel hacia adentro, a 15 cm de altura y colocar encima un trozo de seudotallo con la misma forma (Castaño 1989). Estos insectos se utilizaron en los tratamientos con infestación artificial. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones.

Se evaluaron los siguientes tratamientos: 1. Aplicación de *B. bassiana* en dosis de 5.8×10^{10} conidios por trampa en sustrato de arroz, para lo cual se esparcieron 21 g de arroz con conidios del hongo sobre trampas del tipo antes mencionado. 2. Aplicación de conidios del hongo en polvo en dosis de 5.8×10^{10} utilizando 5 g de conidios más 3.5 g de talco sobre trampas de seudotallo. 3. Testigo, que consistió en la colocación de trampas de seudotallo, sin aplicación del hongo. Cada tratamiento presentó dos tipos de infestación de picudos: Uno con infestación artificial mediante la liberación de cinco adultos de *M. hemipterus* y cinco de *C. sordidus* por trampa y otro con infestación natural donde no se liberaron picudos.

Dos y cuatro días después de aplicados los tratamientos, se recolectaron los insectos de las trampas y se colocaron en vasos plásticos con pedazos de corno de plátano hasta su muerte. Conforme morían se colocaban individualmente en frascos de

vidrio con humedad para observar el desarrollo de micelio y esporulación y obtener el porcentaje de mortalidad de picudo causada por el hongo.

RESULTADOS Y DISCUSION

Efecto de *B. bassiana* sobre *C. sordidus*. El porcentaje de mortalidad de *C. sordidus* causado por *B. bassiana* fue mayor en el tratamiento de arroz con infestación artificial de picudo con un 63% e inferior al 33% en los otros tratamientos; en los testigos fue inferior al 3% (Cuadro 1). En la segunda recolección se recuperó un número de insectos muy bajo, por lo que los porcentajes de mortalidad son los promedios de las dos fechas de recolección. Hubo mucha heterogeneidad en el número de insectos recuperados en las trampas después de la inoculación y se observó que este número fue mayor en el testigo que en los tratamientos, posiblemente debido a que el hongo tiene algún efecto que diluye o interfiere con el poder atrayente de las trampas hacia el insecto o disminuye su permanencia sobre las trampas. El período entre la inoculación del insecto y su muerte fue de 10.3 y 13 días para un tiempo letal promedio de 11.3 días

CUADRO 1. Número de insectos recuperados y porcentaje de mortalidad de *C. sordidus* y *M. hemipterus* mediante *B. bassiana* aplicada en trampas de seudotallo.

TRATAMIENTOS	INSECTOS RECUPERADOS		MORTALIDAD CAUSADA POR <i>B. bassiana</i>	
	<i>C. sordidus</i> (No.)	<i>M. hemipterus</i> (No.)	<i>C. sordidus</i> (%)	<i>M. hemipterus</i> (%)
C-I	13	11	30.7 bc	54.5 a
C-SI	9	5	33.3 ab	80.0 a
A-I	11	9	63.3 a	66.7 a
A-SI	9	16	33.3 ab	75.0 a
T-I	31	17	3.2 c	0.0 b
T-SI	20	5	0.0 c	0.0 b

CUADRO 2. Tiempo transcurrido desde la inoculación de *B. bassiana* hasta la muerte para las dos especies de insectos.

TRATAMIENTOS	<i>C. sordidus</i> (días)	<i>M. hemipterus</i> (días)
C-I	10.5	16.2
C-SI	13.0	18.0
A-I	11.4	14.0
A-SI	10.53	14.8
PROMEDIO	11.3	15.75

C: Aplicación del hongo en polvo de conidios con talco.
A: Aplicación del hongo en arroz.
T: Testigo.
I: Con infestación artificial de adultos de picudo.
SI: Con infestación natural.

(Cuadro 2). Sin embargo, la falta de homogeneidad en las recolectas y el bajo número de insectos recolectados, no permitió hacer un análisis de la mortalidad diaria para obtener el tiempo letal medio (TL50) de los tratamientos.

Efecto de *B. bassiana* sobre *M. hemipterus*. El porcentaje de mortalidad total de *M. hemipterus* fue mayor que el observado con *C. sordidus*, entre un 54 y 80% para los diferentes tratamientos y de cero para los testigos, lo cual indica que este insecto es más susceptible a esta cepa de *B. bassiana* (Cuadro 1.). Melo *et al.* (1980) emplearon trampas de pseudotallo en el campo a las cuales se aplicó una suspensión de esporas de *B. bassiana* de 1×10^7 , y encontraron que *M. hemipterus* fue más susceptible que *C. sordidus*, ya que alcanzó un 100% de mortalidad a los 15 días mientras que *C. sordidus* alcanzó el 100% a los 20 días. Sin embargo, en el presente estudio, *M. hemipterus* tardó en morir 15.75 días y *C. sordidus* 11.3 (Cuadro 2), lo cual difiere de los resultados de Melo *et al.* (1980). El número de insectos recuperados también presentó mucha variabilidad, pero fue similar entre los tratamientos y no como sucedió con *C. sordidus* (Cuadro 2). Como *M. hemipterus* tiene un mayor desplazamiento que *C. sordidus*, es posible que su poder para dispersar el hongo dentro de un campo de plátano sea mayor, lo cual lo convierte en un insecto útil para la diseminación de *B. bassiana*. Estos resultados, a pesar de la variabilidad presentada, demuestran el potencial de *B. bassiana* cepa RL 9 para controlar la plaga en el campo, mediante trampas de pseudotallo, como también lo han confirmado Mesquita *et al.* (1984), Batista Filho *et al.* (1987) y Melo *et al.* (1980).

En cuanto a la formulación del hongo, no hubo mucha diferencia entre sustrato de arroz y polvo de conidios, por lo que se puede recomendar el uso del hongo directamente en el sustrato de arroz sin hacer ninguna separación de los conidios, lo cual aumentaría los costos del tratamiento; también se puede recomendar aplicar en la mitad de la superficie de las trampas para que el hongo no interfiera con la atracción del picudo hacia ellas, o bien, poner el hongo un día después de haber colocado las trampas. □

LITERATURA CONSULTADA

- ARLEU, R.J.; NETO, S.S. 1984. Broca da bananeira *Cosmopolites sordidus* (Germ., 1824) (Coleoptera: Curculionidae). Turrialba (Costa Rica) 34(3):359-367.
- BATISTA F., A.; PAIVA, L.M.; MYAZAKI, I.; BASTOS C., B.P.; OLIVEIRA, D.A. 1987. Controle biológico do "Moleque" da bananeira (*Cosmopolites sordidus*, Germar, 1824) pelo uso de fungos entomogênicos, no laboratório. *Biológico (Brasil)* 53(1/6):1-6.
- BRENES G., S. 1993. Efecto de diferentes aislados del hongo entomopatogénico *Beauveria* spp (Bals.) Vuill sobre *Cosmopolites sordidus*, Germar (Coleoptera:Curculionidae). Tesis Ing Agr. Universidad de Costa Rica, Sede del Atlántico. 60 p.
- BUSOLI, A.C.; FERNANDES, O.A.; TAYRA, O. 1989. Controle da broca da bananeira *Cosmopolites sordidus*, Germar 1824 (Coleoptera: Curculionidae) a través dos fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Metschn.). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*. 18:33-41.
- CASTAÑO P., O. 1989. Manejo de problemas entomológicos en los cultivos de plátano y banano. In Manual sobre el cultivo del plátano. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Centro Nacional de Investigaciones de Café (CENICAFE). p. 100-126.
- MELO G.S. DE; *et al.* 1980. Controle de pragas da bananeira (*Musa* sp.) com o fungo entomogênico *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. *Pesq. Agrop. Pernamb. Recife* 4 (único): 149-155.
- MESQUITA, A.L.M.; CORDEIRO, Z.J.M.; ALVES, E.J.; CALDAS, R.C. 1984. Utilização de fungos entomogênicos para o controle biológico da broca do rizoma da bananeira. Relatório Técnico Anual. Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura (Brasil). 1983. p. 45-47.
- SARAH, J.L. 1990. The banana weevils. *Fruits (Número especial)*:68-71.

EFICIENCIA DE INSECTICIDAS PARA EL CONTROL DE *Bemisia tabaci* (Gennadius) EN TOMATE

Víctor Salguero*
Julio Morales**

ABSTRACT

The efficiency and the length of control for some insecticides and their mixtures were evaluated in order to select those which best control *B. tabaci* and suggest application programs on tomatoes. Thiodan, Pimetrocine, Curacron, Pegasus, Orthene, and Mitac showed efficiency values between 83 and 98%. The mixtures Herald + Drawin and Tamaron + Baytroid were highly superior to their insecticides alone with efficiency values superior to 88%. The mixtures Thiodan + Drawin, Tambo and Thiodan + Orthene had good control, slightly superior to their insecticides alone.

INTRODUCCION

La aplicación de insecticidas es la práctica más utilizada en Guatemala para controlar *Bemisia tabaci* (Gennadius). Los problemas de virosis en tomate son tan serios que muchos productores hacen más de 30 aplicaciones durante el ciclo del cultivo. La mayoría son mezclas, en algunos casos, hasta de 4 o más insecticidas, para muchos de los cuales *B. tabaci* ya ha desarrollado resistencia (Dittrich *et al.* 1990).

Este uso indebido de insecticidas ha incrementado los costos de producción y en la mayoría de los casos, ocasiona un control deficiente del problema. Muchos productores de tomate han abandonado el cultivo. Paralelamente, se agudizan las consecuencias negativas como contaminación ambiental, desarrollo de resistencia, fuga de divisas, etc.

Para aplicar insecticidas en forma racional contra *B. tabaci*, se sugiere el uso preventivo de prácticas no químicas, criterios de decisión, aplicación correcta, rotación y uso de mezclas adecuadas de insecticidas, y modificación del pH del agua cuando sea necesario (Salguero 1993).

El propósito de este experimento fue evaluar la eficiencia y el período de control de algunos insecticidas y sus mezclas, para seleccionar los que controlen mejor a *B. tabaci* y sugerir programas de aplicación.

RESUMEN

Se evaluó la eficiencia y el período de control de algunos insecticidas y sus mezclas, con el objeto de seleccionar los que mejor controlen *B. tabaci* y sugerir programas de aplicación en tomate. Endosulfán, pimetrocine, profenofos, diafenthiuron, acefate y metilbils presentaron eficiencias entre 83 y 98%. Las mezclas fenpropatrina + butocarboxim y metamidofós + cyflutrin fueron superiores a los insecticidas individuales, con eficiencia superior a 88%. Las mezclas endosulfán + butocarboxim, profenofos + cipermetrina y endosulfán + acefate tuvieron buen control, ligeramente superior a los insecticidas individuales.

Este trabajo es parte de un proyecto en cuya siguiente fase se evaluarán nuevas mezclas y se verificarán en campos de agricultores los resultados presentados.

METODOLOGIA

Ubicación del experimento y manejo del cultivo. Las evaluaciones se hicieron de enero a mayo de 1993 en la estación experimental El Oasis, del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) en Zacapa, Guatemala. La temperatura media anual es de 26°C, y la precipitación de 500-600 mm anuales. Está a 230 msnm, en la zona de vida de bosque espinoso, con suelos arcillosos de la serie chicaj.

Las prácticas agronómicas fueron las recomendadas por ICTA en la región (Morales *et al.* 1993). Se usó el híbrido Zenith. El semillero se protegió con una malla (espuma) hasta el trasplante (22 días).

Diseño. Se sembraron dos parcelas con 47 surcos y 29 m de longitud. Cada una se dividió en tres subparcelas de 15 surcos y un surco de separación. Cada semana se evaluaron dos insecticidas y su mezcla. El insecticida A se evaluó en la parcela este, el B en la parcela oeste y la mezcla A + B en la central. Las dosis para insecticidas solos fueron las recomendadas por las casas comerciales; para las mezclas, la mitad de cada una. Los insecticidas evaluados aparecen en el Cuadro 1.

Recibido: 20/01/94. Aprobado: 10/05/94.

*CATIE-MIP, Apartado Postal 76-A, Guatemala, Guatemala.

**Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA, Guatemala.

CUADRO 1. Insecticidas evaluados para controlar *B. tabaci* en tomate. Zacapa, Guatemala, 1993.

NOMBRE COMERCIAL	INGREDIENTE ACTIVO	GRUPO QUIMICO
Actellic	Pirimifosmetil	Fosforado
Ambush	Permetrina	Piretroide
Averte, Pegasus, Polo	Diafenthiuron	Tiourea
Baytroid	Ciflutrin	Piretroide
Curacron	Profenofos	Fosforado
Drawin	Butocarboxim	Carbamato
FT - 500	Fosfato orgánico	-
Herald	Fenpropatrin	Piretroide
Karate	Lambdacyhalothrin	Piretroide
Margosan	Azadiractina	Botánico
Metasystox	Oxidemeton-metil	Fosforado
Mitac	Amitraz	Triazapentadieno
Naturalis	<i>Beauveria bassiana</i>	Biológico
Orthene, Acefate	Acefato	Fosforado
Perfekthion	Dimetoato	Fosforado
Pimetrocine	Pimetrocine	Fosforado
Saf-T-Side		Aceite
Talstar	Bifentrin	Piretroide
Tamarón	Metamidofós	Fosforado
Tambo	Profenofos + Cipermetrina	Fosforado
Thiodan, Endosulfan	Endosulfán	Piretroide
Zipper	Cipermetrina	Piretroide

Variable de respuesta y análisis. Se anotó el número de adultos por hoja (que incluye varios folíolos). Se muestrearon 32 plantas en los 8 surcos centrales de cada tratamiento. En cada planta se muestreó una hoja intermedia. Para no perturbar los adultos se levantó con cuidado la planta del folíolo exterior y se contó el número presente en el envés. Se tomaron lecturas todos los días (excepto sábado y domingo) a las 7:00 h. La lectura del lunes equivalía a la pre-aplicación; de inmediato se aplicaron, simultáneamente, los productos. Las lecturas siguientes equivalían a la post-aplicación. Así se determinó la residualidad del control durante siete días; la lectura del lunes tuvo la doble función de pre-aplicación y final de la aplicación anterior.

El porcentaje de eficacia se determinó mediante la fórmula de Abbott (CIBA-GEIGY 1981):

$$\% E = \frac{L_1 - L_2}{L_1} (100)$$

en donde L_1 fue la lectura pre-aplicación y L_2 ($L_2 - L_0$) la post-aplicación. Con estos porcentajes de eficiencia se determinó, en forma gráfica, el período residual de control.

RESULTADOS Y DISCUSION

Algunos insecticidas solos ejercieron buen control sobre adultos de *B. tabaci* (superior al 80% de eficacia). Algunas mezclas fueron eficaces y superiores a los insecticidas solos. Estos resultados permiten agrupar en cinco categorías a los insecticidas solos y/o sus mezclas.

La eficiencia de cada producto o mezcla podría alterarse por la migración de los adultos entre las parcelas. Por ello, sería útil corroborar estos resultados en parcelas comerciales.

Mezclas muy superiores a los insecticidas individuales. Las mezclas Herald + Drawin y Tamarón + Baytroid ejercieron una eficiencia de control superior al 90% durante 24 h. Luego, aunque su eficiencia disminuyó, mantuvieron un control aceptable por 2 o 3 días más (Fig. 1). Los insecticidas individuales no ejercieron ningún control, posiblemente debido a resistencia de *B. tabaci*. Dittrich *et al.* (1990) consideran que algunos insecticidas fosforados inhiben la acción de la enzima que degrada a los piretroides, restaurándoles su poder. Esto podría suceder con el Tamarón (fosforado) y el Baytroid (piretroide) y posiblemente también con el Drawin (carbamato) y el Herald (piretroide).

Fig. 1. Mezclas que mostraron control superior a los insecticidas solos.

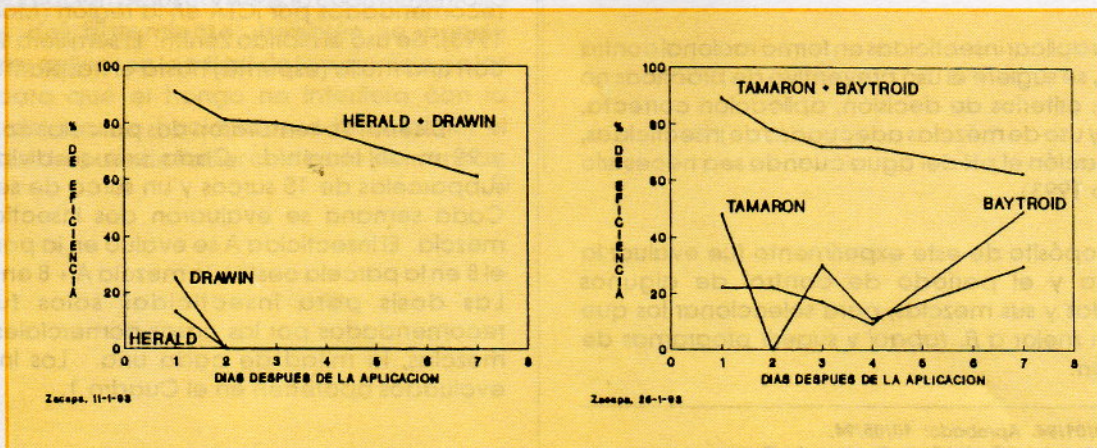


Fig. 2. Mezclas que mostraron control ligeramente superior a los insecticidas solos.

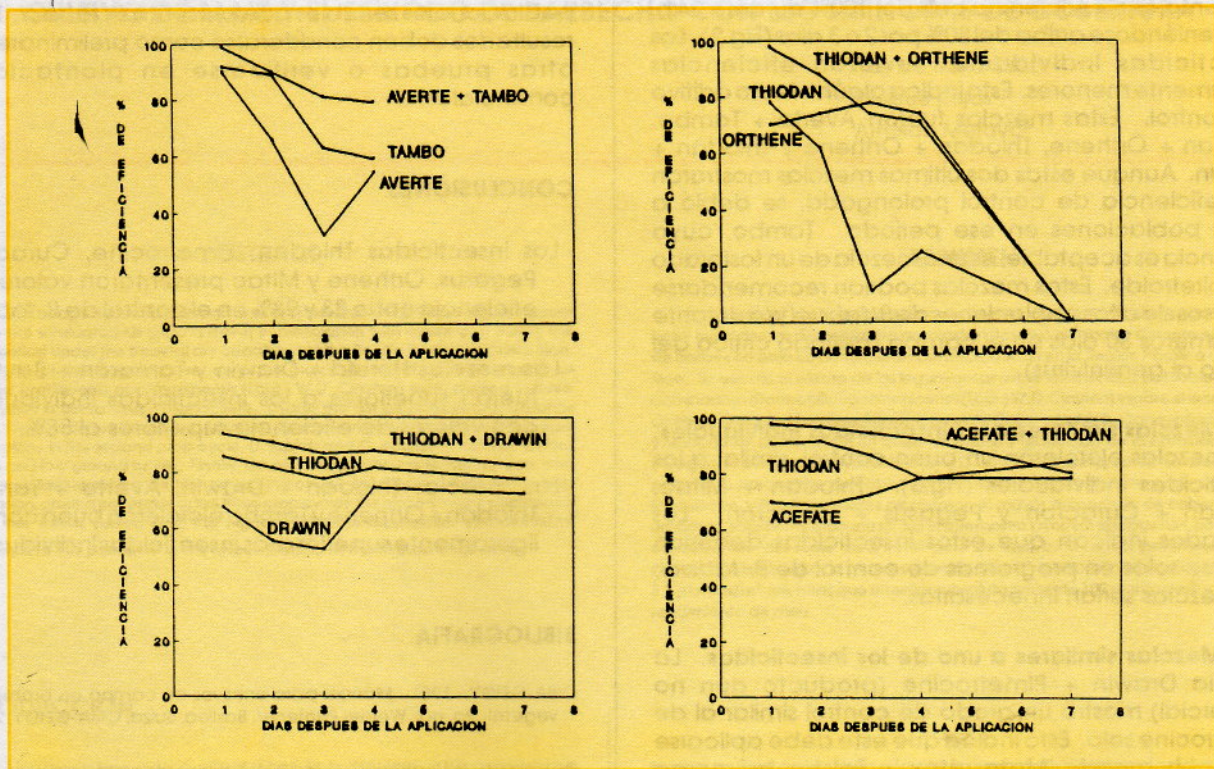
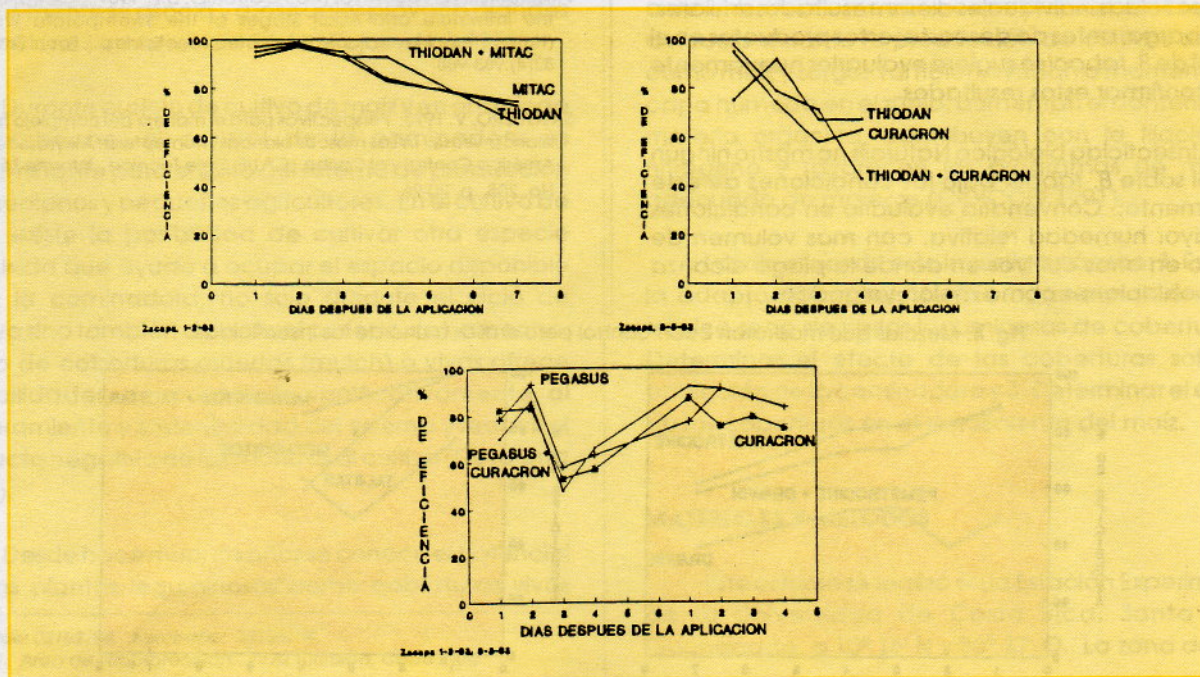


Fig. 3. Mezclas que mostraron buen control pero similar a los insecticidas solos.



Mezclas ligeramente superiores a los insecticidas individuales. Cuatro mezclas resultaron con porcentajes de eficiencia casi del 100% durante 24 h, manteniéndose arriba del 80% por 2 o 3 días (Fig.2). Los insecticidas individuales tuvieron eficiencias ligeramente menores. Esto indica algún efecto aditivo de control. Estas mezclas fueron Averte + Tambo, Thiodan + Orthene, Thiodan + Orthene y Thiodan + Drawin. Aunque estas dos últimas mezclas mostraron una eficiencia de control prolongada, se debió a bajas poblaciones en ese período. Tambo, cuya eficiencia es aceptable, es una mezcla de un fosforado y un piretroide. Estas mezclas podrían recomendarse en casos de altas poblaciones de *B. tabaci* y/o durante los primeros 30 días en el campo (período crítico del cultivo al geminivirus).

Mezclas similares a los insecticidas individuales. Tres mezclas ejercieron un buen control, similar a los insecticidas individuales (Fig.3). Thiodan + Mitac, Thiodan + Curacron y Pegasus + Curacron. Los resultados indican que estos insecticidas deberían incluirse solos en programas de control de *B. tabaci*; sus mezclas serían innecesarias.

Mezclas similares a uno de los insecticidas. La mezcla Drawin + Pimetrocine (producto aún no comercial) mostró un grado de control similar al de Pimetrocine solo. Esto indica que éste debe aplicarse solo. La mezcla Metasystox + Talstar así como Metasystox solo, mostraron buen control durante 24 h, mientras que la mezcla mantuvo control por más tiempo.

Insecticidas poco eficaces. Las mezclas Zipper + FT-500, Herald + Thiodan, Thiodan + Tamarón, Ambush + Perfekthion, Saf-T-Side + Margosan y Actellic + Karate; mostraron porcentajes de eficiencia inferiores al 80%. Los insecticidas individuales dieron resultados similares. Sin embargo, antes de descartar estos productos en el control de *B. tabaci* se sugiere evaluarlos nuevamente para confirmar estos resultados.

El insecticida biológico Naturalis no mostró ningún control sobre *B. tabaci* bajo las condiciones de este experimento. Convendría evaluarlo en condiciones de mayor humedad relativa, con más volumen de agua o en otros cultivos en donde la plaga alcanza altas poblaciones como melón y algodón.

La eficiencia mostrada por cada insecticida o su mezcla pudo ser afectada por las fluctuaciones poblacionales sensibles que presenta *B. tabaci*. Estos resultados deben considerarse como preliminares de otras pruebas o verificarse en plantaciones comerciales. □

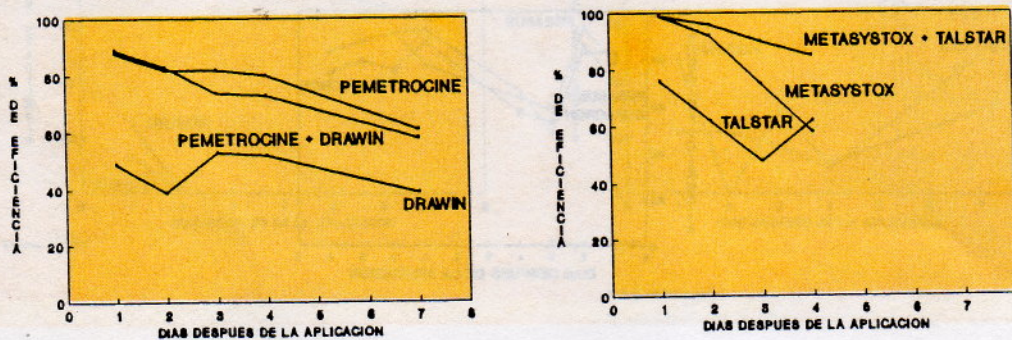
CONCLUSIONES

- Los insecticidas Thiodan, Pimetrocine, Curacron, Pegasus, Orthene y Mitac presentaron valores de eficiencia entre 83 y 98% en el control de *B. tabaci*.
- Las mezclas Herald + Drawin y Tamarón + Baytroid fueron superiores a los insecticidas individuales, con valores de eficiencia superiores al 88%.
- Las mezclas Thiodan + Drawin, Averte + Tambo, Thiodan + Orthene y Tambo ejercieron buen control, ligeramente superior a los insecticidas individuales.

BIBLIOGRAFIA

- CIBA-GEIGY. 1981. Manual para ensayos de campo en protección vegetal. 2a. ed. Werner Püntener, Basilea, Suiza, CIBA-GEIGY, 205 p.
- DITTRICH, V., UKS, y ERNEST, G.H. 1990. Chemical control and insecticide resistance of whiteflies. In Whiteflies: their bionomics, pest status and management. Ed. por D. Gerling. Newcastle, UK, Athenaeum Press, p. 263-285.
- MORALES, J.R.; DARDON, D.E.; SALGUERO, V.E. 1993. Parcela MIP de Validación y Transferencia en Tomate. In Manejo Integrado de Plagas en Tomate, Fase I: 1991-1992. V. Salguero, D. Dardón y R. Fisher. Ed. Proyecto MIP-ICTA-CATIE-ARF, Guatemala, p. 130-136.
- PRABHAKER, N.; TOSCANO, N.C.; COUDRIET, D.L. 1989. Susceptibility of the Immature and Adult Stages of the Sweetpotato Whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) to selected insecticides. J. Econ. Entomol. 82(4):983-988.
- SALGUERO, V. 1993. Perspectivas para el manejo del complejo mosca blanca-virosis. In Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 205. p. 20-26.

Fig. 4. Mezclas que mostraron buen control pero similar a uno de los insecticidas.



MANEJO DE LA CAMINADORA (*Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton) EN EL CULTIVO DE MAÍZ Y EL PERIODO DE BARBECHO CON LEGUMINOSAS DE COBERTURA

Ramiro de la Cruz*

Enrique Rojas*

Arnoldo Merayo*

ABSTRACT

The adaptation capacity, growth and behavior of thirteen legume cover crops were evaluated as ground cover in association with maize and during the fallow period under the tropical dry conditions of the Pacific Region of Costa Rica. The effects of the legume cover crops on maize yield and on the dynamic of itchgrass (*Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton) were studied in three crop cycles in Santa Cruz, Guanacaste. During the first crop cycle only *Dalichos lablab*, *Canavalia ensiformis* and *Mucuna* sp. showed good growth and itchgrass suppression. In the second crop cycle, *D. lablab* and *C. ensiformis* showed a poor growth and low ground cover. Finally, during the last crop cycle, *Mucuna* sp. and *P. phaseoloides* reached the highest ground cover. *Mucuna* sp. showed the best adaptation, ground cover during the three crop cycles, the highest mulch persistence during the fallow period and the highest itchgrass suppression (3.5 plants/m² compared to 102 plants/m² in the check plots) and the highest crop yield.

INTRODUCCION

La caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*) es una maleza gramínea anual de las regiones tropicales y subtropicales (Holm *et al.* 1977). Herrera (1989) menciona que es una de las malezas más importantes en la región Pacífica y Atlántica de Costa Rica, principalmente por su agresividad y capacidad de competencia con cultivos como maíz, frijol, arroz de secano, sorgo y caña de azúcar, con los que comúnmente se asocia y a los cuales provoca grandes reducciones en su rendimiento (Rojas *et al.* 1993).

Durante el ciclo de cultivo de maíz y en el período de barbecho, el control de la caminadora es determinante para el éxito del sistema de producción de medianos y pequeños agricultores. En el cultivo de maíz existe la posibilidad de cultivar otra especie asociada que ayude a ocupar el espacio disponible para la caminadora, no solo durante el ciclo de cultivo sino también durante el período de barbecho. El uso de coberturas muertas (mulch) o vivas ofrece posibilidades de contribuir significativamente al mejoramiento y sostenibilidad del sistema y reducir el impacto negativo de las malezas al cultivo (De la Cruz 1992).

Desde hace muchos años se conoce el potencial de las plantas leguminosas como coberturas vivas

Recibido: 02/02/94. Aprobado: 31/05/94.

*CATIE. Area de Fitoprotección. 7170 Turrialba, Costa Rica.

RESUMEN

Se estudió la capacidad de adaptación, desarrollo y comportamiento de trece leguminosas de cobertura asociadas al cultivo del maíz y durante el período de barbecho bajo las condiciones del trópico seco en la Región Pacífica de Costa Rica. Se estudió el efecto de las leguminosas sobre la dinámica poblacional de la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton) y sobre el rendimiento de maíz. Durante el primer ciclo únicamente *Dalichos lablab*, *Canavalia ensiformis* y *Mucuna* sp. presentaron un buen desarrollo y reducción de la caminadora. En el segundo ciclo de cultivo *D. lablab* y *C. ensiformis* presentaron un crecimiento pobre y su porcentaje de cobertura fue bajo. Durante el último ciclo de cultivo, *Mucuna* sp. y *P. phaseoloides* alcanzaron el mayor porcentaje de cobertura. Sin embargo, solamente *Mucuna* sp. fue la que mostró la mayor adaptación, porcentaje de cobertura del suelo durante el ciclo de cultivo, la mayor persistencia en el período de barbecho, la mayor supresión de caminadora (con una densidad de 3.5 plantas/m², mientras que el testigo absoluto presentó 102 plantas/m²) y el mayor rendimiento de maíz.

para mantener o mejorar las condiciones de fertilidad de los suelos y protegerlos de la erosión (Duke 1981). Estas especies pueden contribuir en el manejo de malezas por competencia directa o alelopatía, y disminuye en consecuencia, el uso de herbicidas y fertilizantes químicos (CIDICCO 1991). El uso de leguminosas de cobertura es una alternativa viable para disminuir el empleo de herbicidas y las labores de control manual o mecánico que promueven la erosión del suelo durante la producción de cultivos anuales como maíz y sorgo. También ayudan a mantener una capa húmeda en el suelo, aumentan el contenido de materia orgánica, contribuyen con la fijación de nitrógeno y favorecen los programas de manejo adecuado de malezas (CIDICCO 1991).

Los objetivos de esta investigación son: 1. Estudiar la adaptación y persistencia a las condiciones del trópico seco de varias leguminosas de cobertura. 2. Determinar el efecto de las coberturas sobre la población de la caminadora y 3. Determinar el efecto de las coberturas en el rendimiento del maíz.

MATERIALES Y METODOS

Este estudio se realizó en la Estación Experimental de la Universidad de Costa Rica, Santa Cruz, Guanacaste, a 10° 16' N y 85° 37' O. La zona de vida

es Bosque Húmedo Premontano transición A-basal (Tosi 1969) con una altitud de 54 m, una precipitación promedio de 1881 mm concentrada en una estación lluviosa de mayo a noviembre y temperatura promedio de 28.1°C. El suelo es de textura arcillosa, pH de 6.0 y un contenido de materia orgánica de 3.4%.

Se realizaron tres ciclos de siembra de maíz y leguminosas. El primer ciclo se realizó en junio de 1992, el segundo y tercero en mayo y setiembre de 1993 respectivamente. El maíz se sembró a 1.0 m entre hileras y 0.35 m entre plantas para una densidad de 57 000 plantas/ha; las leguminosas de cobertura se sembraron en medio de las hileras del maíz. La semilla de maíz del híbrido HC-43, se sembró con espeque a tres semillas por golpe. A la siembra se fertilizó con 225 Kg/ha de la fórmula comercial 10-30-10. A los 21 días después de la siembra se aplicó 136 Kg/ha de nitrato de amonio.

En el Cuadro 1 se observa la cantidad de semilla de leguminosa utilizada, distancia y forma de siembra. En el primer ciclo se evaluaron las leguminosas: *Dolichos lablab* (DOLLA), *Mucuna* (MUCPR), *Canavalia ensiformis* (CANEN), *Desmodium ovalifolium* (DESOV), *Centrosema pubescens* (CENPU), *Centrosema acutifolium* (CENAC), *Pueraria phaseoloides* (PUEPH), *Vigna unguiculata* (VIGUN), *Neonotonia wightii* (NEOWI) y *Arachis pintoi* (ARAPI). En el segundo y tercer ciclo de maíz se eliminaron las especies *Centrosema pubescens*, *Centrosema acutifolium* y *Neonotonia wightii* debido a que demostraron un crecimiento demasiado lento; en su lugar se incluyeron las especies *Stylosanthes guineensis* (STYGU), *Stylosanthes hamata* (STYHA) y *Centrosema brasiliensis* (CENBR). En este estudio se tuvo un testigo absoluto y uno del agricultor con dos deshierbas (15 y 30 dds) por ciclo.

Por su lento crecimiento y pobre capacidad de cobertura, en los tratamientos de *C. pubescens*, *D. ovalifolium*, *S. guineensis*, *S. hamata*, *N. wightii*, *A. pintoi* y *P. phaseoloides* (durante el primero y segundo ciclo), fue necesario realizar dos deshierbas a los 15 y 30 dds.

Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La parcela experimental consistió en 5 hileras de maíz de 6 m de longitud y de cuatro hileras de leguminosa, dos por cada surco central de la parcela. Para *Mucuna* sp., *C. ensiformis* y *D. lablab* se sembró solamente un surco en medio de cada calle del cultivo. El área total de la parcela fue de 30 m² y se consideró como parcela útil las tres hileras centrales del maíz y las cuatro hileras de leguminosa para una área de 10.8 m². Para el segundo y tercer ciclo de maíz la siembra se hizo bajo cero labranza. En el ensayo se evaluaron las variables: porcentaje de cobertura de las leguminosas a los 30 y 60 dds y rendimiento del cultivo.

Para la variable porcentaje de cobertura de las leguminosas, se realizó una transformación a arcoseno de la $\sqrt{x+0.5}$ y se realizó un análisis de varianza. Las poblaciones de caminadora, durante el segundo y tercer ciclo se transformaron a $\sqrt{x+0.5}$ previo al análisis de varianza. El maíz del segundo ciclo se cosechó el 23 de agosto de 1993 y el del tercer ciclo, el 14 de diciembre. El rendimiento se convirtió a kg/ha al 12% de humedad. A los datos obtenidos se les realizó un análisis de varianza.

Para la siembra del primer ciclo se usó el herbicida pendimetalina (1.25 kg i.a./ha). Previo a la siembra del segundo y tercer ciclo, se hizo una aplicación total de glifosato al inicio de las lluvias (1.2 kg i.a./ha).

CUADRO 1. Cantidad de semilla, distancia de siembra y forma de siembra de las leguminosas de cobertura evaluadas en el primer ciclo.

LEGUMINOSA	CANTIDAD DE SEMILLA (Kg/ha)*	FORMA DE SIEMBRA
DOLLA	70.0 (30.0)	3 semillas por golpe c/20cm**
CANEN	100.0 (40.0)	3 semillas por golpe c/20cm**
MUCPR	100.0 (40.0)	3 semillas por golpe c/20cm**
VIGUN	30.0	4 semillas por golpe c/20cm
PUEPH	6.0 (8.0)	a chorro
DESOV	2.5	a chorro
CENPU	4.5	a chorro
CENAC	4.5	a chorro
NEOWI	4.5	a chorro
STYGU	4.0	a chorro
STYHA	4.0	a chorro
CENBR	5.0	a chorro
ARAPI	---	estolones en cadena doble

*El número entre paréntesis es la cantidad de kg de semilla sembrados en el segundo y tercer ciclo de cultivo.
 **La distancia de siembra se cambió a 50 cm entre plantas en el segundo y tercer ciclo.

RESULTADOS Y DISCUSION

Crecimiento, desarrollo y porcentaje de cobertura.

De las coberturas sembradas en el primer ciclo de maíz, únicamente *D. lablab*, *C. ensiformis* y *Mucuna* sp. lograron establecerse y crecer, alcanzando una altura de 0.89, 0.94 y 0.94m a los 110dds, respectivamente. Las otras leguminosas presentaron una pobre germinación y su desarrollo dentro del cultivo fue limitado, no presentaron suficiente cobertura como para reducir en forma significativa el desarrollo y establecimiento de la caminadora. En esta primera siembra fue muy baja la germinación de *P. phaseoloides* quizás debido a la no escarificación de la semilla.

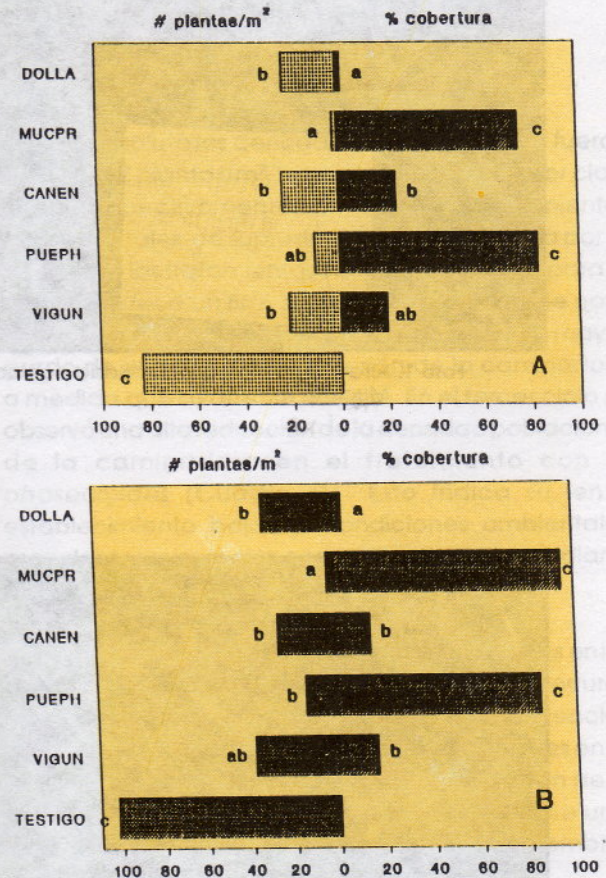
Las especies de leguminosas no incluidas en el Cuadro 2, nunca alcanzaron un porcentaje de cobertura mayor al 5% durante las evaluaciones realizadas a los 30 y 60dds en cada ciclo de cultivo. *D. lablab*, *Mucuna* sp. y *C. ensiformis* alcanzaron los mayores porcentajes de cobertura del suelo durante el primer ciclo de cultivo.

En el segundo ciclo de siembra, *D. lablab* y *C. ensiformis* mostraron un comportamiento diferente al ciclo anterior, con un crecimiento pobre y bajo porcentaje de cobertura viva. *D. lablab* mostró una baja producción de semilla. Además fueron severamente atacadas por *Diabrotica* sp. y el chinche *Edessa* sp., respectivamente. Es posible que el pobre crecimiento de *D. lablab* y *C. ensiformis* en el segundo y tercer ciclo esté asociado con efectos alelopáticos de la cobertura muerta producida durante el primer ciclo del estudio o a la pobre calidad de la semilla utilizada.

Durante el tercer ciclo de siembra, *Mucuna* sp. y *P. phaseoloides* alcanzaron el mayor porcentaje de cobertura (Cuadro 2, Fig. 1). Se observó buena floración y producción de semilla en la leguminosa *Mucuna* sp., cuyo comportamiento ha sido similar en los tres ciclos

de siembra. Esta especie ha mostrado el mayor porcentaje de cobertura, durante el ciclo de cultivo y en el período de barbecho.

El comportamiento y desarrollo de *Mucuna* sp. durante los tres ciclos de cultivo, se considera un buen indicador de su adaptación a las condiciones del trópico seco de Costa Rica. Mostró rápido establecimiento, alta capacidad de supresión de malezas, produjo gran cantidad de materia seca y se mantuvo viva hasta el mes de febrero. Se observó que



CUADRO 2. Porcentaje de cobertura de las leguminosas más prometedoras estudiadas durante tres ciclos de cultivo. San Cruz, Guanacaste, 1992-1993.

LEGUMINOSA	PORCENTAJE DE COBERTURA					
	PRIMER CICLO		SEGUNDO CICLO		TERCER CICLO	
	30	60	30	60	30	60*
DOLLA	26b**	72b	21a	9a	2a	4a
MUCPR	70c	95c	95c	93d	76b	95b
CANEN	47bc	95c	26a	21ab	24a	15a
PUEPH	2a	7a	33ab	36bc	83b	85b
VIGUN	2a	1a	55b	55c	20a	17a

*Días después de la siembra.
**Medias con igual letra no difieren al aplicar la Prueba de Tukey al 5%.



Foto 1. Alta reducción en la densidad poblacional de la caminadora cuando el maíz se asocia a *Mucuna* sp.



Foto 2. Alta infestación de la caminadora cuando el maíz no se asoció con leguminosas.

Fe De Erratas: Invertir las leyendas al pie de las fotos.

CUADRO 3. Densidad poblacional de *R. cochinchinensis* en cada uno de los tratamientos seleccionados durante el segundo y tercer ciclo de cultivo. Santa Cruz, Guanacaste. 1992-1993.

LEGUMINOSA	NUMERO DE PLANTAS/m ²			
	SEGUNDO CICLO		TERCER CICLO	
	30	60	30	60*
DOLLA	17.5ab	49.6bc**	22.2b	32.6b
MUCPR	2.6a	3.6a	1.8a	3.5a
CANEN	18.4ab	22.8ab	23.2b	26.7b
PUEPH	62.6b	44.5bc	10.4ab	14.5ab
VIGUN	50.7bc	35.9b	21.4b	38.2b
TESTIGO ABSOLUTO	92.9c	84.1c	83.0c	102.0c

* Días después de la siembra.

** Medias en una misma columna, con igual letra no difieren al aplicárseles la Prueba de Tukey al 5%.

cuando *Mucuna* sp. se siembra asociada con maíz de postrera (setiembre) su crecimiento y desarrollo se reducen notoriamente.

Bunch (1986) y Flores (1990) reportan que esta leguminosa se adapta a suelos pobres y secas prolongadas hasta de 5-6 meses en alturas superiores a los 600 m. En lugares más bajos la tolerancia a la sequía se reduce.

P. phaseoloides mostró durante el primer ciclo de siembra un establecimiento y desarrollo lento. Sin embargo, en el segundo ciclo de siembra (Mayo 1993) aunque inicialmente tuvo un crecimiento similar al primer ciclo, logró sobrevivir durante el período seco y alcanzó para el tercer ciclo, una cobertura de 85% a los 60 dds del maíz, sin ser necesaria su resiembra.

Densidad poblacional de la caminadora. Los recuentos de la población de caminadora, durante el segundo y tercer ciclo del cultivo, se muestran en el Cuadro 3. Se aprecia el efecto supresivo de *Mucuna* sp. sobre la población de caminadora, pues en ambos ciclos del cultivo la densidad poblacional solo alcanzó un promedio de 3.5 plantas/m², mientras que en el

testigo absoluto las densidades poblacionales fueron de 84 y 102 plantas/m², para el segundo y tercer ciclo 60 dds, respectivamente. En los demás tratamientos los porcentajes de supresión de la caminadora por la acción de los tratamientos variaron de un 62% para *P. phaseoloides* a un 86% para *V. unguiculata*. Se nota también como las coberturas alcanzan un mayor grado de eficacia en la supresión de la caminadora a medida que avanza el tiempo. En el tercer ciclo se observó una alta reducción de la densidad poblacional de la caminadora en el tratamiento con *P. phaseoloides* (Cuadro 3). Esto indica su lento establecimiento bajo las condiciones ambientales prevalentes y su mejor comportamiento a mediano plazo.

En general, se observó amplias variaciones entre parcelas en relación con el efecto de las coberturas sobre la población de la caminadora. Estas diferencias posiblemente se debieron más a irregularidades en el desarrollo de las coberturas que a la distribución de la maleza en el campo. Posiblemente se requiere una mejor selección de semillas y del método de siembra.

CUADRO 4. Rendimiento del maíz (12% de humedad) en asocio con diferentes leguminosas. Santa Cruz, Guanacaste. 1992-1993.

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO DEL MAIZ (KG/HA)	
	Segundo ciclo	Tercer ciclo
DOLLA	2675b*	618a
MUCPR	3641b	2438c
CANEN	3292b	804ab
PUEPH	3058b	1507b
VIGUN	2450ab	768a
TESTIGO ABSOLUTO	1100a	211a
TESTIGO AGRICULTOR	2675 b	525a

* Medias con igual letra no difieren al aplicárseles la Prueba de Tukey al 5%.

En los tratamientos de *C. pubescens*, *D. ovalifolium*, *S. guineensis*, *S. hamata* y *N. wightii* a pesar de que se realizó una deshierba a los 15 y 30dds para favorecer su establecimiento, no se observó reducción significativa de la caminadora posterior a ambas deshierbas.

Rendimiento del cultivo. Únicamente se tienen datos de cosecha del segundo y tercer ciclo del cultivo, las coberturas crecieron libremente y las tres de mejor crecimiento (DOLLA, MUCPR y CANEN) ocasionaron fuerte competencia al maíz, debido principalmente a la alta densidad poblacional de estas leguminosas.

El maíz fue afectado en el segundo ciclo por la escasez de lluvia y por un ataque de langostas (*Schistocerca piceifrons piceifrons* Walk.) durante el período de floración. En este ciclo el mayor rendimiento del maíz (3641 Kg/ha) se observó en las parcelas donde el maíz estuvo asociado a la *Mucuna* sp. (Cuadro 4), siendo un 27% superior al del testigo del agricultor (2675 Kg/ha). A pesar del establecimiento irregular de *C. ensiformis* y *D. lablab*, los altos rendimientos del cultivo en estas parcelas se debieron, posiblemente, a la gran cantidad de materia seca producida durante el primer ciclo, la cual cubría todas las parcelas y evitaba la germinación y establecimiento de la caminadora. *P. phaseoloides*, aún sin alcanzar su completo desarrollo, mostró un rendimiento de maíz, 13% más que el testigo del agricultor, el cual había recibido dos deshierbas a los 15 y 30dds.

Para el tercer ciclo de cultivo, durante la primer semana después de la siembra, un exceso de lluvia redujo el número de plantas de maíz y afectó el desarrollo inicial de las plántulas. Posteriormente las lluvias escasearon y el rendimiento se afectó notoriamente. Se observó mayor rendimiento en el tratamiento donde el maíz se asoció a *Mucuna* sp., en un 78% superior al del testigo del agricultor. El siguiente mayor rendimiento se obtuvo en las parcelas de *P. phaseoloides* con un rendimiento 65% mayor al del testigo.

Para el tercer ciclo del cultivo, en las parcelas sin coberturas, las densidades poblacionales de caminadora alcanzaron valores extremadamente altos, aún en las parcelas del testigo del agricultor que recibieron dos deshierbas (15 y 30 dds). □

CONCLUSIONES

Las especies promisorias o de mejor adaptación y crecimiento fueron *Mucuna* sp. *Pueraria phaseoloides*, *Canavalia ensiformis*, *Vigna unguiculata* y *Dolichos lablab*. Las otras especies no lograron establecerse.

Por su rápido crecimiento y gran producción de cobertura muerta, que persistió durante el período de barbecho, *Mucuna* sp. fue más eficiente en la reducción de la densidad poblacional de *Rottboellia cochinchinensis*, tanto durante el período de barbecho como en el siguiente ciclo de siembra al inicio de las lluvias en mayo.

Pueraria phaseoloides mostró un crecimiento menor al que presenta en las zonas húmedas, su manejo en el cultivo del maíz se facilitó y su acción en el control de la caminadora fue eficiente.

Las especies *Dolichos lablab*, *Canavalia ensiformis* y *Vigna unguiculata* mostraron eficiencia en la supresión de la caminadora, pero su crecimiento a través de los tres ciclos de siembra fue irregular.

El incremento en los rendimientos en las parcelas con las especies promisorias se debió posiblemente a la acción de reducción de la competencia de las malezas, principalmente la caminadora, y a la contribución de nutrientes al suelo.

Se requieren mayores estudios sobre el manejo agronómico de las leguminosas que mostraron un buen comportamiento. Sería útil conducir evaluaciones económicas sobre el costo de establecimiento y manejo de dichas leguminosas, teniendo en cuenta la necesidad de una especie que, asociada con el cultivo, permita un manejo adecuado del barbecho y del banco de semillas de la caminadora, principalmente.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto de Recursos Naturales, Gran Bretaña, como parte del Proyecto Manejo Integrado de Plagas del Suelo (EMC X0179, asignado al CATIE, Costa Rica), el cual financió esta investigación. Al personal de la Estación Experimental de la Universidad de Costa Rica, Santa Cruz, Guanacaste por su colaboración durante el desarrollo de esta investigación.

LITERATURA CITADA

- BUNCH, R. 1986. Algunos datos aprendidos sobre abonos verdes para uso campesino. Tegucigalpa, Honduras. CIDICCO. 10 p. (mimeografiado).
- CIDICCO. 1991. Noticias sobre el uso de los cultivos de cobertura. Carta N°1, Rev. Setiembre, 1991. Honduras. 4 p.
- DE LA CRUZ, R. 1992. Las coberturas vivas como ayuda en el manejo de malezas. In: IV Congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas, 20-24 abril, 1992. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 116 p.
- DUKE, J. A. 1981. Handbook of legumes of world economic importance. U.S. Department of Agriculture, Maryland, U.S. Plenum Press, 345 p.
- FLORES, M. 1990. El uso del frijol lab por pequeños agricultores de varios lugares de Honduras. Tegucigalpa, Honduras. CIDICCO, 7 p.
- HERRERA, F. 1989. Situación de *Rottboellia cochinchinensis* en Costa Rica. In: Seminario Taller sobre "*Rottboellia cochinchinensis* (Lour.)" y "*Cyperus rotundus* L.", Distribución, Problemas e Impacto Económico en Centroamérica y Panamá. Proyecto MIP-CATIE, Honduras. pp. 14.
- HOLM, L.G.; PLUCKNETT, D.L.; PANCHO, J.V. y HERBERGER, J.P. 1977. The World's Worst Weeds. Distribution and Biology. Univ. Press of Hawaii, Honolulu, Hawaii. p. 139-144.
- ROJAS, C.E.; DE LA CRUZ, R. y MERAYO, A. 1993. Efecto competitivo de la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton) en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.). Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica). N°27:42-45.
- TOSI, J. 1969. Mapa ecológico de la República de Costa Rica, según la clasificación de zonas de vida de L.R. Holdridge. Centro Científico Tropical. San José, Costa Rica.



\$ 9.50

CONSIDERACIONES SOBRE LA FUNCION DE PRODUCCION APLICADA A PROBLEMAS DE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

Octavio A. Ramírez*

ABSTRACT

This study presents a scenario in which the omission of a pest severity-of-attack index from the regression analysis causes a considerable bias of a very specific nature on the estimates of the coefficients defining a production function. Such bias manifests itself in an underestimation of the marginal physical productivity of the pesticide and, consequently, in an underestimation of the economically optimal utilization level of that variable input. A bias is also observed on the estimates of the marginal physical productivity of other variable inputs included in the analysis. An example illustrates a modification of the quadratic production function, that allows to introduce in a very simple manner a pest severity-of-attack index within the set of explanatory variables. The advantages and disadvantages of the proposed model specification are discussed, as well as the necessity for research oriented to improve this kind of econometric models.

RESUMEN

Este estudio presenta un escenario en el cual la omisión de un índice de severidad de ataque de la plaga del análisis de regresión, causa un sesgo considerable y de naturaleza muy específica en los estimados de los coeficientes de una función de producción. Dicho sesgo se manifiesta en una subestimación de la productividad física marginal del plaguicida y, consecuentemente, del nivel óptimo económico de utilización de este. El sesgo también se observa en los estimados de la productividad física marginal de otros insumos variables incluidos en el análisis. Un ejemplo presenta una modificación a la función de producción de tipo cuadrático, que permite introducir de manera sencilla un índice de severidad dentro del grupo de variables independientes. Se discuten las ventajas y desventajas de la especificación propuesta, así como las necesidades de investigación tendiente a mejorar este tipo de modelos econométricos.

INTRODUCCION

Metodologías basadas en la función de producción se han convertido recientemente en herramientas de análisis muy utilizadas en la evaluación económica de estrategias de fitoprotección. French (1989) cita metodologías de esta naturaleza dentro de los cuatro tipos de evaluaciones económicas más útiles en el desarrollo y aplicación de programas MIP.

De acuerdo a French, se pueden usar técnicas basadas en la función de producción para los siguientes propósitos: determinar el nivel de uso de un plaguicida que maximiza las ganancias parciales asociadas con su utilización; estimar el nivel de pérdidas económicas asociadas con la presencia de una plaga en una región; determinar criterios de decisión que permitan realizar un control racional de las plagas (umbrales de acción), etc. Para realizar cualquiera de estos análisis es necesario estimar la función de producción, generalmente mediante el uso de la técnica estadística de regresión.

Para determinar el nivel de uso de un plaguicida que maximiza las ganancias parciales asociadas con su utilización, por ejemplo, es necesario estimar la relación entre los diferentes niveles de uso del plaguicida y el rendimiento del cultivo (Simán 1989). En la mayoría de los casos la estimación se basa en datos provenientes de fincas que utilizan la tecnología que se desea evaluar.

En ciertos casos se incluyen dentro del grupo de variables independientes, además de los niveles de uso del plaguicida, otras que se espera afecten en forma significativa el rendimiento, tales como el tamaño de la finca y el nivel de fertilización (ICAITI

1977). En la mayoría de los casos, sin embargo, no se incluye en este grupo de variables independientes algún índice de la severidad del ataque de la plaga en cada una de las fincas donde se recolectaron los datos.

En general, la omisión de variables independientes relevantes del análisis de regresión, hace que los parámetros de la función de producción sean estimados con cierto grado de sesgo (Judge *et al.* 1985). En este estudio se presenta un ejemplo en el cual la omisión de un índice de severidad de la plaga en el análisis de regresión, causa un sesgo considerable y de naturaleza muy específica. Dicho sesgo se manifiesta en una subestimación de la productividad física marginal del plaguicida y, por tanto, en una subestimación del nivel óptimo económico de utilización de este. El sesgo también se observa en los estimados de la productividad física marginal de otros insumos variables incluidos en el análisis.

El ejemplo presenta una modificación a la función de producción de tipo cuadrático, que permite introducir un índice de severidad dentro del grupo de variables independientes. Se discuten las ventajas y desventajas de la especificación propuesta, así como las posibilidades de investigación tendiente a mejorar este tipo de modelos econométricos.

GENERALIDADES Y ANTECEDENTES TEORICOS

Judge *et al.* (1985) presentan un análisis detallado de las consecuencias de omitir una variable de importancia del conjunto de variables independientes

Recibido: 04/09/92. Aprobado: 31/05/94.

*CATIE. Área de Fitoprotección. 7170 Turrialba, Costa Rica.

consideradas en un modelo econométrico lineal. En este contexto, una variable se considera de importancia si:

a) Cambios en sus valores tienen un efecto en el valor esperado de la variable dependiente, cuando se mantienen a niveles constantes las otras variables independientes del modelo.

b) Dicha variable independiente ha tomado valores diferentes en las distintas observaciones que constituyen la muestra de interés.

Para el caso específico de este trabajo, es razonable suponer que cambios en la severidad del ataque de la broca tienen un efecto en el rendimiento de las diferentes fincas, cuando se mantienen constantes todos los factores que inciden en el valor esperado de esta variable dependiente.

Es también razonable suponer que las fincas encuestadas sufrieron ataques de broca de diferente severidad durante el período en consideración. Bajo estas circunstancias, un índice de la severidad del ataque de dicha plaga debe de considerarse como una variable independiente importante en la especificación de la función de producción.

De acuerdo a Judge *et al.* (1985), la omisión de una variable de importancia tiene dos consecuencias principales:

a) Los estimadores de los parámetros del modelo lineal presentan un sesgo. Es decir que sus valores esperados no son iguales a los verdaderos valores de los parámetros del modelo.

b) El estimador usual de la varianza del error también es sesgado. En este caso, el valor esperado de dicho estimador es mayor que el valor real de dicha varianza.

En términos generales, no se puede predecir la naturaleza del sesgo en los estimadores de los parámetros del modelo lineal, cuando se ha omitido una variable independiente importante. Para casos específicos, sin embargo, se puede hacer un argumento intuitivo que permita entender la razón y predecir la naturaleza del sesgo.

Se espera que la severidad del ataque de una plaga en las fincas esté negativamente correlacionada con el rendimiento de cada finca, pero positivamente correlacionada con la intensidad del control que en cada una se va a implementar.

Es decir que en fincas con ataques severos de broca se esperaría una reducción en el rendimiento, y al mismo tiempo un aumento en el número de aplicaciones de insecticidas como el endosulfán. En el mejor de los casos se podría suponer que el aumento en el número de aplicaciones evita una reducción significativa en el rendimiento. Por otra parte, en fincas

donde los ataques son leves quizás se esperaría un mejor rendimiento con pocas aplicaciones. Por esta razón, el efecto de las aplicaciones de insecticida en el rendimiento de una finca (a través del control que estas ejercen sobre las poblaciones de la plaga), debe de medirse en referencia a los niveles de severidad de ataque.

Si no se considera la severidad del ataque en cada una de las fincas, la situación descrita puede resultar en un sesgo de naturaleza específica en los estimadores de los parámetros de la función de producción que relacionan la cantidad de insecticida utilizado con el rendimiento. Se puede crear la ilusión de que el insecticida es menos efectivo de lo que en realidad es, desde el punto de vista de su efecto en el rendimiento. Es decir que es posible sub-estimar significativamente la productividad física del plaguicida en consideración.

Por otra parte, una limitante potencial para incluir la variable severidad dentro del modelo, es la dificultad que puede presentarse, en la práctica, al tratar de medirla en forma independiente de la cantidad de insecticida utilizada en una finca específica.

Por ejemplo, en una parcela donde el productor reporta una severidad de ataque relativamente alta o baja, esta no se deba a factores externos o naturales, sino precisamente a la intensidad del control químico que el agricultor realiza o espera realizar en esa finca, durante el período de cultivo observado.

La variable severidad de ataque de la plaga a ser introducida en el modelo propuesto, debe de ser medida de tal forma que sea totalmente independiente de la cantidad de insecticida utilizada durante el período de producción analizado.

MATERIALES Y METODOS

Los datos utilizados en este estudio, se recolectaron de 48 fincas localizadas en la región de cafetalera de la zona IV de Nicaragua (Mejía y Simán 1990). Estos incluyen rendimiento (fanegas de café cereza por manzana), nivel tecnológico (tradicional y tecnificado), fertilización (kgs por manzana), e insecticida utilizado para el control de la broca (en Kg. de ingrediente activo por manzana). Se pidió a los agricultores que estimaran la disminución porcentual en el rendimiento causada por los ataques de la broca del café en sus fincas, durante la temporada de producción de 1990. Para propósitos de este estudio se utilizó dicha variable como una aproximación al índice de severidad del ataque de la plaga.

Con estos datos, se estimó primeramente una función de producción del tipo cuadrático^(*),

(*) Para simplificar la exposición no se incluyó un término de interacción en la función de producción cuadrática. El autor dispone de evidencia que indica que la presencia de dicho término no se justifica desde el punto de vista estadístico, y su exclusión no afecta los resultados del estudio.

(1)

$$Y = a_{11} + a_{12} + a_{13} X_1 + a_{14} X_2 + b_{11} X_1^2 + b_{12} X_2^2$$

donde Y representa rendimiento, X_1 fertilización, y X_2 insecticida utilizado. Es importante señalar que a_{11} es el intercepto de la función, mientras que a_{12} es un parámetro que modifica el valor del intercepto para los sistemas de producción más tecnificados.

Este modelo no incluye un índice de la severidad de ataque de la plaga. La modificación más simple y razonable a la función de producción cuadrática que sirve este propósito, es el introducir dicho índice como una variable que influye en el rendimiento solamente en forma lineal.

(2)

$$Y = a_{21} + a_{22} + a_{23} I + a_{24} X_1 + a_{25} X_2 + b_{21} X_1^2 + b_{22} X_2^2$$

donde I es el índice de severidad de ataque de la plaga. Entonces, en segunda instancia se procedió a estimar una función de producción cuadrática con la modificación especificada en la ecuación (2). Los coeficientes de ambas especificaciones se estimaron con la técnica de regresión lineal múltiple basada en minimizar la suma de los cuadrados de los errores en la predicción de los valores observados de la variable dependiente (rendimiento), utilizando el modelo.

Las ecuaciones que describen los productos físicos marginales de los insumos variables son (Beattie y Taylor 1985):

(3)

$$PFM_i^1 = a_{13} + 2b_{11} X_1 \quad PFM_i^2 = a_{14} + 2b_{12} X_2 \quad (i=1,2)$$

donde PFM_i^1 es el producto físico marginal del fertilizante y PFM_i^2 es el producto físico marginal de los insecticidas. Nótese que el superíndice $i = 1$ resulta en los productos físicos marginales asociados con la primera especificación de la función de producción, mientras que $i = 2$ resulta en aquellos asociados a la función de producción que incluye el índice de daño dentro del conjunto de variables independientes.

Conociendo las formas funcionales y los estimados de los parámetros de las ecuaciones que describen los productos físicos marginales del fertilizante y los insecticidas, se puede analizar el efecto de omitir el índice de severidad sobre estas medidas de la productividad física de dichos insumos.

Las implicaciones prácticas del efecto que la omisión del índice de severidad tiene en las ecuaciones de los productos físicos marginales, se establecen más fácilmente cuando se emplean para calcular las cantidades óptimas económicas de los insumos variables, bajo diferentes regímenes de precios^(*). Estas cantidades se determinan resolviendo para los valores de X_1 y X_2 que satisfacen (Beattie y Taylor 1985):

(4)

$$r_i/P = PFM_i^1 = a_{13} + 2b_{11} X_1$$

$$r_i/P = PFM_i^2 = a_{14} + 2b_{12} X_2$$

y para valores del superíndice iguales a 1 y 2.

Es decir que para el caso del ejemplo, en este estudio, podemos obtener dos conjuntos de cantidades óptimas económicas de los insumos variables, uno asociado a la primera especificación de la función de producción cuadrática y el otro a la función cuadrática que incluye el índice de daño dentro del conjunto de variables independientes.

RESULTADOS

La Estimación de los Modelos Econométricos. En la Cuadro 1 se presentan los resultados de la regresión múltiple para estimar los coeficientes de la primera especificación de la función de producción cuadrática, dada en la ecuación (1).

Nótese que los estimados de cada parámetro presentan los signos apropiados para que el modelo describa una superficie razonable de producción. Es decir, los coeficientes asociados a las cantidades utilizadas de los insumos variables son positivos, mientras que los correspondientes al cuadrado de estas son negativos.

Obsérvese que, a pesar de que el valor de R cuadrado, corriente o ajustado, no es muy alto, la suposición de que un valor de F tan elevado ($F=13.825$) hubiese ocurrido como resultado del azar, se rechaza con un alto grado de certidumbre estadística.

Este valor de F, sin embargo, es solamente un indicativo general de la bondad del modelo. También es necesario evaluar la hipótesis nula de que cada variable independiente tiene un efecto sobre el rendimiento.

En la cuarta columna de la Cuadro.1, se presentan los valores de t calculados para los coeficientes de la primera especificación de la función de producción cuadrática. En la última columna se muestran las probabilidades (valores de P) de que un valor de t mayor o igual (en términos absolutos) que el dado en la cuarta columna, ocurriese por azar. Los valores de P asociados a los tres primeros coeficientes son menores que 0.05. Es decir, la hipótesis nula se puede rechazar con una probabilidad de error menor a 0.05.

Por otra parte, los valores de P asociados con los tres últimos parámetros son relativamente altos. En consecuencia, no se puede decir que el valor

^(*)Cantidades óptimas económicas se refiere a las que se recomienda, para maximizar los beneficios netos resultantes de la actividad productiva bajo análisis.

CUADRO 1. Resultados de la regresión multivariada para estimar los coeficientes de la función cuadrática (1).

COEFICIENTE	ESTIMADO	ERROR EST.	VALOR DE t	PROB.> t
a11	3.859126	1.322256	2.918591	0.006
a12	4.135062	1.982634	2.085641	0.043
a13	0.763230	0.248772	3.067993	0.004
a14	4.898039	4.190695	1.168789	0.249
b11	-0.012372	0.008243	-1.500859	0.141
b12	-1.229121	1.400305	-0.877752	0.385
R Cuadrado:	0.622	R Cuadrado Ajustado:	0.577	
Valor de F:	13.825	Probabilidad de F:	0.000	

Por otra parte, los valores de P asociados con los tres últimos parámetros son relativamente altos. En consecuencia, no se puede decir que el valor verdadero de cualquiera de estos coeficientes es diferente de cero.

Esta falta de precisión en los estimados de la mitad de los coeficientes de la función de producción, presenta un problema serio cuando se considera la utilización del modelo para la formulación de recomendaciones.

En la Cuadro. 2 se presentan los resultados de la regresión multivariada para estimar los coeficientes de la especificación de la función de producción cuadrática que incluye el índice de severidad, dada en la ecuación (2).

Nótese que en este caso los estimados de cada uno de dichos parámetros presentan los signos apropiados para que el modelo describa una superficie razonable de producción.

Los valores de R cuadrado asociados a esta especificación son un poco más altos que los del primer modelo, y la probabilidad de que un valor de F tan elevado ($F=13.200$) hubiese ocurrido como resultado del azar es también prácticamente nula.

En términos de la significación estadística de los coeficientes individuales, obsérvese primeramente que a aquel asociado al índice de severidad le corresponde un valor de P inferior a 0.05. En otras

CUADRO 2. Resultados de la regresión multivariada para estimar los coeficientes de la función cuadrática con índice (2).

COEFICIENTE	ESTIMADO	ERROR EST.	VALOR DE t	PROB.> t
a21	4.483637	1.305545	3.434303	0.001
a22	4.805068	1.932739	2.486144	0.017
a1	-0.910911	0.432830	-2.104544	0.041
a23	0.775045	0.239264	3.239282	0.002
a24	7.846208	4.265995	1.839245	0.073
b21	-0.016039	0.008115	-1.976382	0.055
b22	-1.502571	1.352674	-1.110815	0.273
R Cuadrado:	0.659	R Cuadrado Ajustado:	0.609	
Valor de F:	13.200	Probabilidad de F:	0.000	

palabras, se puede inferir con un grado razonable de seguridad estadística, que la severidad del ataque de broca (representada por el valor de dicho índice) tiene un efecto distintivo en el rendimiento. Esto también implica que la omisión de dicho índice puede causar un sesgo considerable en los estimados de los otros parámetros del modelo econométrico.

Nótese también que solamente se presenta un valor de P superior a 0.10. La inclusión del índice de severidad en este caso aumenta la precisión con la cual los coeficientes asociados a cada una de las otras variables independientes pueden ser estimados.

Análisis de las Productividades Físicas Marginales de los Insumos Variables. Las ecuaciones que describen las productividades físicas marginales del fertilizante y el insecticida se obtienen substituyendo directamente los parámetros de las funciones dadas en (3), por los estimados de sus valores:

(5)

$$PFM_F^1 = 0.7632 - 0.0247 X_1, PFM_F^1 = 4.8980 - 2.4582 X_2$$

$$PFM_F^2 = 0.7750 - 0.0321 X_1, PFM_F^2 = 7.8462 - 3.0051 X_2$$

Las gráficas de estas ecuaciones se presentan en las Figs. 1 y 2. Nótese que PFM_F^1 se encuentra por encima de PFM_F^2 para prácticamente cualquier cantidad de fertilizante (X_1) que se considere utilizar. Es decir que la omisión del índice de severidad causa, en este caso específico, una sobre-estimación de la productividad física marginal del fertilizante.

Por otra parte, PFM_F^1 se encuentra por debajo de PFM_F^2 para cualquier cantidad de insecticida (X_2) que se considere utilizar. Es decir que la omisión del índice de la severidad del ataque de la broca del café causa una sub-estimación de la productividad física marginal del insecticida, tal y como lo sugiere la lógica econométrica.

Lo anterior se explica intuitivamente de la siguiente manera: Un agricultor cuya hacienda sufrió ataques leves de broca (y por consiguiente no aplicó insecticidas para su control) podría lograr un rendimiento incluso superior al de otro que sufrió ataques severos y aplicó grandes cantidades de endosulfán. Entonces, debido a que los rendimientos no se "ajustan" a las diferentes severidades de ataque de la broca, la productividad del insecticida (es decir su contribución al rendimiento de la finca) puede ser sub-estimada en forma notable.

La inclusión de un índice de severidad en la función de producción permite ajustar o corregir los rendimientos de acuerdo a las diferentes severidades de ataque de la broca, haciendo posible aislar el efecto de las aplicaciones de insecticida en dichos rendimientos.

En términos de razonamiento más econométrico, la cantidad de insecticida utilizada y la severidad de ataque de la plaga deberían de ser dos variables independientes correlacionadas positivamente. En la práctica, la correlación entre la severidad de ataque de la plaga y la cantidad de insecticida utilizado, resulta de agricultores que basan sus decisiones de control en algún tipo de monitoreo de las densidades poblacionales de la plaga. Si los agricultores hacen aplicaciones calendarizadas, no se esperaría que existiera correlación alguna, y el efecto de omitir el índice de severidad no se podría predecir con tanta certeza.

Por otra parte, se espera que el uso de insecticida tenga una correlación positiva con el rendimiento (una vez que este haya sido ajustado de acuerdo a la severidad del ataque de la plaga), mientras que esta severidad presente una correlación negativa con dicha variable dependiente (una vez que esta haya sido ajustada de acuerdo a la cantidad de insecticida utilizado).

Debido a esta estructura específica de correlaciones, cuando no se incluye una medida de la severidad del ataque en el modelo econométrico, el efecto negativo que esta variable independiente tiene sobre el rendimiento, tendería a ser absorbido por los parámetros que miden el efecto de la utilización de insecticida en la variable dependiente. Es decir, que la magnitud verdadera de dicho efecto (i.e. la productividad física del insecticida) tendería a ser sub-estimada.

Es también de esperar que la omisión del índice cause un sesgo en los estimados de las productividades físicas de los otros insumos considerados en el análisis. La naturaleza de este sesgo, sin embargo, es más dependiente de las condiciones específicas del proceso de producción en estudio.

Efectos Sobre las Cantidades Óptimas Económicas de los Insumos Variables. Las implicaciones prácticas de la omisión del índice de severidad del ataque en las ecuaciones de los productos físicos marginales, se establecen más fácilmente cuando dichas ecuaciones se usan para calcular las cantidades óptimas económicas de los insumos variables, bajo diferentes regímenes de precios. Estas cantidades se determinan resolviendo para los valores de X_1 y X_2 que satisfacen las ecuaciones dadas en (4).

En el Cuadro. 3 se presentan las cantidades óptimas económicas de los insumos variables según las dos especificaciones de la función de producción, bajo diferentes regímenes de precios. Se considera una amplia gama de posibilidades dando valores al cociente del precio por unidad de insumo sobre el precio por unidad de producto, que van desde 0.05 hasta 0.25. Es decir, que se analizan situaciones en las cuales el precio, por quintal de fertilizante y por kilogramo de ingrediente activo de insecticida, es desde cuatro hasta 20 veces menor que por quintal de café.

En todos los casos, cuando aumenta el precio por unidad del insumo variable (en relación al precio por unidad del producto) disminuye la cantidad que se recomienda utilizar. En términos generales, la cantidad óptima económica de fertilizante es considerablemente más afectada por cambios en los precios relativos, que la cantidad óptima económica de insecticida.

En referencia a la importancia de la especificación del modelo, las cantidades de fertilizante que se recomendarían utilizar basándose en las dos funciones de producción consideradas, difieren notablemente. Las recomendaciones de fertilización basadas en el modelo que no incluye un índice de severidad de ataque, son entre un 26.70% y un 27.60% más altas que las basadas en el segundo modelo, que es el más apropiado. Las

CUADRO 3. Cantidades óptimas económicas de los insumos variables según las dos diferentes especificaciones de la función de producción, bajo diferentes regímenes de precios(***)

r/P	FERTILIZANTE		INSECTICIDA	
	Sin índice	Con índice	Sin índice	Con índice
0.05	28.83	22.60	1.97	2.59
0.10	26.80	21.04	1.95	2.58
0.15	24.79	19.48	1.93	2.56
0.20	22.76	17.92	1.91	2.54
0.25	20.74	16.37	1.89	2.52

(***) Las cantidades de insecticida recomendadas para los diferentes regímenes de precios son solamente óptimas cuando se presentan ataques de broca. Obviamente, si no se presentan ataques, no se recomienda hacer aplicaciones.

Nota: El fertilizante se mide en quintales y el insecticida en kilogramos de ingrediente activo, ambos por manzana. r/P se refiere al cociente del precio por unidad del insumo al precio por quintal de café.

recomendaciones de aplicación de insecticida basadas en el segundo modelo, que incluye el índice de severidad, son entre un 31.47% y un 33.33% más altas que las basadas en el primer modelo, cuya especificación no es completa.

La naturaleza de las diferencias en las cantidades óptimas económicas calculadas con base en los dos modelos, y para distintos regímenes de precios, se puede establecer observando las gráficas de las ecuaciones de los productos físicos marginales (Figs. 1 y 2). Las cantidades óptimas económicas se pueden calcular gráficamente determinando el punto de intersección entre una línea horizontal que representa el precio relativo del insumo (r_1/P), y la gráfica de la ecuación que describe su producto físico marginal.

En la Fig. 1, por ejemplo, la línea horizontal representa un precio relativo de 0.2 para el fertilizante (i.e. el precio por quintal de café es 5 veces mayor que el precio por quintal de fertilizante). Esta línea interseca PFM_F^2 para un valor de $X_1 = 17.92$, y PFM_F^1 para un valor de $X_1 = 22.76$. Debido a que PFM_F^2 está siempre por debajo de PFM_F^1 , las cantidades óptimas económicas calculadas en base al producto físico marginal asociado a la primera especificación del modelo, serán superiores a las calculadas con base en PFM_F^2 , para cualquier precio relativo que se desee considerar.

Es decir, que la omisión del índice de severidad resulta en una sobre-estimación de la cantidad óptima económica de fertilizante para cualquier precio relativo por unidad de este insumo, en el caso considerado en este estudio.

Figura 1

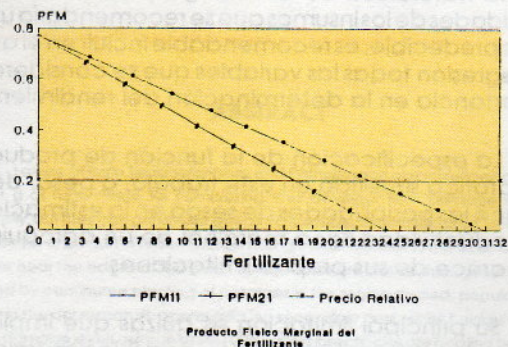
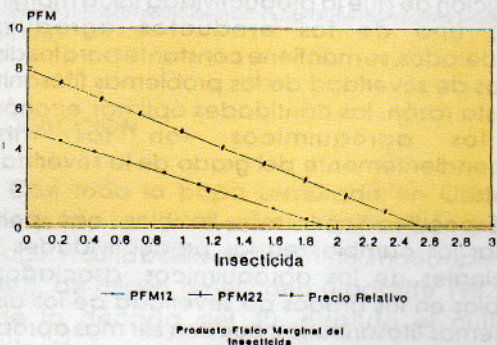


Figura 2



En la Fig. 2 la línea horizontal representa un precio relativo de 0.2 para el insecticida. Esta línea intersecta PFM^1 para un valor de $X_2^* = 1.91$, y PFM^2 para un valor de $X_2^* = 2.54$. Debido a que PFM^1 está siempre por debajo de PFM^2 , las cantidades óptimas económicas calculadas en base al producto físico marginal asociado a la primera especificación del modelo, serán inferiores a las calculadas en base a PFM^2 , para cualquier precio relativo que se desee considerar. Es decir, que la omisión del índice de severidad resulta en una sub-estimación de la cantidad óptima económica de insecticida para cualquier precio relativo por unidad del insumo. Es de esperar que esto se repita en cualquier estudio en el cual la situación de campo se caracterice por una estructura de correlaciones similar a la descrita en la sección anterior.

LIMITANTES DEL MODELO ANTERIOR

El modelo presentado es teóricamente correcto y se podría implementar en la práctica si se consiguiera un índice que midiera con precisión la severidad de ataque de la plaga en cada una de las fincas consideradas en la muestra.

La severidad de ataque, sin embargo, es una variable difícil de medir en forma independiente a la cantidad de plaguicida aplicado. El productor que

aplica cantidades altas probablemente informará sobre severidades menores que las reales "naturales" para el período de producción en estudio, y viceversa.

En el caso de la broca del café la severidad real "natural" de ataque depende, entre otras cosas, de la cantidad de inóculo presente en la finca y de las condiciones climáticas que pueden afectar la dinámica poblacional de esta plaga y de ciertos agentes importantes para su control natural. Una cuantificación de la severidad del ataque en una finca específica podría obtenerse, si se dejara un lote sin medidas de control, y otro donde se controlara la plaga por completo. Bajo estas circunstancias, la disminución porcentual en el rendimiento podría considerarse como una medida bastante precisa de la severidad de ataque de la plaga (Pedro Ferreira 1992. Turrialba, CATIE, comunicación personal).

Una forma menos precisa de cuantificar dicha variable sería que los propietarios estimaran dicha disminución porcentual, considerada como la disminución relativa en el rendimiento potencial del cultivo. Es decir, que su estimación no depende de la cantidad de plaguicidas aplicada al cultivo.

Este ejemplo ilustra las consecuencias resultantes de omitir una medida de dicha severidad, utilizando una variable como la disminución porcentual estimada en el rendimiento debida a los ataques de la plaga, que puede brindar una excelente medida del grado de severidad.

Desde el punto de vista de la teoría econométrica, sin embargo, se debe de tener extremo cuidado con la utilización de este tipo de variables que, bajo ciertas condiciones, pueden caer en la categoría de "variables aproximatorias". Estas son variables que no miden directamente, sino que aproximan el verdadero, pero desconocido valor, de otra variable que es la que teóricamente debe considerar el modelo. Un ejemplo de este tipo de variable sería la obtenida si los productores estimaran la disminución en el rendimiento causada por la presencia de la plaga aún después de la implementación de medidas químicas de combate.

El uso de este tipo de variables también resulta en estimados de los parámetros que son sesgados e inconsistentes (Judge *et al.* 1985). Por lo tanto se plantea el dilema de cual alternativa representa el mal menor; simplemente omitir la variable de importancia o sustituirla por una aproximatoria. Pruebas formales también desarrolladas en Judge *et al.* (1985) demuestran que si la mayor preocupación estriba en la inconsistencia de los estimados, es preferible en la mayoría de las circunstancias incluir una variable aproximatoria, en vez de ignorar por completo el efecto de una variable de importancia dentro de un modelo econométrico.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados de este estudio ilustran la necesidad de incluir un índice de severidad de ataque de la plaga como una de las variables independientes en la función de producción, especialmente si los agricultores acostumbran basar sus decisiones de control en algún tipo de monitoreo.

Cuando este es el caso, la omisión de un índice de severidad resulta en una sub-estimación de la cantidad óptima económica de insecticida para cualquier precio relativo por unidad de este insumo. Las recomendaciones sobre las cantidades de otros insumos variables que se deberían utilizar para maximizar las ganancias de la empresa agrícola, también serían posiblemente erróneas.

Se reconoce la dificultad de cuantificar el grado de severidad del ataque de una plaga, y se discuten las consecuencias de utilizar una variable aproximatoria sobre las propiedades estadísticas de los parámetros de la función de producción.

Se recomienda utilizar este modelo cuando sea posible identificar una medida relativamente precisa de la severidad de ataque. Si esto no fuera posible, y en la ausencia de técnicas de estimación más apropiadas, aún se puede considerar el uso de una variable aproximatoria.

A pesar del comentario anterior, es recomendable explorar la utilización de metodologías de estimación más avanzadas, que logren resolver los problemas de sesgo e inconsistencia cuando no es posible obtener una medida precisa de la severidad de ataque de una plaga.

Vale la pena hacer referencia a que existen situaciones análogas a la considerada en este estudio. Considerando el ejemplo presentado, es razonable suponer que el grupo de agricultores incluidos en la muestra, también utilizan fungicidas para la prevención y el control de enfermedades, así como herbicidas y/o deshierbas manuales.

Es concebible que existan agricultores con tendencia a utilizar mayores cantidades de agroquímicos, independientemente de la severidad de los problemas de plagas que se presenten. En otras palabras, es probable que exista una correlación positiva entre las cantidades de agroquímicos utilizados en las diferentes fincas, incluso si no existe correlación entre la severidad de sus problemas fitosanitarios.

Bajo estas circunstancias, la omisión de una variable como la cantidad de ingrediente activo de fungicida utilizado podría resultar en una sobre-estimación de la productividad física marginal del insecticida, siempre y cuando las aplicaciones de fungicidas tengan algún efecto sobre el rendimiento.

La omisión de cualquier variable que afecta el rendimiento en forma significativa, probablemente resultaría en estimados de los coeficientes de la función de producción que presentan un sesgo. A pesar de que la naturaleza de este sesgo y su efecto en las cantidades de los insumos que se recomendaría utilizar, no es predecible, es recomendable incluir en el análisis de regresión todas las variables que se consideren de importancia en la determinación del rendimiento.

La especificación de la función de producción cuadrática sugerida en este trabajo, a pesar de que reduce las posibilidades de sesgo en la estimación de la productividad física marginal de un agroquímico, no carece de sus propias limitaciones.

Su principal limitación es quizás que implica la suposición de que la productividad física marginal de cada uno de los productos agroquímicos considerados, se mantiene constante para los distintos grados de severidad de los problemas fitosanitarios. Por esta razón, las cantidades óptimas económicas de los agroquímicos son las mismas, independientemente del grado de la severidad.

Especificaciones más flexibles, que permitan estimar los cambios en las productividades físicas marginales de los agroquímicos, asociados con cambios en los grados de severidad de los distintos problemas fitosanitarios, pueden ser más apropiadas bajo ciertas circunstancias. Desafortunadamente, este tipo de especificaciones no se encuentra documentado en la literatura. Por esta razón se sugiere que este es un tópico de importancia en la investigación básica dentro de esta área de trabajo. □

REFERENCIAS

- BEATTIE, B.R.; TAYLOR, R.C. 1985. *The Economics of Production*. N.Y. Wiley.
- FRENCH, J.B. 1989. Métodos de análisis económico para su aplicación en el manejo integrado de plagas. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* No.12:48-66.
- ICAITI. 1977. *An Environmental and Economic Study of the Consequences of Pesticide Use in Central American Cotton Production (Final Report)*. ICAITI Project No. 1412, Guatemala.
- JUDGE, G.G.; GRIFFITHS, W.E; CARTER, R.; LUTKEPOHL, H.; y LEE, T.C. 1985. *The Theory and Practice of Econometrics*. 2nd Ed. N.Y. Wiley.
- MEJIA E.; SIMAN, J. 1990. Encuesta de 42 Fincas Productoras de Café de la IV Región de Nicaragua. Base de Datos del Proyecto MIP/MAG/CATIE.
- SIMAN, J.J. 1989. *Derived Demand for Pesticides: Tomato Production in Alajuela, Costa Rica*. North Carolina State University. Department of Economics and Business.

CARACTERIZACION DEL DAÑO DE LAS POLILLAS DE LA PAPA, *TECIA Solanivora* Y *Phthorimaea operculella* (LEPIDOPTERA: GELECHIIDAE), EN CARTAGO, COSTA RICA.

Luko Hilje*

ABSTRACT

Larvae of both *Tecia solanivora* and *Phthorimaea operculella* consume less than 1 g of tuber tissue for completing their development. Damage is shallow, generally, but they can penetrate deep into the tuber at high densities; both species can coexist in the same tuber. There is strong evidence that in the field, damage is heavier near the edges of the plots. Both species are active throughout the year, favored by continuous planting of potatoes in the region studied; populations are higher in the dry season. *P. operculella* is a secondary pest, whilst *T. solanivora* may reach damage levels as large as 90-100%, unless insecticides are applied frequently. The economic impact of both tubermoths is high in the main potato-producing zone in Costa Rica.

RESUMEN

Tanto las larvas de *Tecia solanivora* como de *Phthorimaea operculella* consumen menos de 1 g de tubérculo para completar su desarrollo. Generalmente el daño es superficial, pero pueden penetrar más en el tubérculo a mayores densidades; ambas especies pueden coexistir en el mismo tubérculo. Existen fuertes evidencias de que el daño en el campo es mayor en los bordes de las parcelas. Permanecen activas todo el año, favorecidas por la siembra continua de papa en la región analizada; en la estación seca las poblaciones son mayores. *P. operculella* es una plaga secundaria, pero *T. solanivora* puede alcanzar infestaciones de 90-100%, a menos que se apliquen insecticidas frecuentemente. El impacto económico de las polillas es alto, en la principal zona productora de papa en Costa Rica.

INTRODUCCION

Casi toda la papa sembrada en Costa Rica proviene de las estribaciones del volcán Irazú, en Cartago. Aquí la polilla criolla (*Phthorimaea operculella* (Zeller)), de origen americano (Radcliffe 1982), está desde la década del 30, cuando el cultivo se estableció, pero generalmente sin causar daños de importancia económica (Hilje *et al.* 1989). En 1970 fue introducida la polilla guatemalteca (*Scrobipalopsis solanivora* Povolny) (Barroso 1974), la cual puede causar pérdidas de hasta el 100% (Hilje y Cartín 1990); ésta, ahora denominada *Tecia solanivora* (Hodges y Becker 1990), ha extendido su ámbito a todos los países de América Central y a Venezuela.

Puesto que existe confusión sobre el daño causado por ambas polillas, en este trabajo se caracteriza el daño real que las larvas causan, con base en observaciones cualitativas de campo y laboratorio y algunos de los factores ecológicos y agrícolas que lo favorecen.

TIPOLOGIA DEL DAÑO

Después de la eclosión del huevo, la larva de *T. solanivora* penetra al tubérculo, donde completa su desarrollo. Puede empupar dentro del tubérculo, pero

frecuentemente lo hace en el exterior, especialmente en sitios estrechos, entre el tubérculo y alguna superficie contigua.

El daño consiste en la apertura de múltiples galerías verticales y horizontales (Fig. 1A, 1B), dentro de las que quedan residuos de alimento, excremento, exuvias larvales y moho, más o menos compactados, que les confieren una tonalidad oscura. Algunas pueden medir hasta 2.5 cm de profundidad y 2 mm de diámetro. El patrón de daño de *P. operculella* (Fig. 1C, 1D) no difiere de éste, aunque la opinión general entre agricultores y técnicos es de que se restringe a la periferia del tubérculo. En realidad, solo cuando la infestación de cualquiera de ellas es baja, se observan galerías superficiales pequeñas. Es decir, para ambas existe relación entre el tipo de daño y la abundancia.

En una visita al campo, en una muestra de tubérculos pequeños no comerciales ("arreflís"), que fueron llevados al laboratorio, aparecieron ambas especies, solas o conviviendo. En 17 casos se halló solo a *T. solanivora*, en 6 solo a *P. operculella*, y en 15 a las dos; para ambas, el consumo *per capita* fue de 0.92 ± 0.36 g ($X \pm D.E.$). La presencia de varias larvas en un mismo tubérculo indica que es común la coexistencia intra e interespecífica, sin que se observe canibalismo. Es posible que esto esté determinado por la baja cantidad de biomasa requerida para completar su desarrollo. En el laboratorio, en dos ocasiones, dos tubérculos de 8.4 y 22.2 g contenían 9 y 33 larvas,

Recibido: 29/10/92. Aprobado: 21/06/94.

*C.A.T.E. Área de Fitoprotección. 7170 Turrialba, Costa Rica.

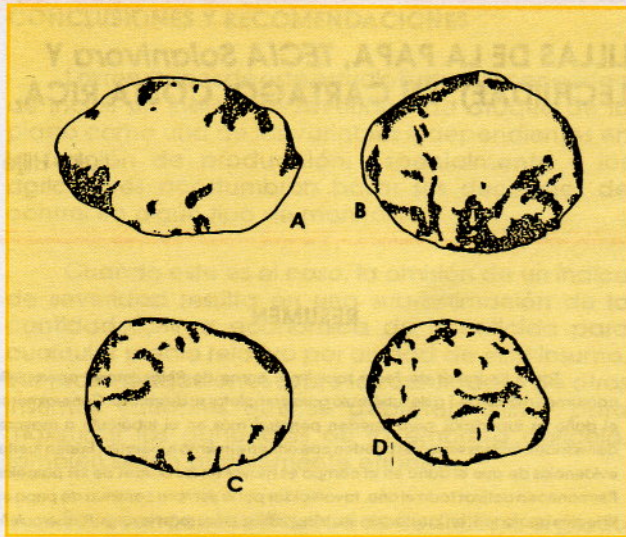


Fig. 1. Tubérculos de papa dañados por *T. solanivora* (A y B) y *P. operculella* (C y D). A y C representan cortes longitudinales, y B y D transversales.

respectivamente; para completar su desarrollo, el consumo *per capita* promedio fue de 0.36 y 0.67 g, respectivamente.

En síntesis, el que la larva complete su desarrollo dentro de un solo tubérculo y que su nivel de consumo sea inferior a 1 g, indica que ambas especies causan problemas serios solo si las densidades poblacionales son altas.

DISTRIBUCION ESPACIAL DEL DAÑO

El patrón de distribución del daño de ambas especies en el campo no es uniforme, pues generalmente es mayor en los bordes de las parcelas. Esta es una observación de todos los agricultores, quienes notan esto cuando cosechan sus predios.

No se ha realizado un estudio sistemático y exhaustivo al respecto. Rodríguez *et al.* (1993) lo confirmaron con un estudio breve, y el autor lo ha cuantificado preliminarmente, en tres parcelas experimentales establecidas con otros fines (Cuadros 1, 2). La parcela de La Misión, de apenas 19 surcos de ancho (500 m² en total), fue cosechada el 27-I-92. Se observó un daño 10% mayor en los bordes que en el centro, a pesar de que los tres surcos evaluados en el "centro" distaban tan solo cinco surcos de los tres de cada borde. En las parcelas de la Estación Experimental Carlos Durán, fue mayor en 12% en 1991, y en 16% en 1992; sus dimensiones fueron de 1500 m² y 890 m², y las fechas de cosecha el 26-IX-91 y el 15-X-92, respectivamente.

CUADRO 1. Daño de las polillas de la papa en diferentes áreas de la parcela. La Misión, Tierra Blanca. 1992.

	GRADOS DE DAÑO (%)				TOTAL
	1-25	26-50	51-75	76-100	
Borde	21.55	8.92	3.15	0	33.62
Centro	17.90	3.35	0	0	21.25

CUADRO 2. Porcentaje de daño de las polillas dentro de dos parcelas de papa, según las categorías de tubérculos. Estación Experimental Carlos Durán, Cartago. 1991 y 1992.

	CATEGORÍAS COMERCIALES				TOTAL
	1a.	2a.	3a.	4a.	
Parcela 1991					
Borde	46.63	34.92	36.93	21.86	30.68
Centro	30.40	17.24	17.34	6.57	14.78
Parcela 1992					
Borde	20.19	20.34	13.24	--	17.29
Centro	7.43	7.65	6.45	--	7.09

Teóricamente, sería esperable que en parcelas comerciales estas diferencias aumentaran, reduciéndose el daño en sus áreas centrales conforme se incrementa su tamaño. Esto amerita ser estudiado formalmente pues, de verificarse en parcelas comerciales, se podría concentrar el combate de las polillas en las áreas periféricas de las parcelas.

Las capturas de machos en trampas de feromonas colocadas en el borde, fueron casi del doble en comparación con el centro de una parcela, lo cual es otra evidencia del fenómeno anterior (Murillo de la Rocha 1987); la muestra fue de 5200 machos de *T. solanivora*. Sería esperable que la mayor presencia de adultos en los bordes originara infestaciones mayores en estas áreas.

La explicación del fenómeno no es clara. Podría obedecer a un factor operativo, es decir, a que por ser los bordes los puntos de ingreso y salida de la parcela, los agricultores no los asperjen bien. No obstante, según observaciones de campo y conversaciones con ellos, esto no es cierto.

También, podría ser que el borde represente un microhabitat particular, cuyos determinantes sean el microclima o la proximidad de vegetación silvestre. Lo primero favorecería a las larvas, si la mayor exposición de los bordes al viento y la insolación provocara un mayor secamiento del suelo; esto reduciría la eficacia de los insecticidas granulados, depositados en la siembra y la aporca, que requieren agua para actuar.

Otra posibilidad es que la vegetación silvestre sea un refugio temporal para las polillas adultas, atractivo por sus aromas, presencia de néctar o su arquitectura. Hilje y Cartín (trabajo en preparación), documentaron en un ensayo de laboratorio, que la longevidad y fecundidad de las hembras de *T. solanivora*, se incrementaron significativamente cuando se alimentaron con miel. Por tanto, es posible que algunas plantas silvestres aporten el néctar que el cultivo de papa no ofrece.

Además, en la vegetación silvestre se presenta una mezcla de especies de gramíneas y de hoja ancha, que crean una estructura relativamente intrincada. Es posible que un habitat así sea preferido por los adultos, que característicamente muestran un fototactismo negativo muy fuerte, albergándose en lugares escondidos y estrechos. Puesto que ellos muestran vuelos cortos y erráticos, desde la vegetación adyacente podrían realizar incursiones leves en las parcelas de papa, causando mayor daño en los bordes.

DISTRIBUCION TEMPORAL DEL DAÑO

Ambas especies de polillas se mantienen activas durante todo el año, como se observó mediante la crianza de adultos a partir de tubérculos recolectados durante cuatro años consecutivos. Rodríguez *et al.* (1988) documentaron esto para adultos capturados en trampas con feromonas. En la estación seca las densidades poblacionales son superiores a las de la estación lluviosa, favorecidas por las mayores temperaturas y la ausencia de lluvia, lo cual incrementa notablemente el daño de ambas, y especialmente el de *T. solanivora*.

La presencia de ambas especies durante el año se favorece por la existencia de parcelas de papa en toda época, lo que garantiza la disponibilidad continua de alimento. Esto ocurre tanto en la principal zona productora, más seca y estacional (Campos, s.f.), que comprende Tierra Blanca, Potrero Cerrado y Cot (Fig. 2A), como en la más húmeda y de influencia caribeña, que incluye a Pacayas, Capellades, Coliblanco y Guarumos (Fig. 2B). Aunque en la región existe gran fragmentación de la propiedad, ya que el 72.5% de las parcelas son menores de dos ha (Fig. 3), para ambas plagas existe *funcionalmente* un monocultivo que les garantiza su desarrollo y presencia.

IMPORTANCIA ECONOMICA DEL DAÑO

En general, *P. operculella* es una plaga secundaria, quizás porque las temperaturas bajas, entre los 1000-3000 msnm, le son adversas. Además, rara vez se observa a la larva minando el follaje, en contraste con la mayoría de los países donde se siembra papa (Radcliffe 1982). En cambio, *T. solanivora* puede alcanzar infestaciones de 90-100%, que usualmente se mantienen en 5% debido a las 12-24 aplicaciones de insecticidas por temporada (Hilje y Cartín 1990).

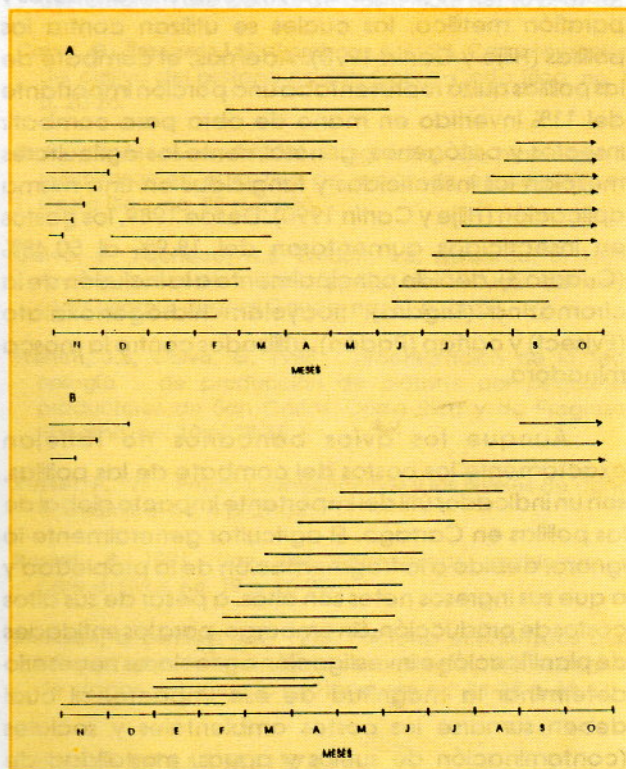


Fig. 2. Secuencia cronológica de los ciclos de siembra de la papa en las regiones de Tierra Blanca-Potrero Cerrado-Cot (A) y Pacayas-Capellades-Coliblanco-Guarumos (B). Cartago, Costa Rica. (Datos de encuesta para 248 parcelas comerciales).

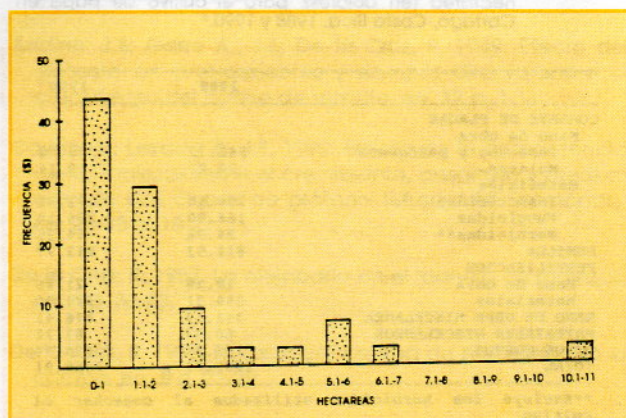


Fig. 3. Tamaño de las parcelas de papa sembradas en las estribaciones del volcán Irazú. Cartago, Costa Rica. (Datos de encuesta para 248 parcelas comerciales).

Esto tiene un costo económico importante, que actualmente es difícil de tasar, debido al impacto de la mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*) (Diptera: Agromyzidae). Desde su aparición en 1989, y puesto que daña el follaje desde que el cultivo es joven, desplazó en importancia a *T. solanivora*.

Antes de 1989, del 37.23% de los costos en fitoprotección para el cultivo, el 18.9% correspondió a insecticidas (Cuadro 3), la mayoría para el combate de *T. solanivora*; el avío bancario estipulaba aplicaciones de permetrina, metomil, metamidofós y paratión metílico, los cuales se utilizan contra las polillas (Hilje y Carín 1990). Además, el combate de las polillas quizá representaba una porción importante del 11% invertido en mano de obra para combatir insectos y patógenos; generalmente los agricultores mezclan los insecticidas y fungicidas en una misma aplicación (Hilje y Carín 1990). Desde 1989, los gastos en insecticidas aumentaron del 18.9% al 50.48% (Cuadro 3), debido principalmente a la inclusión de la cirmazina (Trigard), tiocyclam hidrogenoxalato (Evisect) y cartap (Padán), utilizados contra la mosca minadora.

Aunque los avíos bancarios no reflejan exactamente los costos del combate de las polillas, son un indicador útil del importante impacto global de las polillas en Cartago. El agricultor generalmente lo ignora, debido a la fragmentación de la propiedad y a que sus ingresos netos son altos, a pesar de sus altos costos de producción. Sin embargo, para las entidades de planificación e investigación agrícola, es necesario determinar la magnitud de ese impacto, al cual deben sumarse los costos ambientales y sociales (contaminación de suelos y aguas, mortalidad de fauna mayor, intoxicaciones laborales y presencia de residuos en los cultivos de la región). Esto contribuiría

CUADRO 3. Resumen de la estructura de costos de producción, por hectárea (en dólares), para el cultivo de papa en Cartago, Costa Rica. 1988 y 1990.*

	1988	1990
COMBATE DE PLAGAS		
Mano de obra		
Insectos y patógenos	242.32	378.94
Malezas	24.23	29.14
Materiales		
Insecticidas	106.50	671.39
Fungicidas	166.90	206.10
Herbicidas**	24.94	44.25
SEMILLA	811.53	943.77
FERTILIZACION		
Mano de obra	18.28	21.86
Materiales	284.31	334.50
MANO DE OBRA MISCELANEA	341.59	476.41
MATERIALES MISCELANEOS	60.37	87.21
OTROS COSTOS	151.84	195.34
TOTAL	2232.81	3388.91

**Excluye los herbicidas utilizados al cosechar el cultivo
*Elaboración propia, a partir de los avíos respectivos, de la Comisión Interbancaria de Avíos, Costa Rica.

a delimitar prioridades en los programas de desarrollo agrícola para la principal zona productora de papa en Costa Rica. □

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó como parte del proyecto sobre el manejo de las polillas de la papa, financiado por la Universidad Nacional (No. 832050) y el CONICIT (No. 158-84). Fue complementado con datos generados con el apoyo de Alexander Ramírez, Douglas Cubillo, Gustavo Calvo, Manuel Carballo y Alfonso Chacón (CATIE).

LITERATURA CITADA

- BARROSO, R.V. 1974. Ciclo biológico de la "polilla guatemalteca de la papa", *Scrobipalopsis solanivora* Povolny (Lepidoptera: Gelechiidae), nueva grave plaga de *Solanum tuberosum*. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 56 p.
- CAMPOS, M.s.f. Características climáticas de la zona norte de Cartago (Precipitación y temperatura). Instituto Meteorológico Nacional. San José, Costa Rica. 4 p. (Mimeografiado).
- HILJE, L.; CARTIN, V. 1990. Diagnóstico acerca del combate químico de las polillas de la papa (Lepidoptera: Gelechiidae) en Cartago, Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 17:27-33.
- HILJE, L.; CARTIN, V.; MARCH, E. 1989. El combate de plagas agrícolas dentro del contexto histórico costarricense. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 14:68-86.
- HODGES, R.W.; BECKER, V.O. 1990. Nomenclature of some neotropical Gelechiidae (Lepidoptera). Proc. Entomol. Soc. Wash. 92(1):76-85.
- MURILLO DE LA ROCHA, R. 1987. Estudio de las feromonas sintéticas de *Scrobipalopsis solanivora* Povolny y *Phthorimaea operculella* (Zeller) para su control. MAG-PRCODEPA. San José, Costa Rica. 83 p.
- RADCLIFFE, E.B. 1982. Insect pests of potato. Ann. Rev. Entomol. 27:173-204.
- RODRIGUEZ, C.L.; MURILLO, R.; LEPIZ, C. 1988. Fluctuación de las capturas de las polillas *Scrobipalopsis solanivora* Povolny y *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae) en Cartago, Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 9:12-21.
- RODRIGUEZ, C.L.; LEON, R.; CESPEDES, R.; LEPIZ, C.S. 1993. La situación entomológica de la papa en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 29:6-13.

CATIE - CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA

Dr. Rubén Guevara Moncada, Director General

PROGRAMA DE AGRICULTURA TROPICAL SOSTENIBLE

Dr. Joseph L. Saunders, Director Programa

AREA DE FITOPROTECCION*

Dr. Octavio Ramírez, Líder Proyecto AID-RENARM/MIP

Dr. Charles Staver, Líder Proyecto NORAD/ASDI/MIP

M.Sc. Philip Shannon, Líder Proyecto NRI Plagas del Suelo

MIP/CATIE

7170 Turrialba, Costa Rica

Teléfono: (506) 556-16-32

Fax: (506) 556-06-06; 556-15-33

Dr. Elkin Bustamante

Fitopatólogo

Dr. Ramiro de la Cruz

Especialista en Malezas

Dr. Luko Hilje

Entomólogo

Dr. Nahúm Marbán

Nematólogo

Dr. Octavio Ramírez

Economista

M.Sc. Philip Shannon

Entomólogo

Dr. Bernal Valverde

Especialista en Plaguicidas

M.Sc. Orlando Arboleda

Especialista en Información

Lic. Laura Rodríguez

Documentalista/Comunicador

Guatemala

Dr. Víctor Salguero

Proyecto MIP/CATIE

Apartado 76-A, Guatemala

Teléfono: 34-77-90 ó 37-23-58

Fax: (5022)340511

Nicaragua

Dr. Charles Staver, Especialista en Malezas

Dr. Falguni Guharay, Entomólogo

Dr. David Monterroso, Fitopatólogo

MSc. Jorge Siman, Economista Agrícola

Proyecto NORAD/ASDI/CATIE.

Managua. Apartado No. P-116.

Teléfono: (5052)51443 ó 51757

Fax: (5052)652158, 52158 y 658536

Honduras

Dr. Keith L. Andrews, Líder

Proyecto RENARM/Protección Vegetal

Escuela Agrícola Panamericana

Tegucigalpa. Apartado 93

Teléfono: (504) 766140/6150 (Zamorano);

(504) 322660 (Tegucigalpa)

Fax: (504)766240

*Consultas relacionadas con el Área de Fitoprotección del CATIE, así como sus aportes, sugerencias y material a ser difundido a través de sus mecanismos de transferencia, pueden hacerse llegar a estas direcciones.

CATIE - SERVICIOS DE INFORMACION EN FITOPROTECCION

SERVICIOS DE ALERTA INFORMATIVA sobre temas tales como:

- Reuniones, conferencias, cursos, etc.
- Instituciones, programas, organizaciones, etc.
- Páginas de contenido de revistas y publicaciones selectas
- Documentos y resúmenes sobre temas de actualidad
- Plagas nuevas o en expansión
- Tolerancia de residuos de plaguicidas
- Anuncio de investigaciones en marcha
- Equipo, métodos y técnicas de manejo de plagas

FOMENTO DEL INTERCAMBIO DE DOCUMENTOS E INFORMACION ENTRE INSTITUCIONES Y ESPECIALISTAS

- Apoyo a la producción de literatura técnica
- Orientación en el uso de las fuentes de información
- Distribución selectiva de documentación
- Generación y manejo de bases de datos
- Servicio de pregunta/respuesta en temas de MIP
- Elaboración y distribución de guías y directorios

SERVICIO DE BUSQUEDAS Y ACCESO A LA INFORMACION

- Por consulta de las colecciones y fuentes del CATIE
- A través del servicio de fotocopias
- Mediante servicios de referencia o consulta
- En fuentes nacionales e internacionales:
 - Bases de datos bibliográficos
 - Bases de datos de instituciones, especialistas, investigación, plagas, etc.

PUBLICACIONES Y SERIES MIP

- Revista "Manejo Integrado de Plagas" (Trimestral)
- Boletín Informativo MIP (Trimestral)
- Boletín de Tolerancias de Residuos de Plaguicidas en Cultivos
- Páginas de Contenido MIP (Trimestral)
- Documentación e Información MIP (Irregular)
- Documentos de trabajo, y Serie Técnica del CATIE (Esporádico)
- Módulos y materiales de enseñanza

MAYOR INFORMACION SOBRE ESTOS SERVICIOS EN:

CATIE - CENTRO DE INFORMACION MIP

7170 Turrialba, Costa Rica

Tel: (506)556-16-32, Telex: 8005 CATIE CR, Fax: (506)556-06-06 ó 556-15-33

Correo Electrónico: OARBOLED @UCRVM2 BITNET