

# MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

Estrategia esencial

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

MARZO, 1993

No. 27



*Meligetha melanoleuca* Hampson (Lepidoptera: Pyralidae) barrenador de la cápsula del achiote (*Bixa orellana* L.) Pág. 54

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, 1993

No.27

## CONTENIDO

	Pág.		Pág.
<b>INFORMES DE INVESTIGACION</b>		<b>ENSAYOS Y NOTAS TECNICAS</b>	
Residualidad de diferentes dosis de <i>Bacillus thuringiensis</i> en el sistema café - <i>Hemileia vastratrix</i> Berk & Br. ....	1	Efecto de tres manejos de malezas sobre las plagas, enemigos naturales, rendimiento y rentabilidad del frijol. ....	46
Juan Adrián Rivera M., MAG, Nicaragua. Elkin Bustamante, CATIE, Costa Rica Falguni Guharay, David Monterroso, CATIE/MAG/MIP, Nicaragua		Roni Muñoz, Edgar Santamaría, Abelino Pitty, EAP, El Zamorano, Honduras	
Evaluación de resistencia de cultivares criollos de chile dulce ( <i>Capsicum annum</i> ) a <i>Phytophthora capsici</i> .....	5	Ciclo de vida de <i>Milghitea melanoleuca</i> Hampson (Lepidoptera: Pyralidae) barrenador de la cápsula del achote ( <i>Bixa orellana</i> L.) .....	54
Jorge A. Mercado M., CENTA, El Salvador. Elkin Bustamante, CATIE, Costa Rica		Daniel Coto, Joseph L. Saunders, CATIE, Costa Rica	
Combate de <i>Tetranychus urticae</i> Koch (Acari: Tetranychidae) en <i>Rosa</i> sp. con mezclas de acaricidas. ....	11	<b>ESTUDIOS Y GUIAS TECNICAS</b>	
Hugo Aguilar, CIPROC, Costa Rica Carlos Vargas, Gustavo Calvo, Ronald Ochoa, CATIE, Costa Rica		Malezas de mayor importancia y algunas prácticas de manejo en zonas cafetaleras de Matagalpa, Nicaragua. ....	
Parasitoides del gusano cogollero, <i>Spodoptera frugiperda</i> (Lepidoptera: Noctuidae), en maíz en el trópico húmedo de Costa Rica. ....	18	Juan Bosco Franco S., MIDINRA, Nicaragua Ramiro de la Cruz, CATIE, Costa Rica	
Ricardo A. Marengo, Universidad de Vicosa, Brasil. Joseph L. Saunders, CATIE, Costa Rica		Determinación de las principales malezas en el cultivo del arroz ( <i>Oryza sativa</i> ) L. en cinco zonas de Nicaragua. ....	
Depredación de <i>Spodoptera frugiperda</i> por <i>Doru</i> sp. en maíz, en el trópico húmedo de Costa Rica. ....	24	Denis Hernández Blandón, MAG, Nicaragua Ramiro de la Cruz, CATIE, Costa Rica	
Ricardo A. Marengo, Universidad de Vicosa, Brasil Joseph L. Saunders, CATIE, Costa Rica		<b>REVISION DE LITERATURA</b>	
Uso del frijol como cultivo trampa y de un aceite agrícola para disminuir la incidencia de virosis transmitida por <i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius) en el tomate .....	27	El género <i>Phytophthora</i> . I. Características generales. ....	
Rafael Arias, Universidad Centroamericana José Simeón Cañas, El Salvador Luko Hilje, CATIE, Costa Rica		Wilberth Phillips, CATIE, Costa Rica Philip J. Keane, La Trobe University, Australia	
Importancia del género <i>Heliothis</i> (Lepidoptera: Noctuidae) dentro del complejo de gusanos del fruto del tomate en Grecia, Costa Rica. ....	35		
Félix P. Evo, Escuela Nacional de Agricultura, Honduras Luko Hilje, CATIE, Costa Rica			
Efecto competitivo de la caminadora ( <i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour) W.D. Clayton) en el cultivo del maíz ( <i>Zea mays</i> L.) .....	42		
Enrique Rojas, Ramiro de la Cruz, Arnoldo Merayo, CATIE, Costa Rica			

Programa  
Agricultura Tropical SostenibleCentro Agronómico  
Tropical de Investigación y Enseñanza

Turrialba, Costa Rica

## RESIDUALIDAD DE DIFERENTES DOSIS DE *Bacillus thuringiensis* EN EL SISTEMA CAFE - *Hemileia vastatrix* BERK & BR.

Juan Adrián Rivera M.\* Falguni Guharay\*\*\*  
Elkin Bustamante\*\* David Monterroso\*\*\*

### ABSTRACT

Three formulations and five doses of *B. thuringiensis* applied 0, 10, 20, 30, 40, 50, and 60 days before inoculation with *H. vastatrix*, were evaluated in a greenhouse. The best protection was obtained when *Bt* was applied just before inoculation with *H. vastatrix*. Protection lasted two months, but at a lower level. The dosages of *B. thuringiensis* tested were effective for controlling *H. vastatrix*. Length of the protection period against *H. vastatrix* was not affected by the dosage used. However, the level of protection obtained through time was greater with higher dosages. The three formulations of *B. thuringiensis* affected the length of incubation and dormancy periods compared to the untreated control. Leaves treated with Thuricide showed smaller lesions than those treated with Javelin and Bactec.

### INTRODUCCION

La roya del café fue una de las primeras enfermedades estudiadas científicamente como resultado de la destrucción de la industria del café en Ceilán entre 1860 y 1870. Actualmente se le considera la más importante en este cultivo, por las pérdidas que causa (Waller 1982).

El control químico es eficaz para su manejo, pero también tiene limitaciones. Su uso está condicionado por el alto costo de las aplicaciones, el equipo de aplicación y su tecnología, la eficacia de los compuestos químicos y la posibilidad de evaluación de resistencia. Asimismo por los efectos negativos de los plaguicidas, principalmente de fitotoxicidad debido a sobredosificación o a su uso continuo, y el difícil o imposible acceso del equipo de aspersión en terrenos muy inclinados (Becker 1991), limitan su empleo en el café.

Recientemente se observó que aplicaciones de *Bacillus thuringiensis* contra *H. vastatrix* proporcionan protección sistémica durante cinco semanas (Roveratti 1989). Lara y Guharay (1991) encontraron bajo condiciones de invernadero, que su aplicación redujo el número de pústulas, el área foliar afectada y la severidad de la enfermedad.

### RESUMEN

Se evaluaron en el invernadero tres formulaciones y cinco dosis de *B. thuringiensis* aplicados 0, 10, 20, 30, 40, 50 y 60 días antes de inocular con *H. vastatrix*. El mayor nivel de protección se logró al aplicarlo cerca de la inoculación de *H. vastatrix*, y se prolongó dos meses, pero a un nivel inferior. De manera general, las dosis probadas de *B. thuringiensis* fueron efectivas para controlar *H. vastatrix*. La dosis utilizada no afectó la duración de la protección. Sin embargo, el grado de protección obtenido a través del tiempo fue mayor con dosis altas. Las tres formulaciones de *B. thuringiensis* afectaron los periodos de incubación y latencia con respecto al testigo. Las hojas tratadas con Thuricide mostraron lesiones más pequeñas que las tratadas con Javelin y Bactec.

El objetivo del presente trabajo fue determinar la residualidad de *Bacillus thuringiensis* de acuerdo con la dosis utilizada para el control de *Hemileia vastatrix*.

### MATERIALES Y METODOS

**Localización.** El trabajo se llevó a cabo en el CATIE en Turrialba, Costa Rica. Las coordenadas geográficas del lugar son 9° 53' de latitud norte y 83° de longitud oeste. La temperatura media anual es de 21.6° y la humedad relativa de 87%. La precipitación media anual de 2673 mm.

**Cámara de incubación.** La cámara de incubación utilizada consistió en un cuarto con divisiones internas (mesas) bajo iluminación propia de cuatro tubos fluorescentes cada una. Para asegurar humedad relativa cercana al 100%, se colocaron sacos de yute sobre el piso de la cámara, saturados con agua antes de cada inoculación. El efecto de secamiento producido por la unidad de aire acondicionado se contrarrestó mediante dos humidificadores colocados sobre los sacos mencionados cubiertos por una cortina de polietileno sujeta en las divisiones de la parte superior de la cámara.

Recibido: 18/12/92. Aprobado: 08/08/93

\*MAG. Programa Nacional del Tabaco, Managua, Nicaragua.

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

\*\*\*Proyecto CATIE/MAG-MIP. A. Postal P-116 Managua, Nicaragua.

**Material y Diseño Experimental.** Los tratamientos se realizaron con tres formulaciones de *Bacillus thuringiensis*: Thuricide HD(\*) 3.2% PM, Javelin GD(\*\*) 6.4% y Bactec(\*\*) 1.6%, aplicados en cuatro dosis de: 0, 10, 20, 30 y 40 mg/ml, a un intervalo de 10 días entre cada aplicación en siete momentos: a los 0, 10, 20, 30, 40, 50 y 60 días antes de la inoculación de *H. vastatrix*.

Dada su susceptibilidad a *Hemileia vastatrix*, se usaron plantas de café, variedad Caturra, de aproximadamente ocho meses, procedentes de la finca La Montaña, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Se utilizó suelo esterilizado con bromuro de metilo a 0.5 kg/m<sup>3</sup> de suelo. El biocida se dejó actuar durante 48 horas y ya esterilizado el suelo, se aireó durante 72 horas. Las plantas de café se colocaron en macetas plásticas de 6 kg de capacidad. Finalmente se ubicaron sobre las mesas del invernadero, arregladas en tres bloques de acuerdo con el diseño experimental utilizado.

Se utilizaron 315 plantas de café de aproximadamente 8 meses de edad. Cada bloque constaba de 105 maceteras separadas 10 cm entre sí y con una distancia de aproximadamente un metro entre bloques.

**Aplicación de los tratamientos.** Los tratamientos se iniciaron el 7 de junio y finalizaron el 27 de agosto, 1992. Previo a cada aplicación se lavaron los primeros tres pares superiores de hojas y se identificaron con una marca que correspondía al momento de aplicación. Se hicieron aplicaciones nocturnas para asegurar la penetración de los tratamientos. En cada tratamiento se aplicó un volumen de 0.6 ml sobre el envés de cada hoja, con una aspersora "DeVilbiss 15" y agua como vehículo de aplicación. Las plantas se ubicaron de nuevo sobre las mesas del invernadero.

**Manejo del Experimento.** Cada tres días se mojó suavemente la base de la planta para evitar la posible eliminación de la bacteria de una planta a otra por salpique. Una semana después del trasplante, se aplicó fósforo a razón de 4 g/planta.

**Inoculación.** Las plantas fueron trasladadas del invernadero al cuarto de incubación para la inoculación en las primeras horas de la noche, con una aspersora "DeVilbiss 15". Los primeros tres pares superiores de hojas se inocularon, manteniendo una agitación constante durante el proceso. Las plantas inoculadas se introdujeron en la cámara de incubación para evitar la desecación de las hojas. Las plantas ubicadas fuera del radio de acción de los humidificadores, fueron introducidas en bolsas plásticas de manera que conservaran la humedad necesaria para la infección. Las plantas inoculadas se dejaron 48 horas en la oscuridad para estimular la infección y luego se reubicaron en el invernadero.

**Evaluación.** Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con un arreglo factorial de los momentos de aplicación, productos y dosis. Se evaluaron las variables: período de incubación, período de latencia, y porcentaje de protección expresado por la siguiente fórmula:

$$\% P = (A-B)/A \times 100$$

donde:

% P = Porcentaje de protección  
A = Número de pústulas del testigo.

El testigo utilizado (A) es específico para cada producto y sus diferentes dosis dentro de un mismo momento de aplicación.

B = Número de pústulas en los tratamientos.

El período de incubación se considera como el tiempo transcurrido entre el momento de la inoculación y la aparición de los primeros síntomas; la latencia es el tiempo entre la inoculación y el inicio de la esporulación. Ambos períodos se registraron cuando, al menos el 50% de los tratamientos, mostraba los primeros síntomas y lesiones esporuladas.

Las lesiones se contaron 50 días después de la inoculación de la roya en el segundo par superior de hojas. Con éstos datos se calculó el porcentaje de protección y se hizo el análisis estadístico con un diseño de parcelas subdivididas, debido a la correlación que se establece para cada producto cuando se resta y divide su efecto entre un mismo testigo, para obtener el porcentaje de protección dentro de cada momento. La parcela grande fue momento, la subparcela producto y la sub subparcela dosis. Se realizó un análisis de varianza y prueba de comparación de medias para dosis.

El área de las lesiones por producto se obtuvo a partir de mediciones que se hicieron en fotografías tomadas a las hojas tratadas con los diferentes productos.

## RESULTADOS Y DISCUSION

La duración de los períodos de incubación y latencia fue afectada por los productos usados. Los primeros síntomas aparecieron a los 27 y 31 días y la esporulación a los 32 y 37 días para el testigo y los demás productos respectivamente. Epidemiológicamente, la prolongación de los períodos de incubación y latencia combinados con la reducción del número y tamaño de lesiones, retrasan el desarrollo de la enfermedad, debido principalmente a un menor número de ciclos de producción del patógeno y a la baja cantidad de inóculo secundario.

El análisis de varianza para porcentaje de protección mostró diferencias altamente significativas para los factores momento y dosis, pero no para producto (Cuadro 1).

(\*) (*B.t. subespecie Kurstaki*, 16 000 u). (\*\*) (*B.t. subespecie Kurstaki*, Serotype 3a:3b, 16 000 u)

**CUADRO 1. Análisis de varianza para porcentaje de protección en plantas tratadas con tres formulaciones y cinco dosis de *B. thuringiensis* aplicadas en siete momentos diferentes.**

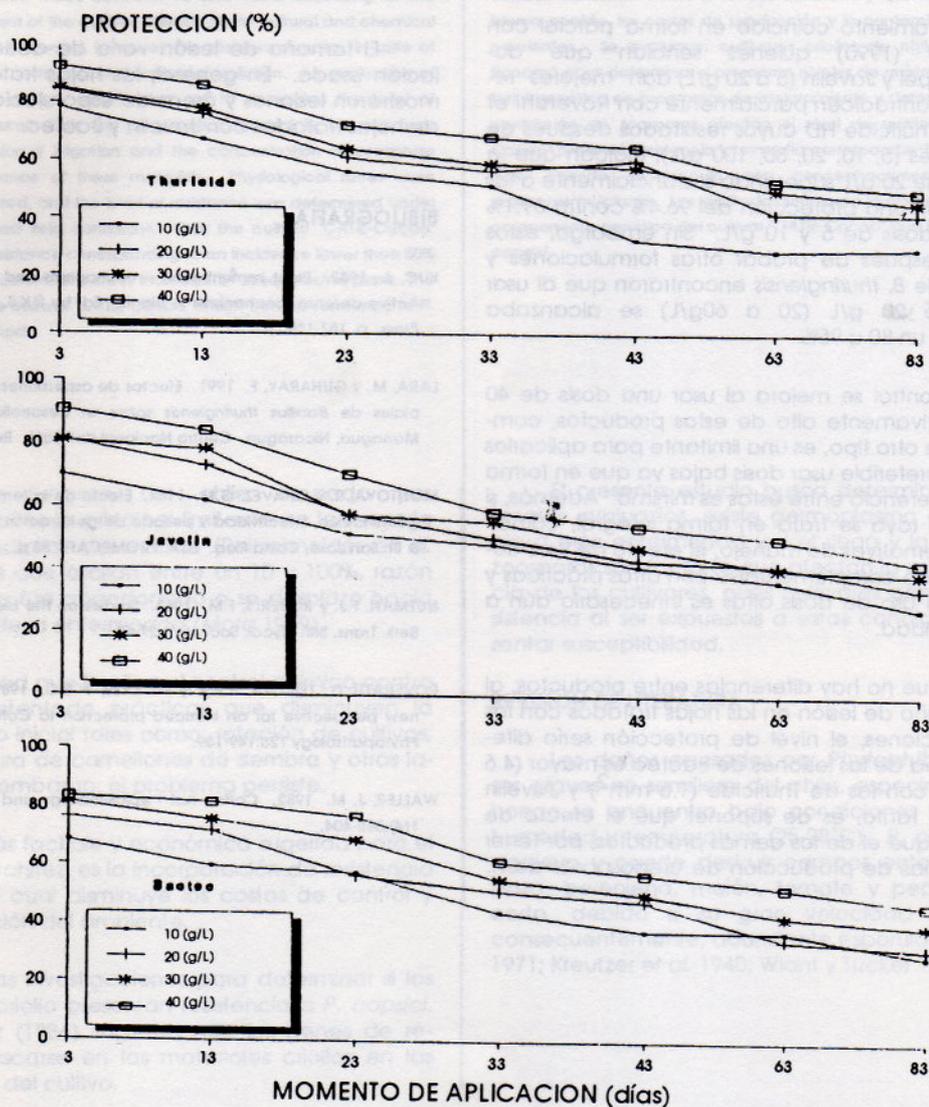
FV	GL	CM	F	P
Bloque	2	3042.00	10.73	0.00 **
Producto	2	550.09	1.94	0.15 NS
Momento	6	8327.34	29.38	0.00 **
Producto x Momento	12	71.81	0.25	0.99 NS
Error (a)	40	283.40		
Dosis	3	3600.42	204.46	0.00 **
Producto x Dosis	6	14.82	0.84	0.54 NS
Momento x Dosis	18	14.40	0.82	0.67 NS
Prod x Momento x Dosis	36	18.08	1.03	0.44 NS
Error (b)	103	17.61		
Total	228		C.V.= 7.23	

\*\* Diferencia significativa al 1%.

**CUADRO 2. Efecto de diferentes dosis de *B. thuringiensis* sobre la protección contra *H. vastatrix* en plantas de café.**

DOSIS (g/L)	PROTECCION* %
10	48.4 a
20	55.8 b
30	59.5 b
40	66.4 c

\* Con las mismas letras no existe diferencias significativas según la prueba de Tukey.



**Fig. 1. Protección de plantas de café con tres formulaciones y cuatro dosis de *B. thuringiensis* antes de la inoculación de *H. vastatrix*.**

Con respecto al momento de aplicación de los productos, a medida que ésta se aproxima a la fecha de inoculación de *H. vastatrix*, el porcentaje de protección aumenta, alcanzando valores que oscilan entre 68 y 92%. El grado de control con los tres productos fue similar durante el resto del período, el cual se prolongó durante dos meses; pero al final de éste disminuyó a un nivel que osciló entre 27 y 50% (Fig. 1). Esto difiere un poco de lo señalado por Roveratti *et al.* (1989), quienes observaron un efecto por cinco semanas del Thuricide HD. En este caso, al considerar la protección como tal, persistieron por un mayor período, aunque con diferentes grados de protección.

Al analizar el efecto de las dosis, aún cuando estadísticamente existen diferencias entre ellas, biológicamente todas son aceptables (Cuadro 2) con una tendencia creciente del porcentaje de protección a medida que se incrementan.

Este comportamiento coincide en forma parcial con Lara y Guharay (1990) quienes señalan que dosis crecientes de Dipel y Javelin (5 a 20 g/L) dan mejores resultados, pero se contradicen parcialmente con Roveratti *et al.* (1989), para el Thuricide HD cuyos resultados después de probar varios niveles (5, 10, 20, 50, 100 g/L), indican que la mejor dosis fue la de 20 g/L superando sustancialmente a las dosis más bajas con una protección del 96.4% contra 69.1% obtenido con las dosis de 5 y 10 g/L. Sin embargo, estos mismos autores después de probar otras formulaciones y concentraciones de *B. thuringiensis* encontraron que al usar dosis mayores de 20 g/L (20 a 60g/L) se alcanzaba una protección de un 80 a 95%.

Aunque el control se mejora al usar una dosis de 40 g/L, el precio relativamente alto de estos productos, comparados con los de otro tipo, es una limitante para aplicarlos a esos niveles. Es preferible usar dosis bajas ya que en forma proporcional, la diferencia entre éstas es mínima. Además, si el problema de la roya se trata en forma integral, combinando distintas alternativas de manejo, el efecto de usar dosis intermedias puede complementarse con otras prácticas y de esta manera el uso de dosis altas es innecesario aún a pesar de su efectividad.

A pesar de que no hay diferencias entre productos, al considerar el tamaño de lesión en las hojas tratadas con las diferentes formulaciones, el nivel de protección sería diferente ya que el área de las lesiones de Bactec es mayor (4.6 mm<sup>2</sup>) en relación con las de Thuricide (1.5 mm<sup>2</sup>) y Javelin (3.7 mm<sup>2</sup>). Por lo tanto, es de suponer que el efecto de Thuricide es mejor que el de los demás productos, por tener áreas más pequeñas de producción de uredosporas de *H. vastatrix*. □

## CONCLUSIONES

El grado de protección con las tres formulaciones es variable; el mayor nivel de protección se presenta en momentos cercanos a la inoculación de *H. vastatrix*. Esta protección se prolonga durante dos meses pero a un nivel menor (27 al 50%).

De manera general, las cuatro dosis de *B. thuringiensis* son efectivas para el control de *H. vastatrix*.

Las dosis utilizadas no afectan la duración del período de protección. Sin embargo, el grado de protección obtenido a través del tiempo es mayor con dosis altas.

Las tres formulaciones acortan los períodos de incubación y latencia con respecto al testigo, retrasando así el desarrollo de *H. vastatrix*.

El tamaño de lesión varía de acuerdo con la formulación usada. En general, las hojas tratadas con Thuricide mostraron lesiones y áreas de esporulación menores que las de hojas tratadas con Javelin y Bactec.

## BIBLIOGRAFIA

- KUC, J. 1982. Plant immunization - mechanisms and practical implications. In Active defense mechanisms in plants. Ed. by R.K.S. Wood. New York, Plenum Press. p. 157-158.
- LARA, M. y GUHARAY, F. 1991. Efectos de aspersiones de formulaciones comerciales de *Bacillus thuringiensis* sobre el desarrollo de la roya del café. Managua, Nicaragua. Centro Nacional del Café. Resumen.
- MONTOYA, R. y CHAVEZ, G.M. 1981. Efecto de la temperatura y de la luz en la germinación, infectividad y período de generación de *Hemileia vastatrix* Berk & Br. San José, Costa Rica. IICA. PROMECAFE. 33 p.
- NUTMAN, F.J. y ROBERTS, F.M. 1963. Studies on the biology of *Hemileia vastatrix* Berk. Trans. Brit. Mycol. Soc. 46(1):27-48.
- ROVERATTI, D.; TEXEIRA, A.R.R. y MORAES, W.B.C. 1989. *Bacillus thuringiensis*. A new perspective for an induced protection to Coffee Leaf Rust. Journal of Phytopathology 126:149-159.
- WALLER, J. M. 1982. Coffee rust - epidemiology and control. Crop Protection 1(4):385-404.

# EVALUACION DE RESISTENCIA DE CULTIVARES CRIOLLOS DE CHILE DULCE (*Capsicum annuum*) A *Phytophthora capsici*\*

Jorge A. Mercado Mejía\*\*  
Elkin Bustamante\*\*\*

## ABSTRACT

Fungal wilt of red pepper caused by *Phytophthora capsici* is a severe disease which may produce losses between 10 and 100% according to the resistance and management of the cultivar utilized. Many cultural and chemical practices are required for its control, however, the problem remains, in spite of the increase in production costs and environmental pollution. An evaluation of domestic cultivars of red pepper was carried out to determine the level of resistance that would permit their use as genetic material in improvement programs and to determine if irrigation and the concentration of zoospores affect the level of resistance of these materials. Physiological races were characterized and evaluated, and the level of resistance was determined under laboratory, greenhouse and field conditions. Only the cultivar 'CATIE-Cacao' presented intermediate resistance corresponding to an incidence lower than 50% when inoculated with concentrations lower than  $3.2 \times 10^5$  zoospores/ml/plant. The genetic component of the cultivar 'CATIE-Cacao' which confers resistance to *P. capsici* should be determined.

## INTRODUCCION

La marchitez fungosa del chile causada por *Phytophthora capsici* es la principal limitante en la mayoría de las áreas productoras del mundo (Reifschneider *et al.* 1986), con pérdidas que oscilan entre un 10 y 100%, razón por la cual el cultivo fue abandonado o se desplazó hacia nuevas áreas libres de la enfermedad (Mora 1989).

Ante la dificultad que implica el control químico contra *P. capsici* se han intentado prácticas que disminuyen la cantidad de inóculo inicial tales como: rotación de cultivos, elevación de la altura de camellones de siembra y otras labores culturales, sin embargo, el problema persiste.

La solución más factible y económica sugerida para el problema de la marchitez, es la incorporación de resistencia en los cultivares, la cual disminuye los costos de control y evita la contaminación del ambiente.

Son escasas las investigaciones para determinar si los cultivares de chile criollo presentan resistencia a *P. capsici*. Azurdia y González (1986) sugieren que los genes de resistencia deben buscarse en los materiales criollos en las áreas de diversidad del cultivo.

## RESUMEN

El control de marchitez fungosa del chile, causada por *Phytophthora capsici*, demanda varias prácticas culturales y químicas, sin embargo, el problema persiste, los costos de producción y la contaminación del ambiente son crecientes. Se evaluaron cultivares criollos de chile de Centro América y Panamá para determinar si presentan niveles de resistencia, utilizarlos como material genético en programas de mejoramiento y determinar si el riego y la concentración de zoosporas afectan el nivel de resistencia. El cultivar 'CATIE-Cacao' presentó resistencia intermedia correspondiente a incidencia menor del 50%, cuando se inoculó con concentraciones menores de  $3.2 \times 10^5$  zoosporas/ml/planta. Los resultados señalaron la conveniencia de determinar el componente genético del cultivar 'CATIE-Cacao' que le confiere resistencia a *P. capsici*.

El presente estudio busca determinar si, entre los materiales evaluados, existe germoplasma criollo con resistencia a esta enfermedad y si el riego y la concentración de zoosporas son factores que afectan la expresión de resistencia de los cultivares, pues cultivares con cierto nivel de resistencia al ser expuestos a estas condiciones pueden presentar susceptibilidad.

## REVISION DE LITERATURA

Los daños causados por *Phytophthora capsici* suelen ser graves en semillero del chile, especialmente cuando el hongo se encuentra bajo condiciones favorables de alta humedad y temperatura (25-28°C). *P. capsici* es un hongo agresivo y puede destruir campos enteros de chile, calabaza, berenjena, melón, tomate y pepino en un tiempo corto, debido a su gran velocidad de crecimiento y consecuentemente, abundante esporulación (Alfaro y Vega 1971; Kreutzer *et al.* 1940; Wiant y Tucker 1940).

**Recibido: 14/08/92. Aprobado: 21/06/93**

\* Basado en la tesis de Mag.Sc. del primer autor. Programa de Posgrado, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

\*\* Unidad de Validación e Investigación en fincas CATIE. CENTA. El Salvador.

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

**Resistencia genética.** La identificación e incorporación de resistencia prolongada a marchitez causada por *P. capsici* ha sido parte de los objetivos de muchos trabajos de investigación (Reifschneider *et al.* 1986), sin embargo en contados casos, los resultados fueron satisfactorios.

La resistencia genética se considera la piedra angular de cualquier programa de control integrado de plagas (Valencia y Estrada 1986) y es la forma más eficaz y económica (Mora 1977) de control de enfermedades debido a que no eleva los costos de producción (González 1976) ni contamina el ambiente.

La resistencia debe buscarse en poblaciones de gran variabilidad genética (González 1976) la cual puede encontrarse en los cultivos criollos (Mora 1977) de los países de Centro América y en especial en las colecciones de Guatemala, consideradas como el centro de diversidad de *Capsicum spp.* (Azurdía y González 1986).

Jiménez y Bustamante (1988) al evaluar las introducciones 17245 y 17248 de origen panameño, encontraron que presentan resistencia intermedia a *P. capsici*, siendo la más promisoría la 17245 por sus características agronómicas.

Romero (1962) demostró que el material genético que en el país de origen había manifestado resistencia, su comportamiento fue variable cuando se evaluó en ambientes diferentes.

**Resistencia juvenil.** Existe abundante información sobre pérdida de la resistencia en germoplasma de chile considerado resistente a *P. capsici*. Café y Reifschneider (1986) indican que a inoculaciones tempranas, mayor número de plantas enfermas, por lo cual la edad se considera un factor importante en la resistencia de la planta. Esto indica que no existe resistencia juvenil y que solamente ocurre en plantas con más de 34 días de edad (Reifschneider *et al.* 1986).

Estudios preliminares indican que la resistencia a *P. capsici* es heredable; esto hace posible incrementar los niveles de resistencia por selección de líneas (Café y Reifschneider 1986).

Las bases genéticas de la resistencia a *P. capsici* son diversas según el cultivar, selección o línea que se esté evaluando. Smith *et al.* (1967) al evaluar la herencia de la resistencia en la progenie de los cruces entre las selecciones PI 129469, PI 201232, PI 201234 y variedad "Yolo Wonder" (Padre susceptible) encontró descendientes de estos cruces con resistencia transmitida por un solo par de genes, mientras que otras líneas presentaron resistencia, transmitida por dos pares de genes dominantes sin efectos aditivos, los cuales transmiten alto grado de resistencia, pero sin llegar a la inmunidad.

**MATERIALES Y METODOS**

**Ubicación.** Este trabajo se realizó en el CATIE, en el cantón de Turrialba, provincia de Cartago, Costa Rica, a 9°52' latitud norte y 83° 38' latitud oeste, a 603 m de altitud y precipitación pluvial anual de 2600 mm; temperatura promedio anual de 26°C, humedad relativa de 87%, radiación solar promedio mensual de 11822 cal/cm<sup>2</sup> y una evaporación de Tanque A promedio mensual de 106 mm.

**Material experimental de chile.** Se utilizaron cultivos criollos de chile (*Capsicum annum*) colectados en Centro América y Panamá. Los cultivos panameños se obtuvieron en el banco de germoplasma del CATIE. El resto se obtuvo en las áreas productoras de cada país de Centro América (Cuadro 1).

**Efecto del riego y la concentración de zoosporas en la resistencia.** El experimento se realizó entre diciembre de 1989 y mayo de 1990 donde se evaluaron 11 cultivos criollos de chile dulce, dos niveles de riego y tres concentraciones de zoosporas, para determinar el efecto de estos factores sobre la expresión de la resistencia.

El factor cultivar correspondió a cada uno de los once cultivos evaluados (Cuadro 1). El factor riego se evaluó en dos niveles: capacidad de campo y humedad mayor que capacidad de campo. El primer nivel se calculó con base en los datos climáticos de la estación tipo A del CATIE, el cual se determinó en siete días para el período entre marzo

**CUADRO 1.** Cultivos criollos de chile evaluados para la búsqueda de resistencia a *P. capsici*.

CULTIVAR	PAIS DE ORIGEN
0 - "Tres cantos"	El Salvador
1 - "Trompa de buey"	El Salvador
2 - "Colección CATIE" 17248	Panamá
3 - "Nájera 2"	Costa Rica
4 - "CATIE-Cacao"	Costa Rica
5 - "Criollo Guatemalteco"	Guatemala
6 - "Tropical irazú"	Costa Rica
7 - "Colección CATIE" 17245	Panamá
8 - "Líneas TAB-85"	Honduras
9 - "Líneas HMG-85"	Honduras
10 - "Líneas MAEAS"	Honduras

y mayo. El segundo nivel de humedad se logró al reducir a tres días la frecuencia de riego del nivel uno. Ambos niveles se iniciaron dos semanas antes de la inoculación y se suministró a través de riego por gravedad. En el período anterior a la inoculación, la frecuencia de riego fue de cuatro días y suministrada por aspersión.

El factor concentración de zoosporas se evaluó en tres niveles:  $4 \times 10^4$ ,  $8 \times 10^4$  y  $3.2 \times 10^5$  zoosporas por punto de inoculación. Estas concentraciones se seleccionaron tomando como referencia las experiencias de Reifschneider *et al.* (1986) en Brazil y de Ovalle (1987) en Costa Rica.

Para la producción de zoosporas se utilizó los aislamientos 266 y 590, manejados según el procedimiento descrito por Lawrence (1978). Una vez producidas las zoosporas, se calibró la concentración a través de recuentos con el hematócimo y luego se mezcló la solución de las diferentes razas, de tal manera que la solución final tuviera igual concentración de zoosporas de los dos aislamientos.

Se produjeron plántulas de cada uno de los cultivares en el invernadero donde se mantuvieron durante 35 días, posteriormente se llevaron al campo con el propósito de aclimatarlas. A los 10 días de estar en el campo, siete de los 11 cultivares alcanzaron la altura apropiada y se trasplantaron, los cuatro restantes se trasplantaron durante los 22 días posteriores al trasplante inicial.

A los 105 días de edad las plantas fueron inoculadas con una solución de zoosporas a una concentración de  $4 \times 10^4$ ,  $8 \times 10^4$  y  $3.2 \times 10^5$  zoosporas/ml de acuerdo al tratamiento. El experimento se regó por la mañana para mantener humedad uniforme y se inoculó por la tarde depositando 10 ml de solución de zoosporas, cinco centímetros sobre la base de la planta, haciéndola escurrir sobre la superficie del tallo.

**Evaluación de la enfermedad.** Las plantas se midieron dos días antes de la inoculación, la incidencia de la enfermedad se inició ocho días después de la inoculación y se continuó cada ocho días hasta la sexta semana. Las lecturas se realizaron a medio día para diferenciar las plantas sanas de las que tenían síntomas de la enfermedad.

La incidencia de la enfermedad se determinó por el número de plantas marchitas, aquellas que mostraban hojas flácidas y daños visibles de la enfermedad en el tallo; y plantas muertas, las que presentaban marchitez irreversible y coloración oscura en el tallo.

**Análisis de la información.** Antes de iniciar el análisis, se transformaron los datos con diferentes ecuaciones para determinar el modelo que explicara mejor el comportamiento de los datos, posteriormente se usó un análisis de varianza en el tiempo y prueba de Duncan para la interacción riego por concentración por cultivares, para las seis lecturas. El comportamiento de los cultivares en el tiempo, se determinó mediante un estudio epidemiológico, por lo cual se transformaron los datos por la ecuación monomolecular  $\text{monit} = \log(1/(1-x))$  y luego se analizaron por medio de regresión lineal.

Para evaluar cada una de las seis lecturas se utilizó el diseño parcelas sub-subdivididas, donde la parcela grande fue el nivel de riego, la parcela mediana, la concentración de inóculo y la parcela pequeña, cada uno de los cultivares; esta parcela estuvo formada por dos surcos de tres metros de largo que contenían 14 plantas. La parcela útil estuvo formada por 10 plantas centrales de los dos surcos.

## RESULTADOS Y DISCUSION

**Inoculación.** La inoculación de las plantas en el campo coincidió con la floración y formación de frutos en 10 de los 11 cultivares evaluados (Fig. 1). El cultivar "CATIE-Cacao" por su parte, se encontraba en estado de desarrollo vegetativo.

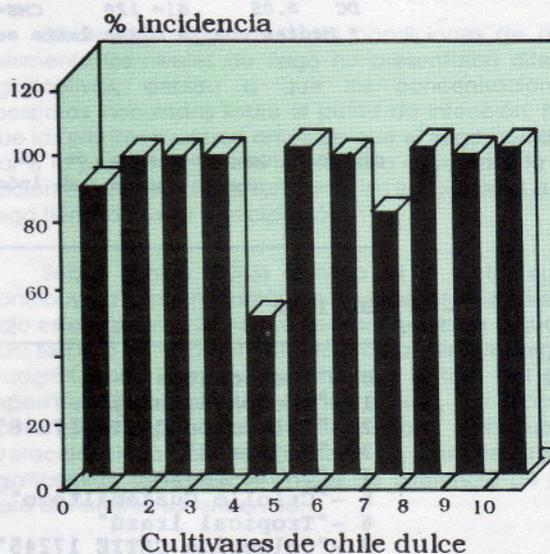


Fig. 1. Porcentaje de incidencia producida por la inoculación de mezcla de razas fisiológicas.

El análisis demostró que los 10 cultivares, en floración al momento de la inoculación, fueron susceptibles. El cultivar "CATIE-Cacao" presentó porcentajes de incidencia muy bajos en las primeras semanas.

**Efecto de la altura de planta.** El análisis demostró que la altura de la planta evaluada dos días antes de la inoculación, presentó diferencias altamente significativas entre los cultivares.

Los cultivares "TAB-85", "CATIE-Cacao" y "HMG-85", (Cuadro 2) presentaron menor altura a la fecha de la evaluación. El efecto de la altura de planta sobre su resistencia o susceptibilidad hacia *P. capsici*, se determinó por su correlación con la incidencia de cada lectura. Se encontró una correlación baja, la cual osciló entre 0.24-0.50 en las seis lecturas, por lo cual se concluyó que existe poca relación entre la incidencia de la enfermedad y la altura de planta.

**CUADRO 2.** Altura de planta de 11 cultivares de chile dos días antes de la inoculación.

CULTIVAR	$\bar{X}$ ALTURA	DUNCAN*
"Najera 2"	35.41	a
"Colección CATIE 17248"	35.21	a
"Lineas MAEAS"	35.18	a
"Colección CATIE 17245"	34.41	ab
"Tropical irazú"	34.39	ab
"Trompa de buey"	33.18	bc
"Tres cantos"	32.37	c
"Criollo Guatemala"	31.76	c
"Lineas TAB-85"	27.88	d
"CATIE-Cacao"	23.40	e
"Lineas HMG-85"	22.68	e

DC 0.05      Gl= 120      CME= 4.176      CV = 6.5

\* Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

**CUADRO 3.** Comportamiento de 11 cultivares de chile criollo bajo tres concentraciones de inóculo de *P. capsici*.

CULTIVAR	% DE INCIDENCIA / CONCENTRACION		
	4 x 10 <sup>4</sup>	8 x 10 <sup>4</sup>	3.2 x 10 <sup>5</sup>
0 -"Tres cantos"	56 bc	88 ab	95 ab
1 -"Trompa de buey"	71 bc	72 cd	94 abc
2 -"Colección CATIE 17248"	61 bc	72 cd	88 cd
3 -"Najera 2"	62 bc	73 cd	95 abc
4 -"CATIE-Cacao"	37 c	22 f	45 f
5 -"Criollo Guatemalteco"	74 bc	81 bc	95 ab
6 -"Tropical irazú"	90 a	95 a	98 a
7 -"Colección CATIE 17245"	68 bc	94 a	96 ab
8 -"Lineas TAB-85"	75 b	83 bc	76 de
9 -"Lineas HMG-85"	45 bc	58 de	71 ef
10 -"Lineas MAEAS"	63 bc	71 cd	94 bc

GL. =120      CME = 2.725      CV = 38.42

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Reifschneider *et al.* (1986) y Alas (1988), demostraron que no existe resistencia juvenil, mientras que Kim *et al.* (1989) señalaron que la resistencia de las plantas aumentaba con la edad, debido a la mayor lignificación de los tejidos del tallo de la planta. Por tanto se consideró que la altura podría constituir un indicador para determinar su nivel de resistencia. Sin embargo, esto no se logró, pues tanto altas como bajas fueron atacadas con igual intensidad y solamente el cultivar "CATIE-Cacao", soportó el daño de la enfermedad, aún cuando era de menor tamaño que la mayoría de los cultivares.

A partir de la tercera semana, cuando este cultivar llegó a floración y fructificación, el porcentaje de plantas muertas aumentó en forma progresiva. Sin embargo, los

niveles de incidencia fueron menores que en el resto de cultivares, por lo cual se puede considerar que posee resistencia (Fig. 1).

Esta información confirma los resultados de Alfaro y Vega (1971) quienes encontraron que la floración y fructificación es la época de mayor susceptibilidad a la enfermedad.

**Efecto de la interacción cultivar por concentración de zoosporas.** Los resultados de la prueba de Duncan para la interacción entre cultivares y concentración, muestran que el cultivar "CATIE-Cacao" posee los menores porcentajes de plantas muertas en las tres concentraciones.

**CUADRO 4. Prueba de Duncan para la interacción riego por concentración a dos niveles de probabilidad**

TRATAMIENTOS	MEDIA PARA % INCIDENCIA*	PROBABILIDAD	
		5%	13%
R2C3	92	a	a
R1C3	91	a	a
R2C2	88	a	a
R2C1	73	a	b
R1C2	66	a	b
R1C1	60	a	b

R1 = riego a capacidad de campo. CV = 38.42

R2 = riego sobre capacidad de campo

C1, C2, C3 = concentración  $4 \times 10^4$ ,  $8 \times 10^4$ ,  $3.2 \times 10^5$ .

\* Medias con igual letra son estadísticamente iguales

La comparación entre medias de cultivares dentro de cada concentración indica una diferencia significativa, donde el cultivar "CATIE-Cacao" presentó en los tres casos, el menor porcentaje de plantas muertas.

El análisis de la concentración  $3.2 \times 10^5$ , (Cuadro 3) señala que el cultivar "CATIE-Cacao" presentó el menor porcentaje de plantas muertas (45%), siguiéndole en orden ascendente de incidencia los cultivares "TAB-85", "17248" y "HMG-85", con porcentajes intermedios de plantas muertas, y los cultivares "criollo Guatemalteco", "Tres cantos", "Trompa de buey", "Najera-2" y "Tropical irazú" con el porcentaje mayor de plantas muertas.

Los resultados de las concentraciones  $4 \times 10^4$  y  $8 \times 10^4$  zoosporas/ml presentan un comportamiento similar al descrito en la concentración  $3.2 \times 10^5$ . Sin embargo, los datos de esta última concentración fueron más consistentes en cuanto al porcentaje de plantas enfermas.

Se encontró que el cultivar "CATIE-Cacao" se puede clasificar como resistencia intermedia y el resto como susceptibles, aplicando la escala de evaluación de resistencia propuesta por Peter *et al.* (1984) para clasificar los cultivares de chile, de acuerdo con el porcentaje de plantas enfermas. Estos resultados difieren de los de Jiménez *et al.* (1987) quienes encontraron que los cultivares "17245", "17248" y "Najera-2" presentaron resistencia intermedia y que, acompañadas con prácticas de manejo y control químico preventivo, se obtuvieron rendimientos económicamente rentables. Estas diferencias se deben a que Jiménez *et al.* (1989), en una primera evaluación hicieron inoculación artificial, pero pasados 20 días frenaron el desarrollo de la enfermedad con la aplicación de fungicidas lo cual le permitió llevar plantas a cosecha. En una segunda evaluación utilizaron la infestación de campo como Inóculo, por lo cual algunas plantas escaparon de la enfermedad dada la ausencia o bajo nivel de inóculo en el lugar de siembra.

En este experimento, concentraciones de inóculo en las plantas permitieron el desarrollo de la enfermedad y además se proporcionaron condiciones adecuadas de humedad para su desarrollo, razón por la cual, aún el cultivar "CATIE-Cacao" se clasificó como susceptible al llegar a manifestar la enfermedad.

**Efecto del riego.** Bajo las condiciones de este experimento los niveles de riego no presentaron diferencias significativas, debido a que las concentraciones de zoosporas inoculadas sobre el punto de infección, hicieron que las plantas murieran antes de que el riego pudiera ayudar a la predisposición de la planta o ayudara a la diseminación de las zoosporas, funciones en las cuales el agua de riego tiene la mayor participación.

Según Schlub (1983) el riego es el factor que más contribuye a la diseminación de las zoosporas, situación que bajo este experimento no fue necesaria debido a que el inóculo se puso en contacto con la planta. Sin embargo, esta situación pudo comprobarse cuando al final del período experimental, las plantas de los bordes, no inoculadas, comenzaron a presentar la enfermedad. Aún cuando la interacción riego por concentración no presentó diferencias significativas, se realizó el análisis de diferencia de medias para determinar su tendencia.

El mayor porcentaje de plantas muertas está dado por el nivel más alto de concentración de inóculo y abundante humedad, seguido por el nivel alto de concentración de inóculo y riego a capacidad de campo, estas dos interacciones, aunque muestran los valores más altos, no presentan diferencia al 5% de probabilidad con el resto de los tratamientos (Cuadro 4).

Sin embargo, si el análisis de diferencia de medias se hace al 13% de probabilidad, la tendencia muestra que, con una concentración alta de inóculo, el riego no tiene influencia, mientras que, a concentraciones de inóculo de intermedia a baja, el riego se constituye en un factor decisivo en el desarrollo de la enfermedad. La literatura señala con amplitud al riego como el factor más importante en la predisposición de la planta a la enfermedad y como transporte de las zoosporas (Tompkins y Trucker 1937, Tompkins 1941, Malaguti *et al.* 1950, Alfaro y Vega 1971, Zambrano 1976, Blaker y Macdonald 1981, Schlub 1983, Ferreyra *et al.* 1984, Mora 1988, Avelar 1989); sin embargo, cuando se inoculan altas concentraciones, las plantas mueren antes de que el riego las predisponga a la enfermedad o transporte las zoosporas, mientras que cuando son intermedias, este factor contribuye en el transporte de zoosporas e inclusive predispone la planta, de tal manera que aún las resistentes puedan manifestar la enfermedad. □

## CONCLUSIONES

- El cultivar "CATIE-Cacao" fue el único cultivar criollo dentro del germoplasma evaluado, que presentó resistencia intermedia, el resto fue clasificado como susceptible.
- No se encontraron cultivares criollos con alta resistencia, pues factores como humedad, alta concentración de inóculo y tiempo de exposición hicieron que cultivares con niveles de resistencia intermedia, presentaran la enfermedad igual que los susceptibles.
- Todos los cultivares fueron más susceptibles a *P. capsici* en la fase de floración y fructificación, que en la de crecimiento vegetativo.
- Los cultivares criollos evaluados con fruto de tipo comercial fueron susceptibles a *P. capsici*.
- El riego no influyó en la incidencia de la enfermedad; cuando la concentración de zoosporas fue alta, sin embargo, influyó a concentraciones bajas.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

- ALAS G, J.A. 1988. Validación de la metodología para determinar resistencia a *Phytophthora capsici* a nivel de invernadero en chile (*Capsicum spp.*). Trabajo especial. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 16 p.
- ALFARO, A.; VEGA, I. 1971. La tristeza o seca del pimiento producida por *Phytophthora capsici* Leonian. Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, (Serie Protección Vegetal) (España) 1:9-42.
- AVELAR M, J.J. 1989. Intentos de control de la marchitez del chile ocasionada por el hongo *Phytophthora capsici*. L. en la región de Valsequillo, Puebla, Mexico. Tesis. Mag.Sc. Chapingo, México, Colegio de Post Graduados. 66 p.
- AZURDIA P, C.A.; GONZALEZ S, M. 1986. Informe final del Proyecto de recolección de algunos cultivos nativos de Guatemala. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. p. 19-56.
- BLAKER, N. S.; MacDONALD, J. D. 1981. Predisposing effects of soil moisture extremes on the susceptibility of Rodendron to *Phytophthora* root and crown rot. *Phytopathology* 71(8):831-834.
- CAFE-F, A.C.; REIFSCHNEIDER, F.J.B. 1986. Search for *Capsicum* juvenil resistance to blight caused by *Phytophthora capsici*. *Capsicum Newsletter* No. 5:55.
- FERREIRA, R.; TOSSO, J.; FERNANDEZ, C. 1984. Efecto del manejo del agua de riego sobre *Phytophthora capsici* Leonian causante de la marchitez del pimiento. *Agricultura Técnica* (Chile) 44(4):319-324.
- GONZALEZ, L.C. 1976. Introducción a la fitopatología. San José, Costa Rica, IICA. p 93-124.
- JIMENEZ, J.M.; BUSTAMANTE, E.; BERMUDEZ, W.; GAMBOA, A.; OVALLE, W. 1987. Respuesta de cuatro cultivares de chile dulce a marchitez fungosa en Costa Rica. In XXVII Reunión de APS. Sección del Caribe. Guatemala, Guatemala. 3 p.
- \_\_\_\_\_; BUSTAMANTE, E. 1988. Selección de líneas de chile dulce resistentes a marchitez fungosa. Turrialba, C.R. CATIE. 14 p. (Mimeografiado)
- \_\_\_\_\_; BUSTAMANTE, E.; BERMUDEZ, W.; GAMBOA, A. 1989. Resistencia en líneas de chile dulce a *Phytophthora capsici* en Costa Rica. In II Congreso Regional de Manejo Integrado de Plagas. Guatemala, Guatemala. Sp.
- KIM, Y.J.; HWANG, B.K.; PARK, K.W. 1989. Expression of age related resistance in pepper plant infested with *Phytophthora capsici*. *Plant Disease* 73(9):745-747.
- KREUTZER, W.A.; BODINE, E.W.; DURRELL, L.W. 1940. Cucurbit diseases and rot of tomato fruit caused by *Phytophthora capsici*. *Phytopathology* 30:972-976.
- MALAGUTI, G.; PONTIS, V. R.E. 1950. *Phytophthora capsici* en Venezuela. Caracas, Venezuela, Dirección de Agricultura, Depto de Divulgación Agropecuaria. 13 p.
- MORA B, B. 1977. Evaluación de la resistencia de cultivares de chile (*Capsicum annum*) a la pudrición basal causada por *Phytophthora capsici* L. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica. 30 p.
- MORA, L.F. 1988. Guía de producción para chile picante. San José, Costa Rica, Laboratorios Griffith. 22 p.
- OVALLE S, W.R. 1987. Estudio de la variabilidad de *Phytophthora capsici* agente causal de la marchitez del chile (*Capsicum annum*) y su combate por resistencia. Tesis Mag.Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 99 p.
- PETER, K.V.; GOTH, R.W.; WEBB, R.E. 1984. Indian hot pepper as new sources of resistance to bacterial wilt, *Phytophthora* root rot and root knot nematodes. *Hortscience* 19(2):277-278.
- REIFSCHNEIDER, F.J.B.; CAFE-FILHO, A.C.; REGO, A.H. 1986. Factors affecting expression of resistance in pepper (*Capsicum annum*) to blight caused by *Phytophthora capsici* in screening trials. *Plant Pathology* 35:451-456.
- ROMERO, C.S. 1962. Inoculación artificial del chile en el campo con *Phytophthora capsici*. *Agricultura Técnica en México* 2(2):79-80.
- SCHLUB, R.L. 1983. Epidemiology of *Phytophthora capsici* on bell pepper. *Journal of Agricultural Science* 100:7-11.
- SMITH, P.G.; KIMBLE, K.A.; CROFAN, R.G.; MILLET, A.H. 1967. Inheritance of resistance in pepper to *Phytophthora* root rot. *Phytopathology* 57:377-379.
- TOMPKINS, C.M. 1941. Root rot of pepper and pumpkin caused by *Phytophthora capsici*. *Journal of Agricultural Research* 63(7):417-425.
- \_\_\_\_\_; TUCKER, C.M. 1937. *Phytophthora* rot of honeydew melons. *Journal of Agricultural Research* 54(12):933-945.
- VALENCIA, L.; ESTRADA, N. 1986. Control de plagas de papa con plantas resistentes. In *Curso sobre Control Integrado de Plagas de Papa*. (1986, Bogotá, Col.). Memorias, Ed. L. Valencia. Bogotá, Colombia. CIP/ICA. p. 117-124.
- WIANT, J.S.; TUCKER, C.M. 1940. A rot of winter queen water melons caused by *Phytophthora capsici*. *Journal of Agricultural Research* 60(2):73-88.
- ZAMBRANO A, J.E. 1976. Control de la pudrición basal del tallo de chile dulce (*Capsicum annum* L.) causada por *Phytophthora capsici* L. con fungicidas sistémicos. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica. 41 p.

# COMBATE DE *Tetranychus urticae* Koch (ACARI: TETRANYCHIDAE) EN *Rosa* sp. CON MEZCLAS DE ACARICIDAS

Hugo Agullar\* Gustavo Calvo\*\*  
Carlos Vargas\*\* Ronald Ochoa\*\*

## ABSTRACT

Efficacy of acaricide mixes against mobile forms (adults, nymphs and larvae) and eggs of *Tetranychus urticae* Koch was determined on *Rosa* sp. (Rosaceae) under greenhouse conditions. Acaricide mixes evaluated were: tetradifon + thuringiensin (360g + 150g a.i./ha), tetradifon + profenofos (360g + 500g a.i./ha), tetradifon + amitraz (360g + 500g a.i./ha), clofentezina + thuringiensin (200g + 150g a.i./ha), clofentezina + profenofos (200g + 800g a.i./ha), clofentezina + amitraz (200g + 500g a.i./ha). Tetradifon (360g a.i./ha) was used as a reference. Significantly ( $P \leq 0.05$ ) lower densities of mobile forms were observed on plants treated with clofentezina + amitraz, clofentezina + profenofos, clofentezina + thuringiensin and tetradifon + thuringiensin. Average egg densities were significantly lower ( $P \leq 0.5$ ) on plants treated with clofentezina + thuringiensin, and tetradifon + thuringiensin.

## RESUMEN

Se determinó la eficacia de mezclas de acaricidas contra adultos, ninfas, larvas y huevos de *Tetranychus urticae* Koch en *Rosa* sp. (Rosaceae) bajo condiciones de invernadero. Mezclas utilizadas: tetradifón + thuringiensin (360g + 150g i.a/ha), tetradifón + profenofos (360g + 500g i.a/ha), tetradifón + amitraz (360g + 500g i.a/ha), clofentezina + thuringiensin (200g + 150g i.a/ha), clofentezina + profenofos (200g + 800g i.a/ha), clofentezina + amitraz (200g + 500g i.a/ha), y tetradifón (360g i.a/ha) como testigo relativo, utilizando 2000 l de agua/ha. Las mezclas que redujeron más el número de formas móviles fueron clofentezina + amitraz, clofentezina + profenofos, clofentezina + thuringiensin y tetradifón + thuringiensin, difiriendo significativamente de los otros tratamientos ( $P \leq 0.05$ ). El promedio más bajo de huevos se obtuvo con las mezclas de clofentezina + thuringiensin y tetradifón + thuringiensin difiriendo significativamente del resto de tratamientos ( $P \leq 0.05$ ).

## INTRODUCCION

En Costa Rica la producción de plantas ornamentales para la exportación se incrementó en los últimos cinco años, constituyendo una fuente significativa de divisas para el país (Jiménez *et al.* 1991). Las exportaciones de rosas aumentaron a pesar del alto costo por hectárea (\$250 mil) (Floricultura al Día 1988).

*Tetranychus urticae* (ACARI: Tetranychidae) conocido como arañita roja o ácaro de dos manchas, es la plaga más seria en el cultivo de rosa en Costa Rica, principalmente bajo condiciones de invernadero.

Este ácaro se localiza en el envés de las hojas donde, después de introducir sus partes bucales en las células epidérmicas, succiona su contenido, produce una coloración bronceado-rojiza y la caída de follaje. Por la haza se manifiesta un moteado amarillento o manchas de color plateado por la pérdida de clorofila (Foto 1 y 2) (Ochoa *et al.* 1990, 1991, Arrieta 1988).

Su incremento como plaga en el cultivo de rosa se debe: a las condiciones ambientales de los invernaderos que favorecen su reproducción; a la dificultad de obtener una buena cobertura de aplicación; a la densidad del follaje (Foto 3) y a la evolución de resistencia en los ácaros por las frecuentes aplicaciones y la falta de rotación de los productos químicos.

El propósito de la investigación fue evaluar la eficacia de acaricidas de efecto ovicida mezclados como adulticidas, en el combate de *T. urticae*, su fitotoxicidad y residualidad.

## MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en la empresa American Flower S.A., localizada en Llano Grande, a una altitud de 2100 msnm, provincia de Cartago, Costa Rica, entre mayo y julio de 1991. La plantación consistió de rosa (*Rosa* sp.) de la variedad Tinneke, bajo invernaderos de techo plástico, con una temperatura promedio de 20°C y humedad relativa aproximada al 70%.

Se utilizó un arreglo de parcelas divididas en el tiempo, en un diseño de bloques completos al azar, que constaba de siete tratamientos y cuatro repeticiones. Cada bloque midió 32 m de largo por 0.97 m de ancho. La unidad experimental consistió de 2.20 m de largo por 3.43 m de ancho con un área total de 7.55 m<sup>2</sup>, siendo la parcela útil de 1.8 m de largo por 0.97 m de ancho (1.75 m<sup>2</sup>).

Recibido: 07/01/93. Aprobado: 21/06/93

\*CIPROC, Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

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



Foto 1. Moteado amarillento del follaje provocado por *Tetranychus urticae* Koch.

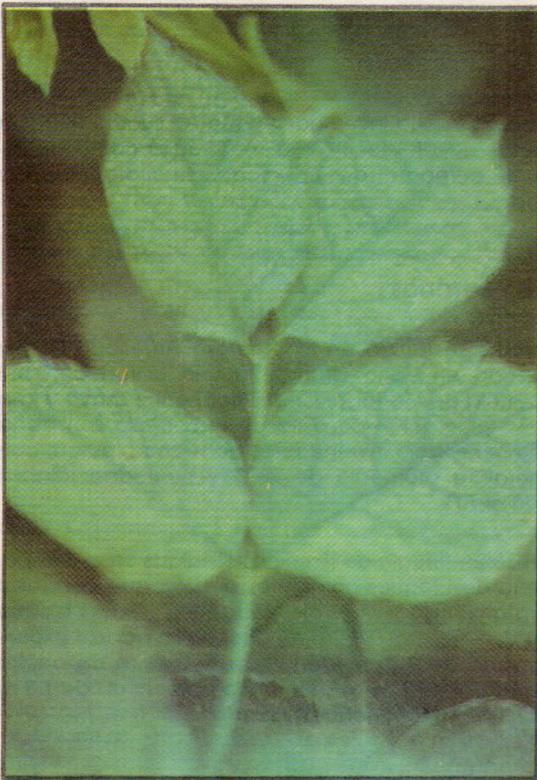


Foto 2. Manchas plateadas por la pérdida de clorofila, provocadas por el ataque de *Tetranychus urticae* Koch.



Foto 3. Plantación de *Rosa* sp. bajo invernadero de techo plástico.

**CUADRO 1. Característica de los productos utilizados para el combate de *Tetranychus urticae* en *Rosa* sp. en Llano Grande de Cartago, 1991.**

NOMBRE		FORMULACION	FABRICANTE	DOSIS i.a/ha	MODO DE ACCION	DL50 ORAL AGUDA
GENERICO	COMERCIAL					
clofentezina	Acaristop Apollo	SC	Schering	200 g	Ovicida, larvicida de contacto	> 3200 mg/kg
amitraz	Mitac Ovacin	EC	Schering	500 g	Adulticida de contacto	800 mg/kg
tetradifón	Tedion	EC	FMC	360 g	Ovicida, larvicida de contacto	>14700 mg/kg
thuringiensin	Dibeta	LC	Abbott	150 g	Adulticida translaminar	18700 mg/kg
profenofos	Curacron	EC	Ciba Geigy	800 g	Adulticida	358 mg/kg

SC: Suspensión concentrada  
EC: Emulsión concentrada  
LC: Líquido concentrado

Se evaluaron seis mezclas de acaricidas: tetradifón + thuringiensin (360 g + 150 g/ha), tetradifón + profenofos (360 g + 800 g/ha), tetradifón + amitraz (360 g + 500 g/ha), clofentezina + thuringiensin (200 g + 150 g/ha), clofentezina + profenofos (200 g + 800 g/ha), clofentezina + amitraz (200 g + 500 g/ha) (Cuadro 1). Por ser una empresa productora de flores para la exportación, no se contó con un testigo absoluto, por lo cual se tomó como testigo relativo un tratamiento con tetradifón (360 g/ha) como único acaricida.

Los productos se aplicaron con una bomba de espalda Carpi<sup>R</sup> de 16 litros, con una lanza de doble salida y boquillas D 1.5 con nebulizador de cuatro orificios. Se utilizó un volumen de 2000 l/ha.

Se realizaron dos recuentos preliminares, para determinar el nivel poblacional del ácaro en cada unidad experimental. Se hicieron dos aplicaciones de acaricidas con intervalo de ocho días.

Se evaluaron las variables número de formas móviles (adultos, ninfas y larvas) y de huevos en 10 folíolos.

Se realizaron muestreos semanales durante 12 semanas. Las muestras se tomaron de la parte intermedia-baja de la planta (55 cm a 130 cm de altura), recolectándose 10 folíolos por parcela en bolsas plásticas debidamente identificadas. En el Laboratorio de Acarología de la Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica, se hicieron los conteos por medio de una máquina cepilladora diseñada por Henderson y Mc Burnie (1943) con un microscopio.

Se realizó análisis de varianza y prueba de separación de medias de Tukey al 5%. Las variables evaluadas se

transformaron mediante la fórmula  $(x + 0.5)$ . Mediante la fórmula de Abbott (1925) se hizo el cálculo de porcentaje de eficiencia (%E) para cada uno de los tratamientos evaluados:

$$\%E = \frac{\text{población en testigo} - \text{población en tratamiento}}{\text{población en testigo}} \times 100$$

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los tratamientos que más regularon la población de huevos fueron las mezclas de thuringiensin con los dos ovicidas evaluados (clofentezina y tetradifón) (Cuadro 2 y Fig.1). Estas mezclas tuvieron un efecto residual prolongado, por lo que se podría inferir, aunque no se evaluó, una potencialización en las mezclas debido a la combinación de los efectos ovicidas (clofentezina, tetradifón) - adulticida (thuringiensin). (Fig.2).

El control de huevos fue menor cuando se usó clofentezina mezclado con profenofos o con amitraz, y el tetradifón mezclado con profenofos o amitraz (Cuadro 2). Estas mezclas causaron un efecto residual sobre los huevos a lo largo de 12 muestreos (Fig. 2). A partir del cuarto muestreo las poblaciones disminuyen notablemente en los tratamientos tetradifón + thuringiensin y clofentezina + thuringiensin, manteniéndose en un nivel bajo hasta la décima primera semana, lo cual se considera un efecto residual excelente para las dos mezclas. En los restantes tratamientos se mantuvieron los niveles de población más altos que los dos mencionados. En el testigo se observaron las mayores poblaciones con un efecto residual bajo.

CUADRO 2. Prueba de Tukey al 5% para los tratamientos en la población de huevos de *T. urticae* en *Rosa* sp. en Llano Grande de Cartago, 1991.

TRATAMIENTOS	PROM. HUEVOS/40 FOLIOLOS	EFICIENCIA (%)
tetradifón	751.25a	0.0
tetradifón + amitraz	650.76ab	7.0
tetradifón + profenofos	577.10b	12.0
clofentezina + amitraz	384.86b	28.0
clofentezina + profenofos	294.33b	37.0
clofentezina + thuringiensin	60.73c	71.5
tetradifón + thuringiensin	38.89c	77.0

C.V. = 36.30

Tratamientos con la misma letra no son estadísticamente diferentes.

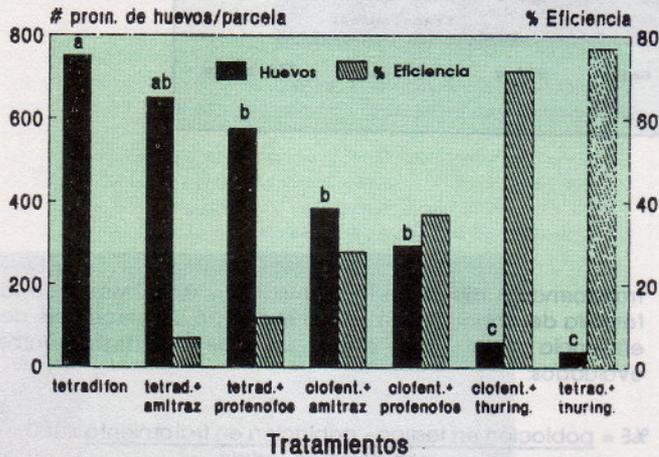


Fig. 1. Porcentaje de eficiencia y efecto de varias mezclas de acaricidas sobre la población de huevos de *Tetranychus urticae* Koch (ACARI: Tetranychidae) en rosa (*Rosa* sp.); Cartago, Costa Rica.

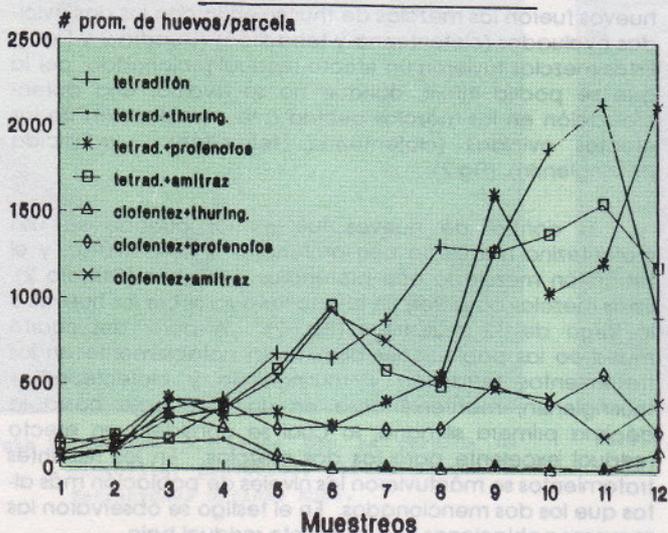


Fig. 2. Efecto residual de varias mezclas de acaricidas sobre la dinámica poblacional de huevos de *Tetranychus urticae* Koch (ACARI: Tetranychidae) en rosa (*Rosa* sp.); Cartago, Costa Rica.

Las mezclas fueron más eficaces que el tratamiento testigo, el cual presentó las mayores poblaciones de huevos durante las 12 semanas de evaluación. Las mezclas fueron más eficaces por su efecto inmediato sobre los huevos y por el prolongado efecto residual (Cuadro 2, Figs. 1 y 2).

Para el combate de huevos, las mezclas de tetradifón + thuringiensin y clofentezina + thuringiensin tuvieron porcentajes de eficacia del 77% y 71.5%, respectivamente, no difirieron estadísticamente entre sí, y se consideraron significativos dado el bajo nivel poblacional encontrado al final del ensayo (Cuadro 2). El producto testigo perdió su residualidad con rapidez, presentando una presión de población de huevos fuera del alcance del tetradifón y difirió estadísticamente de los demás tratamientos, con excepción de la mezcla de tetradifón con amitraz (Cuadros 2 y 4, Fig. 1).

Las mezclas controlaron eficazmente las formas móviles de la plaga, presentándose como los mejores, los tratamientos de tetradifón + thuringiensin, clofentezina + thuringiensin, clofentezina + profenofos y clofentezina + amitraz, los cuales no difirieron estadísticamente entre sí (Cuadro 3). El tetradifón + profenofos y el tetradifón + amitraz brindaron un control intermedio. Tetradifón + amitraz no difirió estadísticamente del testigo, el cual tuvo los mayores incrementos de población a lo largo del estudio (Cuadro 3 y Fig. 3).

Las mezclas redujeron las formas móviles de la plaga a partir de la tercera semana (Fig. 4). El incremento de la población se presentó en algunos de los tratamientos desde la quinta semana. Las mezclas de clofentezina + thuringiensin y tetradifón + thuringiensin mantuvieron niveles bajos hasta la décimo primera semana, cuando las poblaciones mostraron una ligera tendencia al incremento. Las mezclas de clofentezina + amitraz y en las que se incluyó el thuringiensin, manifestaron un comportamiento similar al mencionado. El poder residual de las mezclas de productos es alto si se compara con el efecto de los productos por sí solos obtenidos por Montiel (1991).

La mayor eficacia para el combate de formas móviles, la tuvo el tetradifón + thuringiensin con un 80% (Cuadro 3), seguido por la clofentezina + thuringiensin con un 78% y

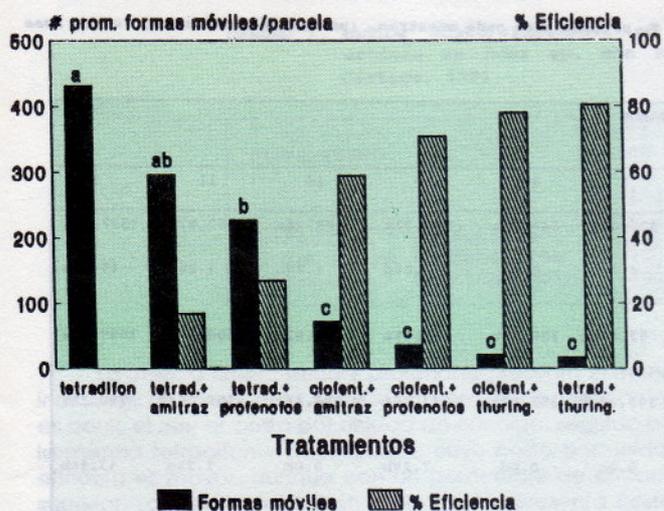


Fig. 3. Porcentaje de eficiencia y efecto de varias mezclas de acaricidas sobre la población de formas móviles de *Tetranychus urticae* Koch (ACARI: Tetranychidae) en rosa (*Rosa* sp.); Cartago, Costa Rica.

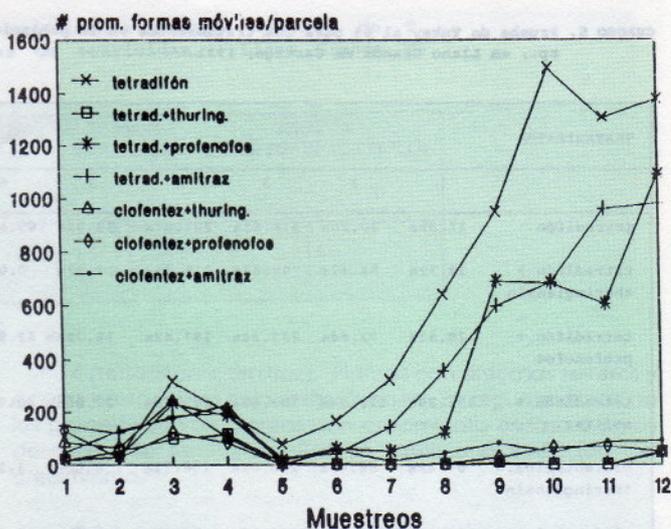


Fig. 4. Efecto residual de varias mezclas de acaricidas sobre la dinámica poblacional de formas móviles de *Tetranychus urticae* Koch (ACARI: Tetranychidae) en rosa (*Rosa* sp.); Cartago, Costa Rica.

CUADRO 3. Prueba de Tukey al 5% para los tratamientos en la población de *T. urticae* en Rosa sp. en Llano Grande de Cartago, 1991.

TRATAMIENTOS	ACAROS	% EFICIENCIA (%)
tetradifón	431.35a	0.0
tetradifón + amitraz	296.01ab	17.0
tetradifón + profenofos	227.19b	27.0
clofentezina + amitraz	71.74c	59.0
clofentezina + profenofos	35.88c	71.0
clofentezina + thuringiensi	20.95c	78.0
tetradifón + thuringiensi	16.42c	80.5
C.V. = 38.94		

Tratamientos con la misma letra no son estadísticamente diferentes.

CUADRO 4. Prueba de Tukey al 5% para los tratamientos en la población de huevos de *T. urticae* para cada muestreo (promedio/40 foliolos), sobre *Rosa* sp., en Llano Grande de Cartago, 1991.

TRATAMIENTOS	MUESTREOS											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
tetradifón	36.48a	106.09a	349.69a	416.16a	686.96a	660.49ab	883.28a	1313.34a	1285.94ab	1878.35a	2144.62a	907.82abc
tetradifón + thuringiensi	50.84a	104.04a	152.52a	171.35a	49.84a	9.89c	1.25b	14.90c	7.29c	24.30de	1.25c	67.24d
tetradifón + profenofos	79.21a	106.09a	420.25a	306.25a	325.08a	254.40bc	404.81a	559.79ab	1612.02a	1043.29abc	1214.52ab	2123.37a
tetradifón + amitraz	130.42a	190.44a	168.74a	360.62a	594.87a	963.48a	589.03a	498.18ab	1276.63ab	1385.33ab	1560.25ab	1190.25ab
clofentezina + thuringiensi	170.82a	136.89a	313.64a	238.39a	77.62a	3.72c	17.39b	5.02c	24.30c	0.0e	9.98c	107.33d
clofentezina + profenofos	81.36a	174.24a	413.31a	393.23a	233.17a	252.17bc	235.62ab	244.30bc	510.31b	393.23cd	574.56abc	225.00cd
clofentezina + amitraz	43.42a	96.04a	286.96a	347.82a	546.16a	936.36ab	762.86a	527.62ab	483.56b	433.06bcd	193.21bc	404.81bcd
C.V.	60.22	61.81	36.52	33.38	50.19	36.01	36.92	37.34	25.54	31.61	50.05	32.80

Tratamientos con la misma letra no son estadísticamente diferentes

CUADRO 5. Prueba de Tukey al 5% para los tratamientos en la población de *T. urticae* para cada muestreo, (promedio/40 folíolos), sobre *Rosa* sp., en Llano Grande de Cartago, 1991.

TRATAMIENTOS	MUESTREOS											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
tetradifón	17.39a	30.25a	318.62a	201.07a	78.32a	163.84a	325.08a	640.09a	948.02a	1489.96a	1303.93a	1377.15a
tetradifón + thuringiensin	18.32a	52.42a	98.41a	115.35a	11.22a	0.0d	1.25c	0.0d	7.29d	1.25b	1.25c	49.42b
tetradifón + profenofos	20.61a	33.64a	231.34a	187.42a	18.32ab	62.99ab	52.41bc	120.34b	691.69a	682.82a	604.18b	1089.66a
tetradifón + amitraz	151.29a	120.34a	183.60a	195.72a	27.98ab	40.03abcd	143.76ab	357.59a	597.80a	686.44a	959.76ab	980.32a
clofentezina + thuringiensin	87.42a	66.42a	243.05a	106.71a	0.0b	1.25cd	0.0c	0.0d	7.29b	0.0b	1.25c	43.16b
clofentezina + profenofos	131.79a	28.09a	124.54a	84.82a	0.0b	5.02bcd	1.25c	5.02cd	29.16b	67.24b	72.42c	49.56b
clofentezina + amitraz	48.02a	129.96a	174.50a	227.10a	2.50b	56.70abc	14.59bc	45.97bc	84.64b	47.47b	90.25c	95.26b
C.V.	57.16	68.03	39.15	28.7	70.43	36.01	59.35	30.27	36.56	43.90	27.75	24.95

Tratamientos con la misma letra no son estadísticamente diferentes

CUADRO 6. Análisis de dominancia experimento combate químico de *T. urticae* en *Rosa* sp. con mezcla de acaricidas. Llano Grande de Cartago, 1991.

TRATAMIENTOS	DE EFECTIVIDAD SOBRE FORMAS MÓVILES (%)	COSTOS VARIABLES
tetradifón + thuringiensin	80.5	27 904.0*
clofentezina + thuringiensin	78.0	30 592.0
clofentezina + profenofos	71.0	15 377.6*
clofentezina + amitraz	59.0	17 446.0
tetradifón + profenofos	27.0	12 689.6*
tetradifón + amitraz	17.0	14 758.0
tetradifón	0.0	7 608.0*

\* Tratamientos dominantes

clofentezina + profenofos, con un 71% (Fig. 3). Con excepción del tratamiento clofentezina + amitraz que tuvo un 59% (Fig. 3), los otros fueron ineficaces, lo cual se reflejó en un mayor crecimiento en las poblaciones de ácaros al final del experimento (Cuadro 5).

El mejor efecto residual en el combate de huevos a lo largo de 12 semanas lo tuvieron las mezclas de thuringiensin y los ovicidas clofentezina y tetradifón, con diferencias altamente significativas con respecto al testigo. Sin embargo, no difieren de los tratamientos profenofos + clofentezina y amitraz + clofentezina, en algunas de las semanas evaluadas (Cuadro 4). Los tratamientos mencionados se comportaron mejor que el testigo, a pesar de ser éste de efecto ovicida, aunque en algunas de las semanas evaluadas no hubo diferencia entre el testigo y las mezclas de ovicidas con amitraz y profenofos (Cuadro 4).

La residualidad de los productos para formas móviles fue mayor que para los huevos. Los tratamientos de thuringiensin + tetradifón y con clofentezina, fueron similares a los de profenofos + clofentezina y amitraz + clofentezina para formas móviles (Cuadro 3). El tratamiento testigo, al igual que los tratamientos de tetradifón con profenofos o con amitraz no presentaron un buen efecto sobre la población de formas móviles. El profenofos + amitraz perdió su efecto a partir de la octava semana, mientras que el profenofos con tetradifón lo hizo en la novena (Cuadro 5).

En el Cuadro 6 los tratamientos se ordenan de mayor a menor eficacia con su respectivo costo variable para un análisis de dominancia. Se eliminan los tratamientos clofentezina + thuringiensin, clofentezina + amitraz y tetradifón + amitraz, ya que para cada uno de ellos existe una alternativa con mayor eficacia y menor costo variable.

**CUADRO 7. Índice costo/eficiencia en el experimento combate químico de *T. urticae* en *Rosa* sp. con mezclas de acaricidas. Llano Grande de Cartago, 1991.**

TRATAMIENTOS	EFFECTIVIDAD DE FORMAS MÓVILES (%)	COSTOS VARIABLES	INDICE COSTO/EFICIENCIA
tetradifón + profenofos	27.0	12 689.6	470
clofentezina + profenofos	71.0	15 377.6	216
tetradifón + thuringiensin	80.5	27 904.0	346

La mezcla clofentezina + profenofos presenta el menor índice de costo eficacia entre los tratamientos dominantes, es decir, el menor costo por unidad de eficacia, seguido por la mezcla tetradifón + thuringiensin, cuyo costo por unidad de eficacia es mayor, aunque con un porcentaje de eficacia superior. La mezcla tetradifón + profenofos presenta costos variables bajos, pero porcentaje de eficacia insatisfactorio (Cuadro 7).

La mezcla clofentezina + thuringiensin ofrece buena efectividad, sin embargo sus costos variables son altos, comparados con la mezcla clofentezina + profenofos que tiene un costo menor y un porcentaje de eficacia similar. En trabajos futuros, se debe determinar, la efectividad mínima requerida para obtener la calidad y rendimientos mínimos, para así calcular una relación beneficio/costo, máxime en una actividad como la floricultura, donde la calidad determina el valor del producto.

Con base en estos resultados y tomando en cuenta los que obtuvo Montiel (1991), se puede recomendar la utilización de mezclas de acaricidas adulticidas con ovidas ya que, aparte de su efecto inmediato sobre las poblaciones de huevos y formas móviles, tienen una residualidad mayor; principalmente cuando las poblaciones de arañitas son altas y con resistencia a diversos productos acaricidas. De acuerdo con estas evaluaciones, se comprobó que ninguno de los tratamientos presentó fitotoxicidad.

#### Apariencia de los tratamientos al final del experimento.

Como parte complementaria se evaluó, de manera cualitativa, el estado de las parcelas al final del experimento, con el objeto apreciar el aspecto visual del daño que produjo la población de ácaros.

#### Tratamientos:

1 (tetradifón). Plantas con apariencia general amarillenta y escaso desarrollo; hojas pequeñas y ramas con pocos brotes. Poblaciones del ácaro altas, con tela profusa, se aprecian ácaros hasta en hojas recién brotadas.

2 (tetradifón + thuringiensin). Plantas verdes con un crecimiento excelente, una población mínima de ácaros, concentrada en algunas hojas inferiores y viejas; la parte superior de la planta completamente libre de la plaga y gran cantidad de brotes.

3 (tetradifón + profenofos). Toda la planta se aprecia clorótica, considerable población de ácaros hasta en las hojas más jóvenes.

4 (tetradifón + amitraz). Plantas con síntomas severos y ácaros hasta en las hojas más jóvenes. En algunas áreas de las parcelas se ven plantas con crecimiento escaso y poco desarrollo de las hojas. Parece existir una inhibición del crecimiento.

5 (clofentezina + thuringiensin). Las plantas se observan verdes y con un buen desarrollo, con pocos ácaros y muchos brotes.

6 (clofentezina + profenofos). La mayoría de las plantas con buen desarrollo y pocos ácaros. Algunas manifiestan síntomas y se observan poblaciones significativas.

7 (clofentezina + amitraz). Plantas con apariencia general buena y pocos ácaros. Sin embargo, en algunas plantas se manifiestan síntomas del ataque. □

#### AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Samuel Cabezas Green y Sr. Claudio Fernández Quirós, empresa **American Flower S.A.**; al Ing. Carlos Hidalgo, **Abonos Continental S.A.**; a la Sra. Cecilia Jinesta, **Escuela de Fitotecnia, Universidad de Costa Rica**; al Ing. Próspero Mena Vilchez, **Agro Tico S.A.**; por su apoyo en la realización de este trabajo. Al Dr. Tomás Zoebisch, **CATIE**, por la revisión del manuscrito. Al **Proyecto Manejo Integrado de Plagas, CATIE**; a la **Escuela de Fitotecnia, Universidad de Costa Rica**; y a la **American Flower S.A.** por el apoyo económico.

#### REFERENCIAS

- ABBOTT, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18:265-267.
- ARRIETA, J.M. 1988. La araña roja: El mayor enemigo de las rosas. *Floricultura al Día (Costa Rica)* Año 3(8):6-7.
- HENDERSON, C.F.; Mc BURNIE, H.V. 1943. Sampling techniques for determining populations of the citrus red mite and its predators. U.S. Dep. Agric. Circ. 671.
- JIMENEZ, G.E.; OCHOA, R.; CALVO, G. 1991. Combate químico de *Tetranychus urticae* Koch (ACARI: Tetranychidae) en *Salvia splendens* Sellow en Cartago, Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 19:5-11.
- LA FLORICULTURA aumenta a pesar del alto costo. 1988. *Floricultura al Día (Costa Rica)* Año 3(8):3.
- MONTIEL E., V. 1991. Combate químico de *Tetranychus urticae* Koch (ACARI: Tetranychidae) en rosa (*Rosa* sp.) en Llano Grande de Cartago. Tesis Ing. Agr., Turrialba, C.R., Universidad de Costa Rica, Sede Regional del Atlántico. 82 p.
- OCHOA, R.; AGUILAR, H.; MERINO, F.L. 1990. Combate químico de la araña roja (*Tetranychus* spp.) en rosa (*Rosa* sp.). *Agronomía Costarricense* 14(1):103-108.
- AGUILAR, H.; VARGAS, C. 1991. Acaros fitófagos de América Central: guía ilustrada. CATIE. Serie Técnica, Manual Técnico No 6. 251 p.

# PARASITOIDES DEL GUSANO COGOLLERO, *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EN MAIZ, EN TURRIALBA COSTA RICA\*

Ricardo A. Marenco\*\*  
Joseph L. Saunders\*\*\*

## ABSTRACT

Parasitoids of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) were identified and quantified in the humid tropics of Costa Rica. Parasitoids killed 65% of the larvae collected during the study. Parasitization levels for the primary parasites were *Chelonus insularis* Cresson 45%, *Eiphosoma vitticole* Cresson 13% and *Pristomerus spinator* (F.) 5%. Species with rates less than 1% were: *Cotesia marginiventris* (Cresson), *Ophion* sp., *Archytas marmoratus* (Townsend), *Chelonus cautus* (Cresson), *Homolobus truncator* (Say). The relationship between host and parasitoids was density dependent when the larvae population of *S. frugiperda* was less or equal to 4000/ha. High levels of parasitism were observed at 18 days after seedling emergence (85%), or at densities of 11000 larvae/ha (76%).

## INTRODUCCION

El gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), es una plaga importante del maíz y de otros cultivos en las regiones cálidas del continente americano (Peairs y Saunders 1979, Sparks 1979). En los EE.UU *S. frugiperda* puede ocasionar pérdidas anuales superiores a los \$300 millones de dólares (Gross y Pair 1986). En la región del pacífico de Nicaragua, las plantaciones de maíz pueden ser destruidas en las primeras semanas de emergidas si no se protegen con aplicaciones frecuentes de insecticidas.

Se han estudiado diversas tácticas para combatir con eficiencia esta plaga, la cual ha desarrollado resistencia a varios insecticidas comúnmente utilizados para su control (Pitre 1986). Tácticas como el control biológico mediante parasitoides. Ashley (1979) registró 53 especies de parasitoides, entre los cuales *Chelonus insularis* Cresson sobresale en Norte y Centroamérica (Ashley 1986). En Brasil, *Chelonus* sp. y *Archytas* spp. fueron los parasitoides mas frecuentes (Patel y Habib 1984, Valicente 1989). Rigglin *et al* (1992) observaron que *Cotesia marginiventris* (Cresson) es un parasitoide abundante de esta plaga. El objetivo de este estudio fue identificar los insectos parasitoides de *S. frugiperda* y cuantificar su impacto en la reducción de las poblaciones de esta plaga en una localidad del trópico húmedo de Costa Rica.

## RESUMEN

Se identificó y cuantificó la importancia de parasitoides del gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), en un sitio del trópico húmedo de Costa Rica. El parasitismo total eliminó el 65% de las larvas colectadas. Por especies o niveles de parasitismo fueron: *Chelonus insularis* Cresson (45%), *Eiphosoma vitticole* Cresson (13%) y *Pristomerus spinator* (F.) 5%. Se observaron tasas inferiores al 1% en: *Cotesia marginiventris* (Cresson), *Ophion* sp., *Archytas marmoratus* (Townsend), *Chelonus cautus* (Cresson) y *Homolobus truncator* (Say). La relación entre la plaga y sus parasitoides fue denso-dependiente, a valores menores o iguales a 4000 larvas/ha. Se observaron altos niveles de parasitismo (85%) a los 18 días después de emergencia de las plantas, o en densidades de 11 000 larvas/ha (76%).

## MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en la estación experimental "La Montaña" del CATIE, en Turrialba, Costa Rica, en la zona de vida clasificada como un bosque tropical muy húmedo premontano (Holdridge 1978). El sitio se localiza a 602 msnm, 9°53' N y 83°38' O. La radiación solar media anual fue de 138 kcal/cm<sup>2</sup>, la temperatura promedio anual de 22.3°C y la precipitación anual media de 2636 mm.

Para determinar la incidencia de larvas de gusano cogollero y de sus parasitoides se realizaron nueve ciclos de siembra, en parcelas adyacentes, con intervalos de tres semanas, aproximadamente. En cada ciclo, se sembró una parcela de 3200 m<sup>2</sup> maíz cv. Tuxpeño con 70 000 plantas/ha y una distancia entre surcos de 1 m. La primera parcela se sembró el 25 de octubre de 1984 y la última el 18 de abril de 1985. Nunca se aplicaron insecticidas y las malezas se controlaron manualmente. En las siembras de la estación seca (entre febrero y abril), se aplicó una lámina de agua de 30 mm por semana.

En cada parcela, se muestreó la población de larvas semanalmente. El primer muestreo se realizó a las 4 dde y el último a los 53 dde (días desde de la emergencia) de las plantas. Se arrancaron las plantas de 40 m de surco, escogiendo aleatoriamente cuatro submuestras de 10 m, las cuales fueron inspeccionadas. Se separó una muestra de 40 larvas, cuando fué posible, para su cría en el laboratorio, donde se mantuvieron individualmente en vasos plásticos

Recibido: 23/03/93. Aprobado: 08/08/93

\*Parte de la tesis de Maestría del primer autor. Dpto. de Producción Vegetal. CATIE-UCR.

\*\*Cx. Postal 242, 36570-000, Vicoso, MG. Brasil.

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

(30 ml) con tapa de cartón con una dieta artificial (Leppa *et al.* 1979). Los parasitoides emergidos se preservaron en alcohol al 70%. La identificación de los parasitoides se realizó en el Systematic Entomology Laboratory, USDA, EE.UU.

Para clasificar el estadio de desarrollo de cada larva, al ser recolectada y al morir, se utilizó la escala de Ashley *et al.* (1982), basada en el diámetro de la cápsula cefálica: 1º (0.3-0.4 mm), 2º (0.5-0.6), 3º (0.7-0.9), 4º (1.0-1.6), 5º (1.7-2.2) y 6º (2.3-3.0). Las larvas del 5º y 6º estadio se incluyeron en el 4º, debido a la escasez de estas últimas.

En el laboratorio los valores promedio fueron de 24°C, 57% HR y el fotoperíodo de 12 horas. En el campo, los datos de precipitación se tomaron en las parcelas y los de temperatura, humedad relativa, radiación y brillo solar, de la estación meteorológica a 2 km del campo experimental.

Se realizó un análisis de varianza comparando las medias mediante una DMS (Diferencia Mínima Significativa) con  $P = 0.05$ . Se correlacionó la incidencia de larvas con las variables climáticas y con el parasitismo total.

## RESULTADOS Y DISCUSION

La incidencia de larvas de gusano cogollero fue influenciada por la época de siembra y por la edad de las plantas de maíz ( $P \leq 0.01$ ) (Cuadro 1). La densidad de larvas fue máxima (39 300/ha) en el primer ciclo de siembra, a los 11 dde y mínima (<100/ha) en el último, a los 53 dde. En promedio, la densidad fue mayor ( $\approx 17\ 000$ /ha) en plantas de 11 a 18 dde y menor (1500/ha) en aquellas con 53 dde (Fig. 1). Las larvas de 1º y 2º estadios fueron más abundantes en plantas con 11 a 18 dde y las del 3º y 4º en plantas con 25 a 39 dde. En plantas con más de 39 dde, la densidad del 3º a 6º estadios fue inferior de 5000/ha. A los 53 dde, en apenas el 20% de los muestreos se detectaron larvas. El nivel de infestación crítica en maíz oscila entre 12 y 15% de plantas atacadas (Andrews 1980, Pitre 1986), superior a las poblaciones de larvas observadas después de los 32 dde ( $\approx 10\ 000$  larvas/ha).

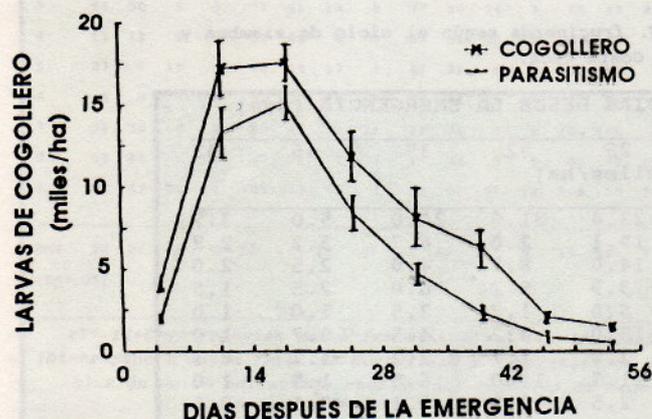


Fig. 1. Incidencia de larvas de *S. frugiperda* y parasitismo total, en función de la edad de plantas de maíz. Las barras verticales indican el error estándar. Turrialba, Costa Rica.

No hubo correlación ( $P > 0.05$ ) entre la presencia de larvas y las variables climáticas registradas. Así, las reducciones observadas en las poblaciones de larvas, a partir de los 18 dde (Fig. 1 y 2), se atribuyeron al efecto de los parasitoides y depredadores, canibalismo y a la preferencia de las hembras para ovipositar en las plantas de maíz jóvenes, en las parcelas adyacentes. Esta preferencia fue documentada por (Ashley *et al.* 1982 y Mitchell *et al.* 1984).

De 1518 larvas y 90 masas de huevos recolectadas, el 25% alcanzó el estado adulto, el 10% murió por causas no identificadas y el 65% fue atacado por ocho especies de parasitoides. Los niveles de parasitismo promedio en las tres especies predominantes (Hymenoptera) fueron: *Checonus insularis* (Braconidae) 45%, *Elphisoma vitticole* (Ichneumonidae) 13% y *Pristomerus spinator* (Ichneumonidae) 5% (Cuadro 2). Los niveles de las otras especies fueron: *Cotesia marginiventris* (Braconidae) 0.7%, *Ophion* sp (Ichneumonidae) 0.2%, *Archytas marmoratus* (Diptera: Tachinidae) 0.2%, *Chelonus cautus* (Braconidae) 0.1% y *Homolobus truncator* (= *Zele mellea* Say) (Braconidae) 0.07%. El nemátodo, *Hexameris* sp. que apareció únicamente en la estación lluviosa, parasitó el 0.8% de las larvas capturadas. Los niveles de parasitismo total observados en este estudio, fueron similares a las obtenidas por Mitchell *et al.* (1984).

*C. insularis*, causó su parasitismo máximo (100%), en el 7º ciclo en larvas recolectadas a los 25 dde, *E. vitticole* eliminó un máximo de 40% de las larvas recolectadas, en el 3º ciclo, a los 53 dde. *P. spinator* ocasionó su parasitismo máximo (33%), en el 6º ciclo, a los 46 dde (Cuadro 3).

En promedio, el parasitismo total máximo (85%) se observó en las larvas capturadas de plantas con 18 dde y el mínimo (38%) en aquellas obtenidas a los 53 dde (Fig. 3). Las larvas del 1º y 2º estadio fueron las más atacadas (85%). Esto se debió a la preferencia de *S. frugiperda* para ovipositar en plantas jóvenes y a que *C. insularis* ataca al hospedante en la fase de huevo (Luginbill 1928).

*E. vitticole* prefiere ovipositar en larvas del 1º y 2º estadio (Ashley *et al.* 1982), lo mismo parece ocurrir con *P. spinator*. En general, las larvas atacadas por *C. insularis* y *P. spinator* murieron en el 4º estadio, mientras que las parasitadas por *E. vitticole* lo hicieron en el 5º. Los altos niveles de parasitismo de *E. vitticole* coincidieron con los bajos niveles de *P. spinator* (Fig. 3), lo cual podría indicar competencia entre ellos.

La proporción de larvas parasitadas aumentó durante el estudio, siendo de 62% en el primer ciclo de siembra y de 94% en el último (Cuadro 2). El parasitismo por *C. insularis* se mantuvo casi constante durante el estudio, con excepción del 6º ciclo, que coincidió con parte de la estación seca. *E. vitticole* y *P. spinator* fueron los más importantes en el último ciclo de siembra (Cuadro 2), lo cual podría deberse al aumento progresivo de su población.

La proporción de larvas parasitadas estuvo correlacionada con la densidad de larvas. El mayor coeficiente de correlación ( $r = 0.7^{**}$ ) se observó cuando la densidad de larvas fue inferior de 3000/ha. Los valores no significativos ( $r > 0.05$ ) se observaron cuando la densidad fue superior a las 4000 larvas/ha (Cuadro 4), lo que revela que hubo una

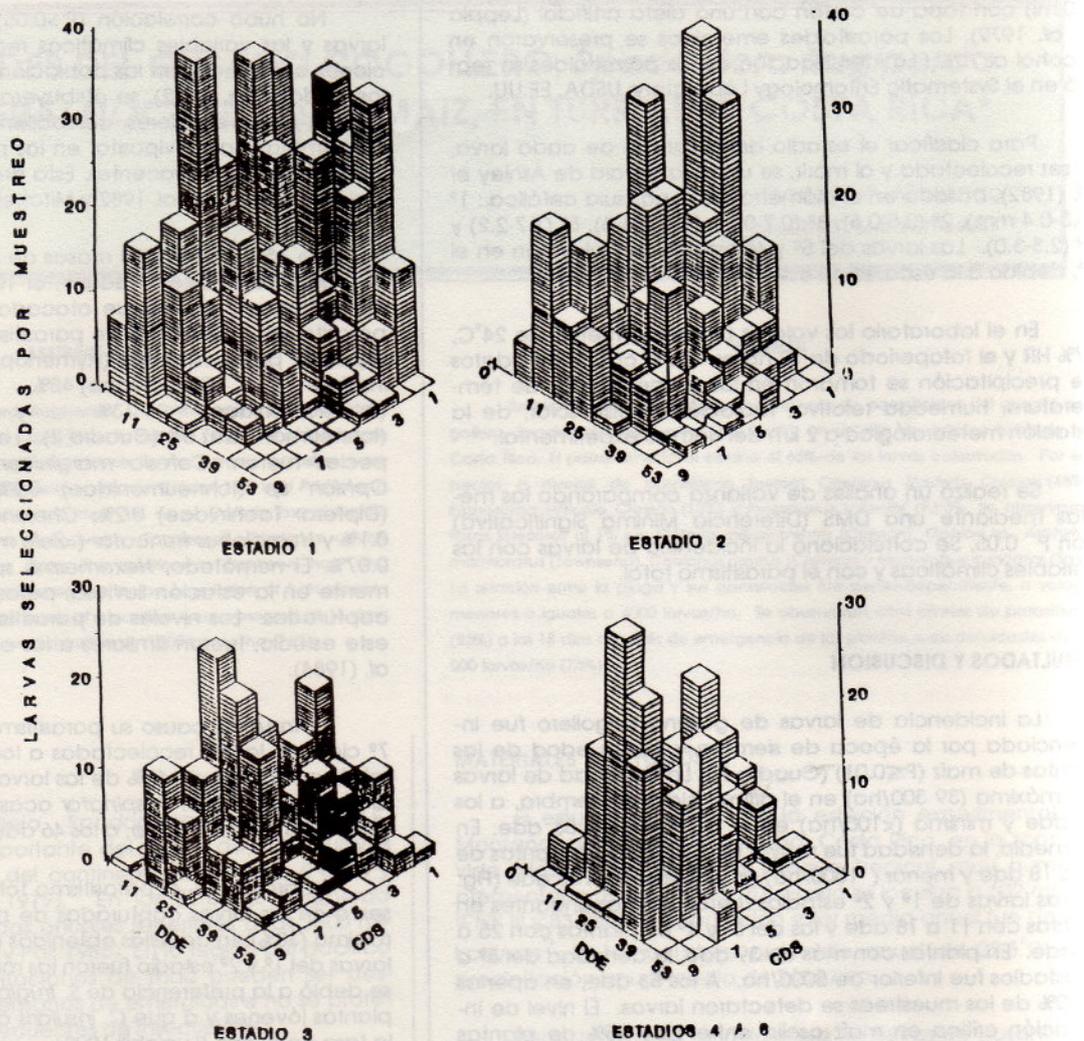


Fig. 2. Incidencia de larvas de *S. frugiperda* en maíz, por estadios y ciclos de siembra (CDS), hasta 53 días después de la emergencia (dde) de las plantas. Octubre de 1984 a junio de 1985. Turrialba, Costa Rica.

CUADRO 1. Densidad de larvas (miles/ha) de *S. frugiperda* según el ciclo de siembra y la edad de las plantas. Turrialba, Costa Rica.

Ciclo de siembra (FP)	DÍAS DESDE LA EMERGENCIA (dde)							
	4	11	18	25	32	39	46	53
1 (25/10/84)	5.2	39.3	25.7	23.4	31.6	24.0	5.0	3.7
2 (15/11/84)	10.0	30.8	24.3	19.1	2.0	6.7	3.2	2.2
3 (12/12/84)	4.0	10.8	16.2	14.0	8.7	4.0	2.5	2.0
4 (12/01/85)	3.5	20.1	24.9	3.9	8.2	6.0	2.5	1.5
5 (24/01/85)	1.8	16.0	12.2	5.0	1.7	2.5	1.0	1.0
6 (14/02/85)	0.7	14.5	14.2	15.0	8.2	4.5	0.7	1.0
7 (07/03/85)	5.6	9.5	9.2	2.0	1.2	2.2	1.7	0.1
8 (28/03/85)	2.2	5.0	18.0	21.7	11.0	6.5	1.5	1.0
9 (18/04/85)	3.2	8.5	13.2	2.5	0.5	0.1	<0.1	<0.1
DMS (P 0.05)	3.0	12.2	6.6	9.4	10.5	7.6	1.6	1.2

FP= Fecha de siembra.

**CUADRO 2.** Promedios de larvas de *S. frugiperda* y de parasitismo total (PT) y por especies más frecuentes, por ciclos de siembra. Turrialba, Costa Rica.

CDS	Larvas (miles/ha)	PT (%)	PARASITOIDES MAS FRECUENTES (%)		
			C	E	P
1	19.7	61.5	45.8	13.2	1.8
2	12.3	71.5	49.4	16.8	2.9
3	7.8	72.6	46.8	20.6	3.7
4	8.8	69.5	49.9	12.8	4.9
5	5.2	59.6	42.6	9.7	1.9
6	7.4	56.6	36.4	9.6	10.0
7	3.9	75.8	61.4	2.7	9.0
8	8.4	79.5	52.3	13.4	8.5
9	3.5	94.2	51.3	31.4	11.8
media	8.6	65.4	45.2	12.9	5.0
DMS (P<0.05)	3.7	10.0	9.5	4.9	3.2

C= *C. insularis* , E= *E. vitticole* y P= *P. spinator*

**CUADRO 3.** Parasitismo total (PT) y por parasitoides más frecuentes, expresado porcentualmente por ciclos de siembra y edad de las plantas. Turrialba, Costa Rica.

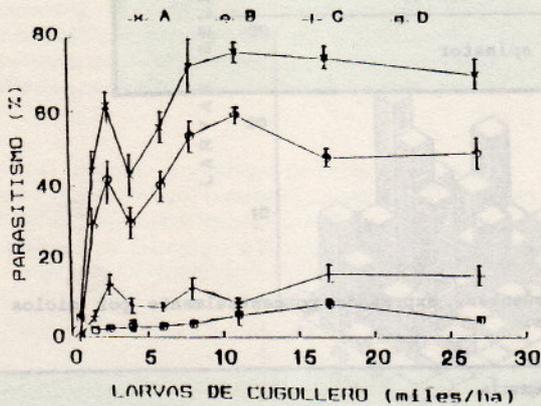
Ciclo	DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA																															
	4				11				18				25				32				39				46				53			
	PT	C	E	P	PT	C	E	P	PT	C	E	P	PT	C	E	P	PT	C	E	P	PT	C	E	P	PT	C	E	P	PT	C	E	P
	(porcentajes)																															
1	47	40	7	0	95	74	21	0	100	68	25	8	50	44	6	0	44	32	9	3	16	11	3	0	39	17	17	0	8	0	0	0
2	57	50	7	0	87	52	32	3	83	61	17	6	62	49	5	3	55	44	11	0	31	23	0	0	33	17	8	0	63	25	13	0
3	56	50	6	0	79	61	18	0	77	50	24	3	80	49	20	11	72	60	12	0	41	12	29	0	50	0	38	13	40	0	40	0
4	13	13	0	0	52	46	6	0	88	53	25	9	67	67	0	0	86	22	7	7	77	59	5	9	36	9	19	0	80	60	20	0
5	27	9	18	0	60	40	17	3	64	51	5	0	76	51	6	6	75	38	0	0	63	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	41	22	16	0	74	42	18	13	83	56	3	25	30	27	3	0	39	39	0	0	33	0	0	33	0	0	0	0
7	38	38	0	0	90	66	0	24	79	70	6	3	100	100	0	0	75	75	0	0	63	63	0	0	67	17	17	17	0	0	0	0
8	44	44	0	0	87	73	7	7	90	77	8	5	84	49	19	16	81	57	16	8	50	21	21	0	40	20	0	0	75	75	0	0
9	86	43	21	21	100	65	30	7	97	44	39	14	100	70	20	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DMS (P<0.05)	28	21	9	8	22	19	12	8	12	13	12	5	18	19	9	9	30	25	6	4	26	27	12	3	23	10	14	13	38	32	15	0

PT= (C+E+P+ especies menos frecuentes); C= *C. insularis*, E= *E. vitticole*, P= *P. spinator*  
 (Discrepancia entre total de mortalidad por parasitismo y la suma de los tres principales parasitoides, se debe a la inclusión de un porcentaje causado por especies de menor importancia o a redondeo de cifras.)

**CUADRO 4.** Coeficientes de correlación entre la densidad de larvas de gusano cogollero y el parasitismo total, a varias densidades de larvas.

LARVAS (miles/ha)	COEFICIENTE DE CORRELACION (r)	SIGNIFICANCIA
0 a 1500	0.66	*
0 a 2000	0.72	**
0 a 3000	0.70	**
0 a 4000	0.43	**
2100 a 30000	0.30	*
3100 a 30000	0.30	*
4100 a 30000	0.21	ns

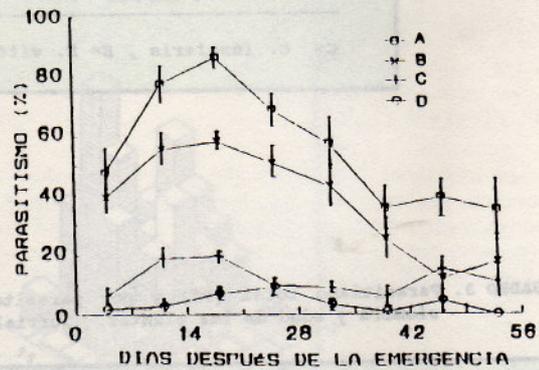
\* Significativo al nivel del 5% de probabilidad  
 \*\* Significativo al nivel del 1% de probabilidad  
 ns No significativo



**Fig. 3.** Parasitismo total (PT) y por parasitoides en larvas de *S. frugiperda*, en función de la edad de plantas de maíz. Las barras verticales indican el error estándar. C= *C. insularis*, E= *E. vitticole* y P= *P. spinator*. Turrialba, Costa Rica.

relación denso-dependiente a densidades inferiores a 4000 larvas/ha. Este tipo de relación fue observado también por Ashley *et al.* (1982) y Mitchell *et al.* (1984), pero no mencionan el ámbito de las densidades analizadas.

El parasitismo total (PT) máximo (76%) ocurrió con densidades de 11 000 larvas/ha (Fig. 4), y a densidades superiores tendió a decrecer. Los aumentos en los niveles de parasitismo observados entre 0 y 11 000 larvas/ha se debieron principalmente al aumento en la proporción de larvas parasitadas por *C. insularis* y, en menor grado, por *E. vitticole* (Fig. 4). Suponiendo que existe una relación directa entre la densidad de larvas y las masas de huevos; entre 0 y 11 000 /ha, la proporción de larvas parasitadas por *C. insularis* aumentó, debido probablemente a aumentos en la eficiencia del parasitoide para localizar su hospedante al aumentar la densidad de éste. Cuando la densidad del hospedante superó las 11 000 larvas/ha, la eficiencia de *C. insularis* pudo ser disminuida debido a cambios en el comportamiento del hospedante (e.g. cambios en el sitio de oviposición y/o número de huevos por masa de huevos).



**Fig. 4.** Parasitismo total (PT) y por parasitoides en larvas de *S. frugiperda*, en función de la densidad de larvas. Las barras verticales indican el error estándar. C= *C. insularis*, E= *E. vitticole* y P= *P. spinator*. Turrialba, Costa Rica.

#### CONCLUSIONES

En los primeros 39 dde, la densidad de larvas se redujo hasta niveles inferiores al umbral económico establecido para esta plaga. Dicha reducción se atribuye parcialmente al efecto de los parasitoides, que eliminaron el 65% del total de larvas.

*C. insularis* fue el parasitoide más abundante, en todas las épocas de siembra, eliminando el 45% del total de las larvas capturadas.

La relación entre hospedante y parasitismo fue denso-dependiente cuando la densidad de larvas fue inferior de 4000/ha; a densidades mayores, la denso-dependencia fue menos evidente. Los niveles de parasitismo fueron máximas cuando la densidad de larvas fue de 11 000/ha o cuando estas fueron recolectadas de plantas con menos de tres semanas de emergidas. □

## AGRADECIMIENTOS

Al Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA) y al CATIE, que posibilitaron la realización de este trabajo. Al Dr. T.R. Ashley por el suministro de materiales y la identificación de los insectos. A los Drs. K.L. Andrews y J.R. Quezada, las sugerencias presentadas. A los Drs. N.E. Woodley y P.M. Marsh, quienes colaboraron en la identificación de los insectos.

## LITERATURA CITADA

- ANDREWS, K.L. 1980. The whorlworm, *Spodoptera frugiperda*, in Central America and neighboring areas. *Fla. Entomol.* 63:456-467.
- ASHLEY, T.R. 1979. Classification and distribution of fall armyworm parasites. *Fla. Entomol.* 62:114-123.
- ASHLEY, T.R. 1986. Geographical distributions and parasitization levels for parasitoids of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. *Fla. Entomol.* 69:516-524.
- ASHLEY, T.R.; WADDILL, V.H.; MITCHELL, E.R. y RYE, J. 1982. Impact of native parasites on the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), in South Florida and release of the exotic parasite, *Elphosoma vitticola* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Environ. Entomol.* 11:833-837.
- GROSS, H.R.; y PAIR, S.D. 1986. The fall armyworm: status and spectations of biological control with parasitoids and predators. *Fla. Entomol.* 69:502-515.
- HOLDRIDGE, L.R. 1978. *Ecología basada en zonas de vida*. San José, Costa Rica, IICA. 216 p.
- LEPPLA, N.C.; VAIL, P.V.; y RYE, I.R. 1979. Mass rearing and handling techniques for the cabbage looper. In: *Proceedings, FAO/IAEA. Training course on use of radioisotopes and radiation in entomology*. University of Florida, Gainesville, pp. 59-75.
- LEVY, R.; y HABECK, D.H. 1976. Descriptions of the larvae of *Spodoptera sunia* and *Spodoptera latiffascia* with a key to the mature *Spodoptera* larvae of the Eastern United States (Lepidoptera: Noctuidae). *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 69:585-588.
- LUGINBILL, P. 1928. The fall armyworm. USDA. Techn. Bull. 34.92 p.
- MITCHELL, E.R.; WADDILL, V.H. y ASHLEY, T.R. 1984. Population dynamics of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) and its larval parasites on whorl stage corn in pheromone-permeated field environments. *Environ. Entomol.* 13:1618-1623.
- PATEL, P.N. y HABIB, M.E.M. 1984. Levantamento e eficiência de insetos parasitos de *Spodoptera frugiperda* (Abbot & Smith, 1797) (Lepidoptera, Noctuidae). *Rev. Agric. (Brasil)* 59:229-237.
- PEAIRS, F.B. y SAUNDERS, J.L. 1979. The fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith): a review. *Ceiba (Honduras)* 23:93-113.
- PITRE, H.N. 1986. Chemical control of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae): an update. *Fla. Entomol.* 69:570-578.
- RIGGIN, T.M.; WISEMAN, B.R.; ISENHOUR, D.J. y ESPELIE, K.E. 1992. Incidence of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) parasitoids on resistant and susceptible corn genotypes. *Environ. Entomol.* 21:888-895.
- SPARKS, A.N. 1979. A review of the biology of the fall armyworm. *Fla. Entomol.* 62:82-87.
- VALICENTE, F.H. 1989. Levantamento dos inimigos naturais de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes regiões do Estado de Minas Gerais. *Anals. Soc. Entomol. Bras.* 18:119-130.



## AREA DE FITOPROTECCION Publicaciones en Venta

\$ 2.50



\$ 2.50

## DEPREDACION DE *Spodoptera frugiperda* POR *Doru sp.* EN MAIZ, EN TURRIALBA, COSTA RICA\*

Ricardo A. Marengo\*\*  
Joseph L. Saunders\*\*\*

### ABSTRACT

*Doru sp.* (earwig) is a predator of several species of insects including *S. frugiperda* (J.E. Smith) (whorlworm). The importance of *Doru sp.* as a predator of whorlworms in maize was evaluated in nine 0.32 ha plots planted at 21 day intervals with 70 000 plants/ha. Population densities of whorlworm larvae and earwigs were sampled weekly for two months, in these maize plots. Incidence of earwigs was greatest (27 000 specimen/ha) in 46 to 53 day old plants, in the last three plots planted. The correlation coefficient between population densities of whorlworm and earwigs was negative ( $r=-0.49$ ). An earwig had a predatory capability of 30 first instar or 13 second instar whorlworm larvae per day. Egg masses were less preferred than larvae.

### RESUMEN

Se observó en un campo de maíz la incidencia de larvas de gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) y de tijeretas (*Doru sp.*). Nueve parcelas de 0.32 ha con 70 000 plantas/ha, se sembraron a intervalos de tres semanas. La población de larvas y tijeretas se muestreó semanalmente en cada parcela, durante dos meses a partir de la siembra. Las poblaciones mayores de tijeretas se observaron de 46 a 53 días después de emergidas las plantas, en las parcelas sembradas al final del estudio. La máxima incidencia de tijeretas (27 000/ha) ocurrió en las tres últimas épocas de siembra. Lo contrario se observó con la incidencia de larvas. Entre las poblaciones de ambas especies hubo una correlación negativa ( $r=-0.49$ ). Una tijereta puede depredar diariamente 30 larvas del primer estadio o 13 del segundo; las masas de huevos fueron menos preferidas que las larvas.

### INTRODUCCION

La tijereta *Doru sp.* (Dermaptera: Forficulidae) es de amplia distribución, desde el sureste de los EE.UU hasta América del Sur. En Guatemala, es posiblemente uno de los insectos más comunes del maíz, desde 0-1800 msnm (Painter 1955), al igual que en la parte norte de Nicaragua (Estrada 1960, Van Huis 1981). Puede ovipositar en los túneles hechos por *Diatraea spp.* (Painter 1955). Las hembras de *Doru sp.* cuidan sus huevos y los primeros estadios ninfales. Se convierten en adultos en 30 días, aproximadamente (Jones *et al* 1988). Se conoce poco acerca de su longevidad aunque una especie afín, *Marava sp.*, puede sobrevivir más de 200 días (Patel y Habib 1978).

*Doru sp.* es un depredador de varios insectos, como las ninfas y adultos de las chicharritas *Mahanarva indicata* Distant (Guagliumi 1968). *D. lineare* (Esch.) es un depredador de *Delphax maidis* Ashmead (Marín 1964) y también de *Oiketicus spp.* en cítricos (Gravena y Almeida 1982). *D. taeniatum* (Dohrn) puede depredar los tres primeros estadios larvales del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*. El daño causado por 2 a 4 larvas de esta plaga en una planta de maíz, se puede reducir en 50% en la presencia de apenas un adulto de *D. taeniatum* (Van Huis 1981). El objetivo de este estudio fue determinar el potencial de *Doru sp.* como agente de control biológico para larvas de *S. frugiperda* en el maíz.

### MATERIALES Y METODOS

El estudio se efectuó en un campo de maíz, en Turrialba, Costa Rica. Empezando en octubre de 1984 se sembraron nueve parcelas de maíz a intervalos de tres semanas, aproximadamente; cada parcela constituyó un ciclo de siembra. Las parcelas, de 0.32 ha, tuvieron una densidad de 70 000 plantas/ha y una distancia entre surcos de 1 m. No se aplicó insecticida y el control de malezas se realizó manualmente. Dos meses después de la siembra, las plantas se destruían para sembrar nuevas parcelas. Las características ambientales de esta zona se describen en Marengo y Saunders (1993).

La incidencia de larvas de gusano cogollero y de tijeretas se muestreó en cada parcela. Semanalmente, durante dos meses, a partir de los cuatro días después de la emergencia (dde), se arrancaron las plantas de 40m de surco, tomándose cuatro submuestras aleatorias de 10m y se revisaron para buscar larvas y tijeretas. Se realizó un análisis de varianza comparando las medias mediante una DMS (diferencia mínima significativa) con  $P \leq 0.05$ .

Se estudió la capacidad depredadora de tijeretas adultas en condiciones de campo. Se cultivaron 30 plantas de maíz. Las jaulas se asperjaron con un insecticida de contacto (metomil 80 g i.a/ha) antes de la siembra. A los 20 dde, se colocaron en cada jaula 45 larvas de segundo es-

Recibido:02/04/93. Aprobado: 08/08/93

\*Basado en la tesis de Mag.Sc. del primer autor. Programa de Posgrado, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

\*\*Universidad de Viosa. Cx. Postal 242, 36570-000, Viosa, MG, Brasil.

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

tadío (tres larvas/planta) y 15 tijeretas adultas. El testigo fue una jaula con larvas, pero sin el depredador. Las plantas se cosecharon cuatro días después de haber sido infestadas, para determinar el número de larvas sobrevivientes. Se hicieron tres repeticiones de estos experimentos en jaulas de 2 m<sup>3</sup>, con marco de madera y cubiertas con una tela de "nylon" de 20 mallas. En condiciones de laboratorio, se ofrecieron masas de huevos y larvas a tijeretas adultas durante 24 horas. Estas se mantuvieron en ayuno por 24 - 48 h. antes de su exposición a las larvas. Se utilizaron platos petri, con tres repeticiones.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Las épocas de siembra (ciclos de siembra) y la edad de las plantas de maíz (P 0.01) influyen sobre la incidencia de larvas de cogollero y de *Doru* sp.. La incidencia de tijeretas fue mínima en las primeras parcelas y máxima en las últimas. La incidencia máxima, que ocurrió 53 dde, varió de 4200 especímenes/ha en la parcela del 25 de octubre de 1984, a 27 300 individuos/ha en la del 18 de abril de 1985 (Cuadro 1). En las parcelas sembradas en diciembre, enero y febrero, las poblaciones máximas fueron de 6 000, 10 000 y 15 000 individuos/ha, respectivamente a los 53 dde. Normalmente, ellas se encontraban en la fase interior de las vainas foliares, aparentemente protegiéndose de la luz solar (Estrada 1960).

Las poblaciones aumentaron según la edad de las plantas y los ciclos de siembra. Este aumento se debió, no sólo a la reproducción dentro de cada parcela, sino también a la inmigración desde las parcelas recién destruidas

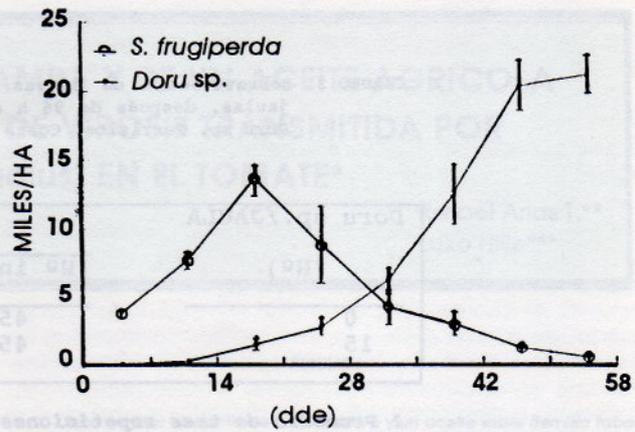


Fig. 1. Densidad promedio de larvas de *Spodoptera frugiperda* y de *Doru* sp., en los tres últimos ciclos de siembra, en función de la edad de las plantas. Las barras verticales indican el error estándar. Turrialba, Costa Rica.

(con 60 dde). Otra tijereta, *Forficula auricularia* L., también parece preferir plantas hospedantes con abundante follaje (Carroll y Hoyt 1984). Se observó un coeficiente de correlación negativo ( $r=-0.49^{**}$ ), entre la población de larvas de cogollero y de tijeretas y se obtuvo un valor aún menor ( $r=-0.58^{**}$ ) cuando se analizaron únicamente los datos de los tres últimos ciclos. En éstos, la densidad promedio fue menor que 4000 larvas/ha, cuando la población promedio de tijeretas fue mayor que 6000/ha. La proporción entre la población de tijeretas y la de larvas fue mínima en las primeras parcelas y máxima en las últimas, con valores de 1.13 y 273 respectivamente a los 53 dde (Cuadro 2). En las

CUADRO 1. Incidencia de *Doru* sp. (miles/ha) en parcelas de maíz, según las épocas de siembra y edad de las plantas. Turrialba, Costa Rica.

FECHAS DE SIEMBRA	DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA							
	4	11	18	25	32	39	46	53
25/10/84	0.0	0.0	0.7	0.7	2.8	4.2	4.2	4.2
15/11/84	0.0	0.0	0.0	0.7	2.8	4.9	4.9	5.6
07/03/85	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	7.0	23.1	18.9
28/03/85	0.0	0.0	1.4	0.0	3.5	8.4	13.3	16.8
18/04/85	0.0	0.7	2.8	8.4	9.8	21.7	24.5	27.3
DMS (P 0.05)	0.0	0.6	2.1	6.5	5.2	12.2	16.9	17.0

CUADRO 2. Relación entre la población de *Doru* sp. y la de larvas de *S. frugiperda* en parcelas de maíz, por épocas de siembra y edad de las plantas. Turrialba, Costa Rica.

FECHAS DE SIEMBRA	DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA							
	4	11	18	25	32	39	46	53
25/10/84	0.00	0.00	0.03	0.03	0.09	0.18	0.84	1.13
15/11/84	0.00	0.00	0.00	0.04	1.4	0.73	1.50	2.60
07/03/85	0.00	0.00	0.00	0.00	2.2	3.20	13.60	189
28/03/85	0.00	0.00	0.08	0.00	0.32	1.29	8.87	16.8
18/04/85	0.00	0.08	0.21	3.36	19.60	217.0	245.0	273

**CUADRO 3. Supervivencia de larvas de 2º estadio de *S. frugiperda* en jaulas, después de 96 h en presencia y ausencia de adultos de *Doru sp.* Turrialba, Costa Rica.<sup>1</sup>**

Doru sp./JAULA (Nº)	LARVAS/JAULA	
	(Nº inicial)	(Supervivencia)
0	45a	20a
15	45a	0b

<sup>1</sup> Promedio de tres repeticiones.

Medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí (Prueba de Duncan,  $p \leq 0.01$ ).

parcelas sembradas en diciembre, enero y febrero, los valores máximos a los 53 dde, fueron de 3,10 y 15, respectivamente. En todos los casos, cuando la proporción tijeretas/gusanos fue superior a 1, la población de larvas fue menor que 7000/ha, lo cual indica la eficacia de las tijeretas como depredadoras de las larvas. Los valores de incidencia de larvas durante el estudio aparecen en Marengo y Saunders (1993).

En condiciones de campo, *Doru sp.* depredó larvas del segundo estadio (Cuadro 3), mientras que en el laboratorio, depredó larvas del primero y segundo estadio, si habían estado en ayuno por 24 h. Las larvas del tercer estadio no fueron consumidas.

Las masas de huevos fueron depredadas solo por tijeretas mantenidas en ayuno por 48 h. Van Huis (1981) observó que *Doru sp.* puede también depredar larvas de tercer estadio. Los adultos de *Doru sp.* consumieron diariamente, en promedio, 30 y 13 larvas del primero y segundo estadio, respectivamente. Adultos de *D. lineare*, mantenidos en ayuno por 24 h, pueden consumir un promedio de tres larvas o huevos de *Oiketicus spp.* por hora (Gravena y Almeida 1982).

Las observaciones de campo y laboratorio evidencian que la reducción de las poblaciones de larvas se debieron, al menos parcialmente, al efecto de las tijeretas; otro factor importante fue el parasitismo (Marengo y Saunders 1993). □

## CONCLUSIONES

En parcelas cultivadas con maíz, la densidad de larvas de *S. frugiperda* disminuyó en la presencia de tijeretas.

Se verificó en experimentos de campo y laboratorio que *Doru sp.* puede depredar larvas de *S. frugiperda* del segundo estadio.

La densidad de población de tijeretas aumentó en cada ciclo de siembra, hasta alcanzar 27 000 especímenes/ha, en el último ciclo. Normalmente, la abundancia de las tijeretas en el campo aumentó con la edad de las plantas, indicando su preferencia por plantas con abundante follaje.

## AGRADECIMIENTOS

Al Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA) y al CATIE, que posibilitaron la realización de este estudio. Al Dr. José R. Quezada por las sugerencias presentadas.

## LITERATURA CITADA

- BRUES, C.T., MELANDER, A.I. y CARPENTER, F.M. 1954. Classification of insects. Cambridge, Mass. pp.112-118.
- COMSTOCK J.H. 1940. An introduction to entomology. 9th. ed. New York, Comstock. pp. 460-464.
- CARROLL, D.P. y HOYT, S.C. 1984. Augmentation of European earwigs (Dermaptera: Forficulidae) for biological control of apple aphid (Homoptera: Aphididae) in an apple orchard. J. Econ. Entomol. 77:738-740.
- ESTRADA, F.A. 1960. Lista preliminar de insectos asociados al maíz en Nicaragua. Turrialba (Costa Rica) 10:68-73.
- GRAVENA S. y ALMEIDA, J.C.V. 1982. Inimigos naturais de *Oiketicus kirbyi* Lands Guilding, 1827 e *Oiketicus geyeri* Berg, 1877 no agroecossistema citrícola. Científica (Brasil) 10:99-104.
- GUAGLIUMI P. 1968. As cigarrinhas dos canaviais no Brasil. Brasil Acucareiro 72:296-307.
- JONES, R.W., GILSTRAP, F.E. y ANDREWS, K.L. 1988. Biology and life tables for the predaceous earwig, *Doru taeniatum* (Dermaptera: Forficulidae). Entomophaga 33:43-54.
- MARENGO, R.A. y SAUNDERS, J.L. 1993. Parasitoides del gusano cogollero, (*Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidade) en maíz, en el trópico húmedo de Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas. (Costa Rica) Nº27.
- MARIN, J.C. 1964. La chicharrita del maíz, *Delphax maidis* Ashmead (Homoptera: Delphacidae), en sembríos escalonados de maíz y su relación con los factores climáticos. Rev. Fac. Agron. Univ. Cent. Venezuela 3(3):42-68.
- PAINTER, R.H. 1955. Insects on corn and teosinte in Guatemala. J. Econom. Entomol. 48:36-42.
- PATEL P.N. y HABIB, M.E.M. 1978. Biological and behavioral studies of an ovoviviparous earwig, *Marava arachidis* (Yersin, 1860) (Dermaptera: Forficulidae). Rev. Biol. Trop. (Costa Rica) 26:385-389.
- VAN HUIS, A. 1981. Integrated pest management in the small farmer's maize crop in Nicaragua. Meded. Landbouwhogeschool (Wageningen) 81(6):20-201.

# USO DEL FRIJOL COMO CULTIVO TRAMPA Y DE UN ACEITE AGRICOLA PARA DISMINUIR LA INCIDENCIA DE VIROSIS TRANSMITIDA POR *Bemisia tabaci* (Gennadius) EN EL TOMATE\*

Rafael Arias T.\*\*  
Luko Hilje\*\*\*

## ABSTRACT

The effect of a polyculture system and an oil on *Bemisia tabaci* (Gennadius) in Grecia, Costa Rica, was tested during the 1992 dry season. Treatments were: absolute control (without insecticides), farmer's control (conventional insecticide use), tomato monoculture plus oil applications, polyculture tomato-bean var. Labrador, polyculture tomato-bean var. Morgan, polyculture tomato-bean var. Labrador plus oil, and polyculture tomato-bean var. Morgan plus oil. The oil, Volck 100 Neutral, was applied bi-weekly, using a backpack sprayer. Treatments with oil in the polycultures and in the tomato monoculture had the lowest numbers of adults, whereas the highest were found in the two control plots. An analogous situation was observed with virus incidence. Yields were not significantly different between treatments. Treatments with oil were probably affected by additional applications made in the same plot, to study its effect on lepidopteran pests.

## INTRODUCCION

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), es la hortaliza más importante en América Central y el Caribe, por la superficie sembrada y por el valor de producción (CATIE 1990). *Bemisia tabaci*, comúnmente conocida como mosca blanca del tomate, del camote o del tabaco, causa daños directos, principalmente, por la succión de la savia y destrucción de células de los tejidos con el estilete, lo que provoca clorosis, deformación y caída de las hojas; ello implica la disminución de rendimientos, que puede ser mayor del 45%, como en el caso de algunas zonas de República Dominicana (Serra 1991).

En América Central el daño indirecto es más importante, principalmente porque el vector puede alcanzar una eficiencia de transmisión de virus de 85-90%, lo que puede reducir los rendimientos hasta en el 100% cuando la enfermedad es adquirida en la etapa de plántula, aunque al ocurrir infecciones después de los 50 días de la siembra, no hay un efecto aparente sobre el rendimiento (Rosset 1986). En Nicaragua, las pérdidas en la estación seca de la temporada 1991-1992 oscilaron entre 30 y 100% (Comisión Nacional de Mosca Blanca 1992). Asimismo, en Honduras, *B. tabaci* en 1992 afectó el 60% del área sembrada de tomate en el valle de Comayagua, con pérdidas calculadas en US\$

## RESUMEN

Para evaluar el efecto de un policultivo y un aceite sobre *Bemisia tabaci* (Gennadius), se realizó en Grecia, Costa Rica, durante la estación seca de 1992, un experimento con un diseño en bloques completos al azar, tres repeticiones y siete tratamientos: testigo absoluto (sin insecticidas); testigo del productor (combate químico convencional), tomate más aceite, policultivo tomate-vainica var. Labrador, policultivo tomate-vainica var. Morgan, policultivo tomate-vainica var. Labrador más aceite, policultivo tomate-vainica var. Morgan más aceite. Se utilizó el aceite agrícola Volck 100 Neutral, efectuándose dos aspersiones semanales con bomba manual. Los tratamientos con menos adultos fueron los policultivos con aceite y el monocultivo más aceite, contrastando con el testigo absoluto y el del productor, que presentaron más adultos. Hubo una situación análoga en la diseminación de virosis. Los rendimientos no mostraron diferencias significativas entre tratamientos, aunque aquellos con aceite probablemente fueron afectados por las aplicaciones posteriores de aceite en la misma parcela, para estudiar su efecto sobre lepidópteros.

4.6 millones (Caballero y Rueda 1992). Por estas razones, este insecto se ha convertido en la región, en la plaga más importante del tomate durante la estación seca.

Por tanto, se hace necesario buscar tácticas de manejo para disminuir sus poblaciones y minimizar la incidencia de virosis en el tomate. El presente estudio pretendió evaluar la eficacia tanto del policultivo tomate-vainica (*Phaseolus vulgaris* L.), como de un aceite agrícola, para disminuir las poblaciones de *B. tabaci* y la virosis que transmite.

## MATERIALES y METODOS

**Ubicación del experimento.** El estudio se realizó de enero a mayo de 1992, en la finca del Centro Agrícola Cantonal de Grecia (Santa Gertrudis de Grecia, Alajuela, Costa Rica), con productores del área. Esta localidad está ubicada en la zona de vida de bosque húmedo premontano (Tosi 1969), su altitud es de 1000 m, la temperatura promedio anual de 23°C y la precipitación anual de 2196 mm. La temporada del cultivo transcurrió del 26-II-92 (siembra) al 3-VII-92 (última cosecha).

**Recibido: 16/03/93. Aprobado: 08/08/93**

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

\*\*Universidad Centroamericana José Simeón Cañas. Departamento de Ciencias Naturales y Agrarias. San Salvador, El Salvador.

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

**Prácticas agronómicas.** Se sembró la var. Catalina en forma directa, colocándose de 8 a 10 semillas por hoyo, a una distancia de 0.4 m entre plantas y 2 m entre hileras. El manejo agronómico del cultivo correspondió al que normalmente hacen los productores. Se hicieron dos riegos por aspersión semanalmente, durante los primeros dos meses y medio.

**Diseño experimental.** Se estableció un diseño dispuesto en bloques completos al azar en el tiempo, con tres repeticiones y siete tratamientos: Testigo absoluto (TT) (tomate en monocultivo, sin aplicación de insecticidas); Tomate en monocultivo, con el manejo convencional de plagas que el productor hace (TP); Tomate en monocultivo, más dos aplicaciones semanales de aceite agrícola (A); Tomate en asocio con vainica var. Labrador, de follaje con tonalidad más clara (L); Tomate en asocio con vainica var. Morgan, de tonalidad más oscura (M); Tomate en asocio con vainica var. Labrador, más dos aplicaciones semanales de aceite agrícola en ambos cultivos (L+A); Tomate en asocio con vainica var. Morgan, más dos aplicaciones semanales del aceite agrícola en ambos cultivos (M+A).

Cada parcela medía 5 m de longitud con 4 surcos de ancho. Una franja de 3.5 m y/o 3-4 surcos de tomate separaba las parcelas. Estas 'interparcelas' también fueron manejadas en la forma convencional del productor. Las parcelas con vainica se sembraron simultáneamente con el tomate, en hileras distanciadas aproximadamente a 0.6 m del tomate; se procuró sembrar 10 plantas/m, entre los surcos de tomate. El aceite agrícola aplicado fue Volck 100 Neutral (Chevron Chemical Co., USA), al 1.5% v/v (volumen de producto/volumen de solución) más 1 ml/l de Citowett como emulsificante. Se efectuaron dos aplicaciones semanales, desde los 15 a los 49 días después de la siembra (dds), y se continuó una vez por semana hasta los 105 dds. Se utilizó una bomba de espalda manual, con presión de 40 psi, capacidad para 16 l y una boquilla 8003.

**Muestreo de insectos y plantas viróticas.** Se realizaron recuentos de mosca blanca, una vez por semana, de los 15 a los 50 dds, para lo cual se ubicaron ocho sitios dentro de los surcos centrales de cada parcela. Sobre cada planta se colocó una caja de polietileno negro con una ventanilla en la parte superior (Fig. 1), con una cajita de plástico transparente en una de cuyas paredes había una tarjeta amarilla impregnada con grasa Pennzoil 707L; los insectos volaban hacia ésta cuando la planta era agitada, quedando adheridos a la tarjeta. Se hicieron muestreos similares en vainica.

En cada parcela se efectuaron recuentos de las plantas con síntomas de virosis, a los 56, 64 y 70 dds. La identificación se hizo únicamente por apreciación visual.

**Análisis de los datos.** Los resultados del número de adultos recolectados, así como los de plantas con síntomas de virosis, fueron procesados mediante un análisis de varianza y comparaciones estadísticas de promedios, utilizando el programa SAS (SAS Institute 1989). El rendimiento se estimó durante 11 cosechas en cada parcela, para lo cual se pesaron los frutos y se separaron en tres categorías, de acuerdo con la escala de Jiménez *et al.* (1988) y se realizó un análisis análogo al anterior. Con los rendimientos obtenidos y los precios vigentes al momento de la cosecha

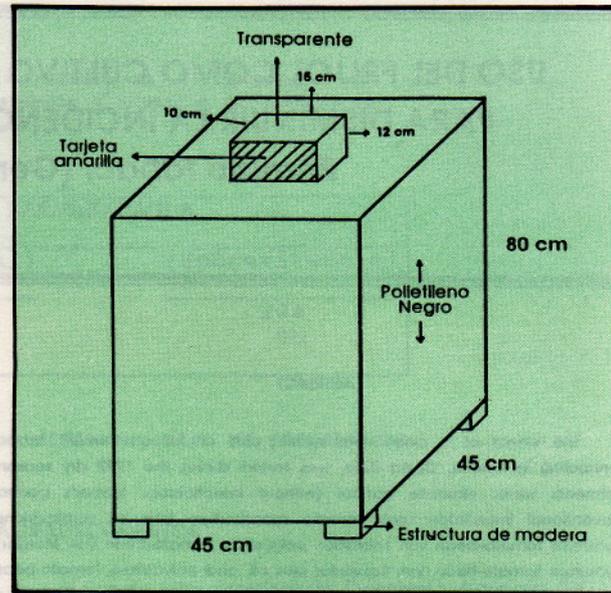


Fig. 1. Trampa para capturar adultos de *B. tabaci* en el tomate y la vainica. (Redibujada de Larios y Rivas 1989)

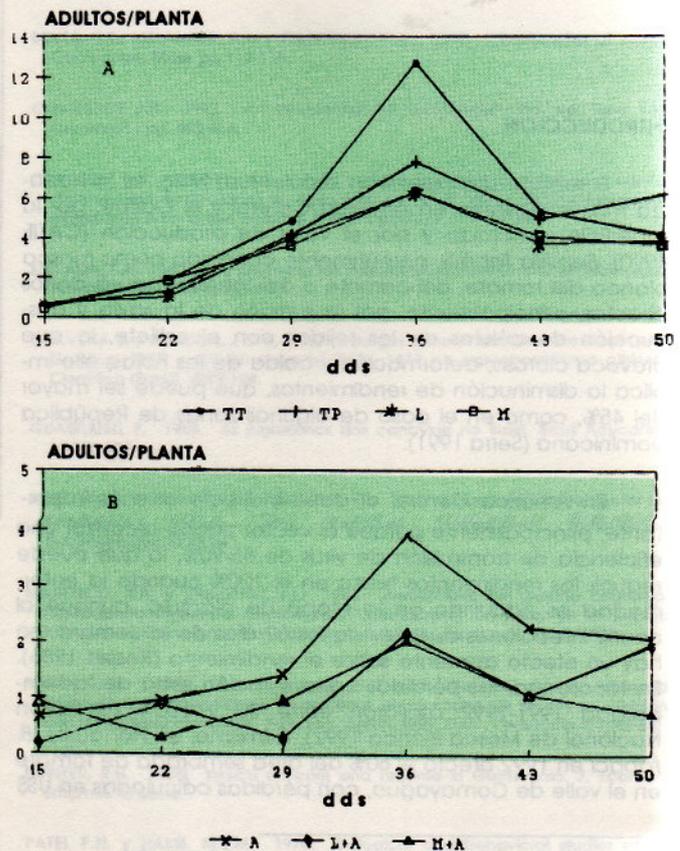


Fig. 2. Número promedio de adultos de *B. tabaci* capturados en el tomate durante el período de estudio. Grecia. Estación seca, 1992.

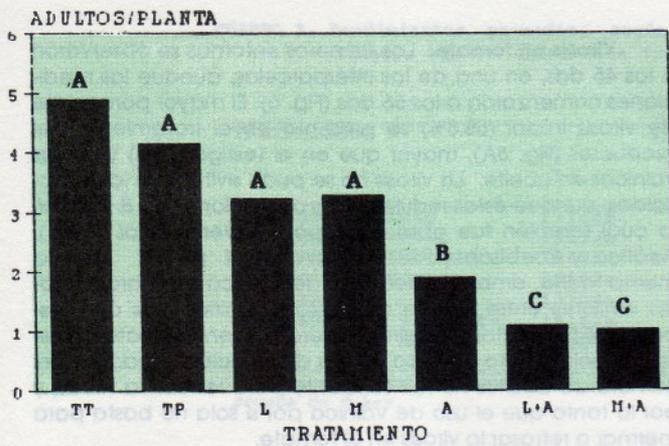


Fig. 3. Promedio del total de adultos de *B. tabaci* en el tomate. Grecia. Estación seca, 1992. Datos transformados por método logarítmico. Los tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes según prueba de Tukey.

para cada categoría, se determinaron los ingresos brutos, y con los costos reales específicos para cada tratamiento, se hizo un análisis económico de cada sistema para determinar su rentabilidad; además se realizó una evaluación comparativa a través del análisis de dominancia y las tasas marginales de retorno (Calvo *et al.* 1989).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Recuento de adultos.** Durante los primeros 50 dds, las trampas de polietileno negro fueron eficaces y precisas para muestrear los adultos de *B. tabaci* en plantas de tomate, lo que concuerda con Larios y Rivas (1969). Sin embargo, después de este período, éstas desarrollaron más follaje y el método no fue funcional, además de que el uso de tutores y las amarras impidieron su utilización.

El número de adultos por planta varió en todos los tratamientos (Figs. 2A, 2B), pero en general, el promedio mayor se encontró en el testigo absoluto (Fig. 3). El pico más alto de todos los tratamientos se obtuvo en la cuarta fecha de muestreo (36 dds), resaltando el testigo absoluto, con 12.75 adultos/planta. La cantidad de adultos capturados disminuyó en los siguientes recuentos, debido a que el productor aplicó, por error, cartap (Padán) en todos los tratamientos. El testigo absoluto y el del productor no mostraron diferencias marcadas, con excepción del cuarto muestreo. En el último muestreo, se obtuvo mayor número de adultos en el tratamiento del productor, lo que probablemente se debió a que los insecticidas no ejercieron el efecto esperado sobre *B. tabaci*.

Los policultivos con ambas variedades de vainica tuvieron una tendencia similar, resultando menores los números de insectos que en ambos testigos (Fig. 2A), lo cual fue aún más notorio en los policultivos con aceite agrícola (Fig. 2B).

El promedio total de adultos por planta osciló entre 1 (en el policultivo tomate-vainica var. Labrador más aceite agrícola) y 4.9 (en el testigo absoluto). Hubo diferencias significativas entre los tratamientos con aplicaciones de aceite y el resto (Fig. 3). La cantidad de adultos fue relativamente baja en comparación con otros estudios (Butler y Henneberry 1991, Stansly y Cawley 1991), pero al igual que en éstos, las aspersiones de aceite lograron bajar significativamente las poblaciones de adultos en el tomate.

Al establecer contrastes entre tratamientos o grupos de ellos, además de la diferencia altamente significativa entre tratamientos con aceite y sin aceite, se observaron diferencias entre las variedades de vainica solas y los tratamientos del productor y el testigo absoluto (Cuadro 1). También hubo diferencia altamente significativa entre los policultivos con aceite y el tomate en monocultivo con aceite. Estas dos últimas comparaciones son importantes para mostrar el efecto de la vainica como atrayente de *B. tabaci* y la validez de esta práctica, al menos con los niveles poblacionales prevalentes en este caso. Por otra parte, no se encontraron diferencias entre las variedades de vainica, lo cual se debe posiblemente a que el contraste en la tonalidad del follaje entre ambas variedades no fuera muy marcado, lo que impidió observar un efecto diferencial sobre las poblaciones de adultos en el tomate.

La atracción de *B. tabaci* hacia la vainica también se sustenta en los resultados del recuento de adultos en las plantas de vainica (Fig. 4). Los promedios en los primeros muestreos fueron mayores que los del tomate en sus respectivos tratamientos, con promedios máximos también en el cuarto recuento. Igualmente, se observaron diferencias entre los tratamientos con y sin aplicaciones de aceite (Fig. 5). Sin embargo, por la forma de crecimiento y la densidad de la vainica, los muestreos posteriores a los 36 dds no fueron muy confiables, pues se dificultaba colocar la trampa, debido a lo profuso del follaje. A pesar de esto, podría ser que *B. tabaci* se desplazara hacia el tomate por una disminución en las condiciones nutricionales de la vainica al entrar en una etapa de madurez. Esto coincide con Hilje *et al.* (1993) quienes documentan que la vainica, sembrada al lado del tomate, puede reclutar adultos rápidamente, los cuales pasan luego al tomate.

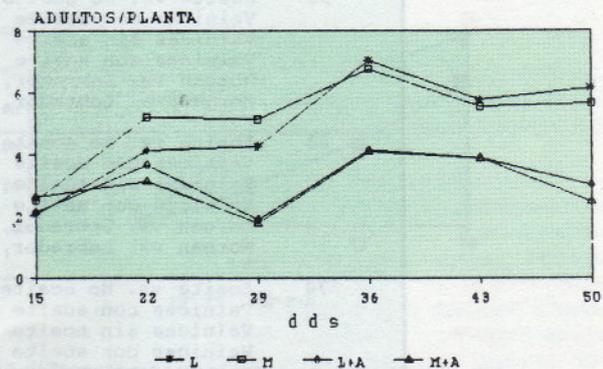


Fig. 4. Número promedio de adultos de *B. tabaci* capturados en las variedades de vainica, durante el período de estudio. Grecia. Estación seca, 1992.

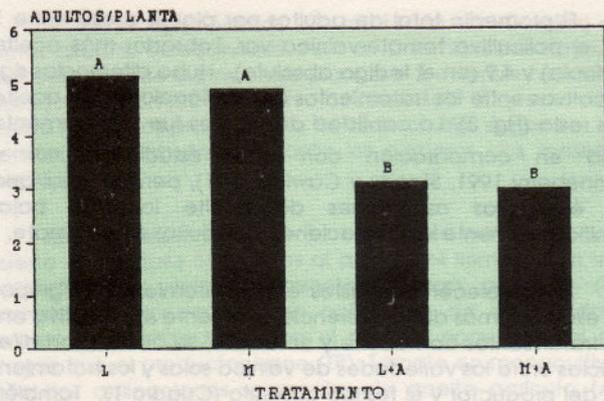


Fig. 5. Promedio del total de adultos de *B. tabaci* capturados en la vainica. Grecia. Estación seca, 1992. Datos transformados por el método logarítmico. Los tratamientos con letras iguales no son significativamente diferentes según prueba de Tukey.

**Virosis en tomate.** Los primeros síntomas se observaron a los 45 dds, en una de las interparcelas, aunque las infecciones comenzaron a los 56 dds (Fig. 6). El mayor porcentaje de virosis inicial (58.8%) se presentó en el tratamiento productor (Fig. 6A), mayor que en el testigo (50%) y en las vainicas sin aceite. La virosis no se pudo evitar con las aplicaciones de aceite, aunque éstos redujeran las poblaciones de *B. tabaci*, lo cual también fue observado por Gravena *et al.* (1992) y Zebisch (1992) y Calvo *et al.* (1992). En la misma fecha, ambas variedades de vainica mostraron porcentajes similares entre sí, con diferencias significativas respecto al productor (Cuadro 2), pero no con respecto al testigo absoluto. Esto significa que la disminución lograda en el número de adultos no fue suficiente para reducir la virosis, por lo tanto que el uso de vainica por sí sola no basta para disminuir o retrasar la virosis en el tomate.

Estos cuatro tratamientos superaron el 40% de virosis a los 56 dds, lo que contrastó con aquellos con aplicaciones de aceite, en los cuales los porcentajes promedio de plantas viróticas no superaron el 30% y en los policultivos mostraron valores inferiores al 20%. Dentro de los tratamientos con aplicaciones de aceite, los policultivos con ambas variedades mostraron también diferencias significativas respecto al monocultivo, lo cual confirma la importancia

CUADRO 1. Prueba de contrastes para adultos/planta de tomate entre diferentes grupos de tratamientos.

COMPARACIONES	gl	T	Pr >  T
Aceite vs. No aceite	1	18.82	0.0001
Vainicas con aceite vs. Aceite	1	6.84	0.0001
Vainicas vs. Testigo y Productor	1	3.26	0.0017
Vainicas con aceite vs. Sin aceite	1	15.53	0.0001
Morgan vs. Labrador, sin aceite	1	0.03	0.9787
Morgan vs. Labrador, con aceite	1	0.18	0.8611

Datos transformados mediante el método logarítmico.

CUADRO 2. Prueba de contrastes para el porcentaje de plantas viróticas, entre diferentes grupos de tratamientos.

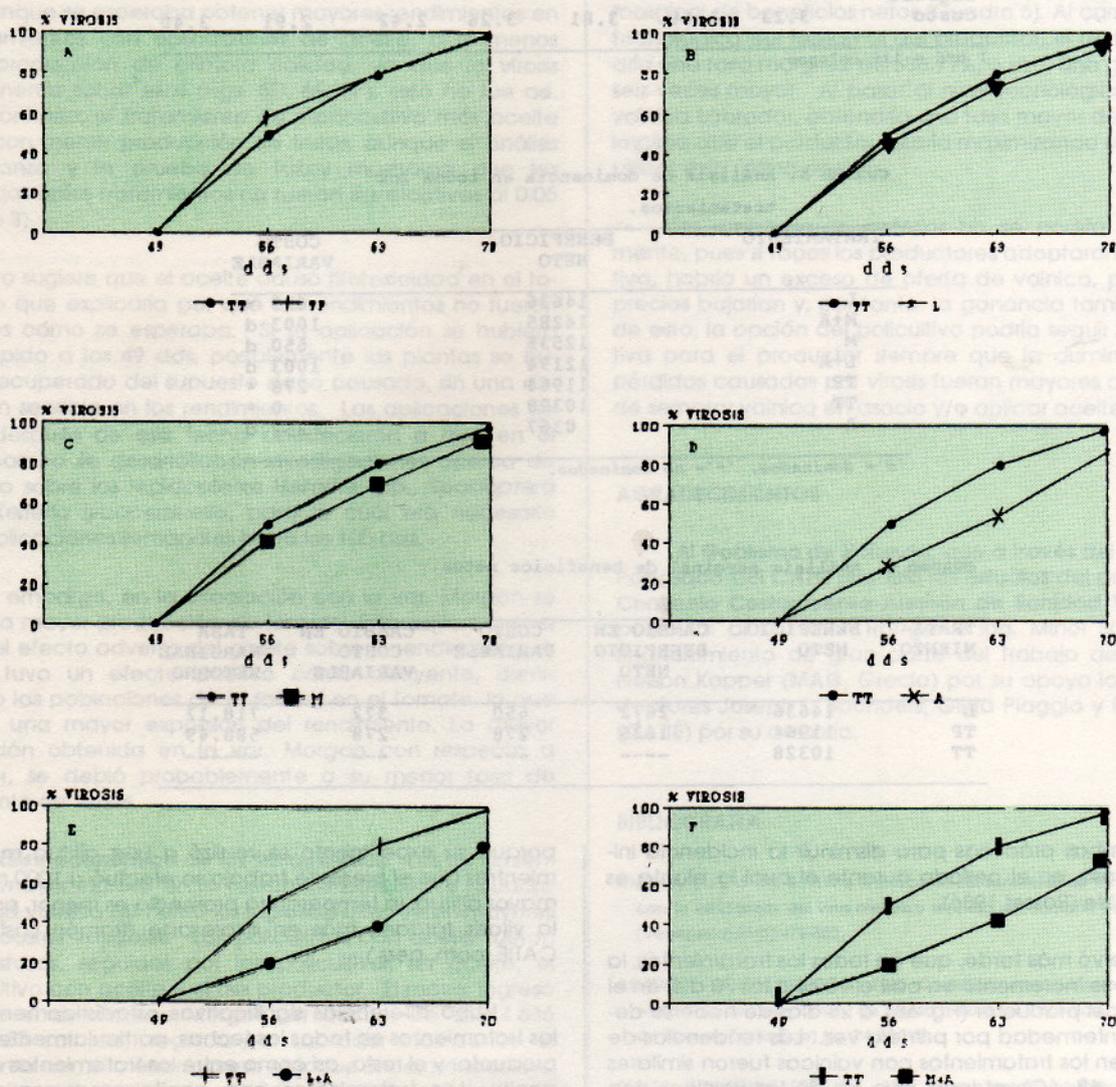
dds	COMPARACIONES	gl	T	Pr >  T
56	Aceite vs. No aceite	1	12.46	0.0001**
	Vainicas con aceite vs. Aceite	1	2.74	0.0209*
	Vainicas sin aceite vs. Productor	1	4.93	0.0006**
	Vainicas con aceite vs. Sin aceite	1	9.28	0.0001**
	Morgan vs. Labrador, sin aceite	1	1.02	0.3336
	Morgan vs. Labrador, con aceite	1	0.06	0.9521
	63	Aceite vs. No aceite	1	17.61
Vainicas con aceite vs. Aceite		1	4.81	0.0007**
Vainicas sin aceite vs. Productor		1	4.14	0.0020**
Vainicas con aceite vs. Sin aceite		1	14.65	0.0001**
Morgan vs. Labrador, sin aceite		1	1.56	0.1492
Morgan vs. Labrador, con aceite		1	1.28	0.2304
70		Aceite vs. No aceite	1	16.86
	Vainicas con aceite vs. Aceite	1	5.50	0.0003**
	Vainicas sin aceite vs. Productor	1	8.08	0.0001**
	Vainicas con aceite vs. Sin aceite	1	12.71	0.0001**
	Morgan vs. Labrador, sin aceite	1	0.07	0.9439
	Morgan vs. Labrador, con aceite	1	2.90	0.0156*

Datos transformados por el método del arco seno. Las comparaciones significativas están indicadas por '\*' (0.05) y '\*\*' (0.01).

**CUADRO 3. Rendimientos promedio, según la calidad de frutos de tomate (kg/ha), en los diferentes tratamientos. Grecia. Estación seca, 1992.**

TRATAMIENTO	CALIDAD DE FRUTO			TOTAL
	1a.	2a.	3a.	
Testigo absoluto	17143a	8193a	4017a	29363a
Testigo productor	19152a	9548a	4467a	33167a
Con vainica Labrador	18425a	9755a	5117a	33297a
Con vainica Morgan	16462a	10011a	4189a	30662a
Con aceite	13704a	7326a	4842a	25872a
Con Labrador y aceite	15162a	8821a	4854a	28837a
Con Morgan y Aceite	19304a	9731a	4817a	33852a

*Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes, según prueba de Tukey.*



**Fig. 6. Porcentaje acumulativo de plantas viróticas en los diferentes tratamientos en comparación con el testigo. Grecia. Estación seca, 1992.**

**CUADRO 4. Ingresos brutos, costos y beneficios netos de todos los tratamientos (en US\$). Grecia. Estación seca, 1992.**

TRATAMIENTO	TT	TP	L	M	A	L+A	M+A
<b>Ingresos:</b>							
Vainica	0	0	3212	2275	0	3274	2895
Tomate	13520	15434	15266	14101	11281	13115	15584
Bruto	13520	15434	18478	16376	11821	16389	18479
<b>Costos:</b>							
Fijos	3192	3192	3192	3192	3192	3192	3192
Variables	0	278	650	650	262	1003	1003
Total	3192	3470	3842	3842	3454	4194	4194
<b>Ingreso neto</b>	10328	11964	14636	12535	8367	12194	14285
<b>Relación ingreso-costo</b>	3.23	3.44	3.81	3.26	2.42	2.91	3.40

1 US\$ = 135 colones

**CUADRO 5. Análisis de dominancia en todos los tratamientos.**

TRATAMIENTO	BENEFICIO NETO	COSTO VARIABLE
L	14636	650 *
M+A	14285	1003 d
M	12535	650 d
L+A	12194	1003 d
TP	11964	278 *
TT	10328	0 *
A	8367	262 d

'd' = dominados, '\*' = no dominados.

**CUADRO 6. Análisis marginal de beneficios netos.**

TRATAMIENTO	BENEFICIO NETO	CAMBIO EN BENEFICIO NETO	COSTO VARIABLE	CAMBIO EN COSTO VARIABLE	TASA MARGINAL RETORNO
L	14636	2672	650	372	718.12
TP	11964	1636	278	278	588.49
TT	10328	----	---	---	-----

combinar ambas prácticas para disminuir la incidencia inicial de la virosis, en el período durante el cual la planta es más susceptible (Rosset 1986).

Se observó más tarde, que en todos los tratamientos, la enfermedad se incrementó en casi el 100% a los 70 dds en el tratamiento del productor (Fig. 6B), a 25 días de haberse detectado la enfermedad por primera vez. Las tendencias de incremento en los tratamientos con vainicas fueron similares entre sí (Figs. 6B, 6C), al igual que las de las vainicas con aceite (Figs. 6E, 6F). Es lógico que la virosis se manifestara con retraso, después de los 40 dds, aunque existieran moscas blancas virulíferas desde que las plantas estaban pequeñas. Sin embargo, estos datos contrastan con los de Anzola y Lastra (1978) en Venezuela, quienes observaron la expresión de la virosis en un tiempo relativamente corto después de la adquisición del virus. Esto se podría explicar

porque su experimento se realizó a una altitud muy baja, mientras que el presente trabajo se efectuó a 1000 msnm. A mayor altitud, la temperatura promedio es menor, por lo que la virosis tardaría más en expresarse (Ramón Lastra 1992, CATIE, com. pers.).

Hubo diferencias significativas estadísticamente entre los tratamientos en todas las fechas, particularmente entre el productor y el resto, así como entre los tratamientos con y sin aceite. Los tratamientos con aceite mostraron también diferencias altamente significativas con respecto al testigo en todas las fechas, pero no así los demás.

Los porcentajes de virosis fueron menores en los tratamientos con aceite, y el retraso en su expresión tuvo un efecto positivo sobre los rendimientos. Asimismo, aunque el aceite Volck 100 Neutral es básicamente un insecticida de

contacto (Thomson 1989), podría tener además un efecto protector e incluso repelente, similar al observado con el aceite Sunspray 6E Plus (Larew y Locke 1990). Esto explicaría la diferencia con el tratamiento del productor en la manifestación inicial de la virosis; es decir, no solo mataría al insecto por contacto, sino que evitaría la inoculación del virus a la planta.

**Rendimientos del tomate.** Los rendimientos oscilaron entre 25 872 kg/ha en el tratamiento de monocultivo más aceite y 33 852 kg/ha en el de vainica Morgan más aceite (Cuadro 3). En todos los tratamientos se obtuvo una proporción mayor de frutos de primera calidad (en promedio 55.5% del total); en cambio, la tercera calidad correspondió al 15%, obtenida principalmente en las últimas cosechas.

Aunque se esperaba obtener mayores rendimientos en los tratamientos con aplicaciones de aceite, o al menos mayor producción de primera calidad, ya que la virosis incidió menos sobre ellos (Figs. 6D, 6E, 6F), esto no fue así. Por el contrario, el tratamiento de monocultivo más aceite resultó con menor producción de frutos, aunque el análisis de varianza y la prueba de Tukey mostraron que las diferencias entre tratamientos no fueron significativas al 0.05 (Cuadro 3).

Esto sugiere que el aceite causó fitotoxicidad en el tomate, lo que explicaría por qué los rendimientos no fueron tan altos como se esperaba. Si su aplicación se hubiera interrumpido a los 49 dds, posiblemente las plantas se hubieran recuperado del supuesto daño causado, sin una disminución sensible en los rendimientos. Las aplicaciones de aceite después de esa fecha obedecieron a que en el mismo campo se desarrollaban investigaciones acerca de su efecto sobre los lepidópteros *Heliothis* spp., *Spodoptera* spp. y *Keiferia lycopersicella*, para lo cual era necesario hacer aplicaciones semanales hasta los 105 dds.

Sin embargo, en la asociación con la var. Morgan se obtuvo la mayor producción de tomate. Esto sugiere que a pesar del efecto adverso del aceite sobre el rendimiento, la vainica tuvo un efecto positivo como atrayente, disminuyendo las poblaciones de *B. tabaci* en el tomate, lo que permitió una mayor expresión del rendimiento. La mayor producción obtenida en la var. Morgan con respecto a Labrador, se debió probablemente a su menor tasa de incremento de virosis.

**Análisis económico de los tratamientos.** Los tratamientos con mayor ingreso bruto fueron los policultivos (Cuadro 4), pues la vainica aumentó los ingresos, que fueron mayores que los costos variables. Los policultivos con aceite fueron más costosos, seguidos por los policultivos sin aceite, el monocultivo con aceite y el del productor. El mayor ingreso neto fue el de vainica Morgan sin aceite, de US\$14 636 (US\$1 = 135 colones), seguida por Labrador más aceite. El tratamiento con el menor ingreso neto fue el de monocultivo más aceite, principalmente debido al menor ingreso bruto obtenido.

En términos generales, ninguno de los tratamientos presentó una rentabilidad baja, pues la relación ingreso-costo menor, precisamente para el tratamiento monocultivo más aceite, fue de 2.42; es decir, por cada unidad monetaria invertida se obtienen 2.42 unidades monetarias, lo que implica

que el productor gana más del doble. La relación ingreso-costo mayor fue 3.81, para el tratamiento de asocio con vainica Labrador, con casi cuatro veces de beneficio sobre inversión.

El análisis de dominancia básicamente consiste en la comparación entre los ingresos o beneficios netos y los costos variables, para conocer aquellos tratamientos que, ordenados descendientemente de acuerdo con su beneficio neto, tienen al mismo tiempo comparativamente, menores costos que el tratamiento siguiente. Así, el asocio con vainica Labrador fue el de mayor beneficio neto, y los del productor y testigo resultaron con costos variables menores; éstos son los tratamientos no dominados (Cuadro 5).

Con los tratamientos no dominados se hizo un análisis marginal de beneficios netos (Cuadro 6). Al cambiar de nivel tecnológico del testigo al del productor, el agricultor obtendría una tasa marginal de 588.99%, o sea, una ganancia casi seis veces mayor. Al pasar al nivel tecnológico de tomate-vainica Labrador, obtendría una tasa mayor de 718.1%. Esto implica que el productor estaría maximizando su beneficio al utilizar esta última opción.

Sin embargo, lo anterior no se podría cumplir realmente, pues si todos los productores adoptaran esta alternativa, habría un exceso de oferta de vainica, por lo que los precios bajarían y, por tanto, la ganancia también. A pesar de esto, la opción del policultivo podría seguir siendo atractiva para el productor siempre que la disminución en las pérdidas causadas por virosis fueran mayores que los costos de sembrar vainica en asocio y/o aplicar aceite. □

## AGRADECIMIENTOS

Al **Gobierno de Holanda**, que a través del Programa de Postgrado del CATIE financió los estudios del primer autor. Al **Convenio Costarricense-Alemán de Sanidad Vegetal**, y en particular al Dr. Ulrich Röttger e Ing. Minor Saborío, por el financiamiento de gran parte del trabajo de tesis. Al Ing. Nelson Kopper (**MAG**, Grecia) por su apoyo logístico. A los doctores Joseph L. Saunders, Gilda Piaggio y Pedro Ferreira (**CATIE**) por su asesoría.

## BIBLIOGRAFIA

- ANZOLA, D.; LASTRA, R. 1978. Protección de semilleros de tomate y su relación con la incidencia del virus mosaico amarillo del tomate. *Agronomía Tropical (Venezuela)* 25(5):473-482.
- ASIATICO, J.M.; ZOEBISCH, T.G. 1992. Control de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en tomate con insecticidas de origen biológicos y químico. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* No. 24-25:1-7.
- BUTLER, G.D.; HENNEBERRY, T.J. 1991. Sweetpotato whitefly control: Effect of tomato cultures and plant derived oils. *Southwest. Entomol.* 16(1):37-43.
- CABALLERO, C.; RUEDA, A. 1992. Las moscas blancas en Honduras. In *Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe*. L. Hille y O. Arboleda (Eds.). Turrialba, Costa Rica. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 205. 66 p.

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 el tomate en el Valle Central Occidental (Primer informe). Costa Rica, MAG-GTZ-CATIE. 95 p.

CALVO, G.; PACHECO, A.B.; FRENCH, J.; ALVARADO, E. 1989. Análisis económico del manejo del picudo de chile (*Anthonomus eugenii* Cano). Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) Nº 11:31-50.

CATIE. 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de tomate. CATIE. Serie Técnica. Informe técnico No. 25. 38 p.

COMISION NACIONAL DE MOSCA BLANCA. 1993. Las moscas blancas en Nicaragua. In Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. L. Hilje y O. Arboleda (Eds.). Turrialba, Costa Rica. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico. No. 205. 66 p.

GRAVENA, S.; CHURATA MASCA, M.G.; ARAI, J.; RAGA, A. 1984. Manejo integrado da mosca branca *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) em cultivares de tomateiro de crescimento determinando visando reducao de virose do mosaico dourado. An. Soc. Entomolog. Brasil. 13(1):35-41.

HILJE, L.; LASTRA, R.; ZOEIBISCH, T.; CALVO, G.; BARRANTES, L.; SEGURA, H.; ALPIZAR, D.; AMADOR, P. 1993. Las moscas blancas en Costa Rica. In Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. L. Hilje y O. Arboleda (Eds.). Turrialba, Costa Rica. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico. No. 205. 66 p.

JIMENEZ, J.M.; BUSTAMANTE, E.; GAMBOA, A. 1988. Estudio preliminar de fertilidad de suelos en tomate en relación a incidencia de enfermedades. Turrialba, C.R., CATIE, Proyecto MIP. 12 p. (mimeografiado).

LAREW, H.G.; LOCKE, J.C. 1990. Repellency and toxicity of a horticultural oil against whiteflies on chrysanthemum. HortScience 25(11):1406-1407.

LARIOS, J.; RIVAS, G. 1989. Comparación de tres métodos de muestreo de adultos del vector *B. tabaci* (Genn.) en frijol, algodón, camote y yuca. In Congreso Asociación Latinoamericana de Fitopatólogos (1989, Cali, Col.). (Resúmenes). Cali, Colombia, CIAT. p. 82.

ROSSET, P.M. 1986. Aspectos ecológicos y económicos del manejo de plagas y los policultivos de tomate en América Central. Ph. D. Thesis. Trads. L. Babbar, E. Tovar, P. Rosset. Ann Arbor, Michigan, Institute for the Development of Agricultural Alternatives. 128 p.

\_\_\_\_\_. 1988. Evaluation and validation of a tomato and bean polycultural cropping system as a component of IPM for tomatoes in Nicaragua. In International Symposium of Integrated Management Practices (1988, Taipei, Taiwan). Tomato and Pepper Productions in the Tropics. Taipei, Taiwan, Asian Vegetable Research and Development Center, pp. 289-302.

SAS INSTITUTE INC. 1989. An introductory guide to SAS version 6. North Carolina, USA. 117 p.

SERRA, C.A. 1991. El uso de insecticidas naturales provenientes del árbol Nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) en el manejo integrado de plagas importantes para el cultivo tomatero dominicano. (Reporte). Eschborn, Alemania, GTZ. 19 p.

STANSLY, P.; CAWLEY, B.M. 1991. Control of sweetpotato whitefly and geminivirus transmission on staked tomato. Spring 1990. Control of Insects Pests on Tomato: Field Test. Florida, U.S.A., Southwest Florida Research and Education Center, Immokalee Institute of Food and Agricultural Science, University of Florida. pp. 5-10.

TOSI, J. 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.

**AREA DE FITOPROTECCION**  
**Publicaciones en Venta**

**ACAROS FITOFAGOS DE AMERICA CENTRAL:**  
**GUIA ILUSTRADA**



**R. OCHOA, H. AGUILAR**  
**y C. VARGAS**

**\$ 30.00**

# IMPORTANCIA DEL GENERO *Heliothis* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) DENTRO DEL COMPLEJO DE GUSANOS DEL FRUTO DEL TOMATE EN GRECIA, COSTA RICA\*

Félix P. Evo\*\*  
Luko Hlilje\*\*\*

## ABSTRACT

A study was carried out during the 1992 dry season in Grecia, the main tomato growing area in Costa Rica, to characterize the fruitworm complex and its distribution in tomato plants. A tomato-bean association was evaluated as an option to decrease damage caused by this complex. *Heliothis zea* was the most important species attacking tomatoes. The highest capture of adults was between 113-140 Julian-days (April 22 - May 20), and of eggs and larvae was from 141-147 Julian-days (May 21-28). The main capture period for adults during the cropping season was 13 weeks after planting (wap), and that for eggs and larvae was at 11 and 14 wap, respectively, coinciding with the flowering and fruiting periods of the crop.

## INTRODUCCION

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es una de las hortalizas de mayor importancia en América Central. A su producción se dedican alrededor de 21000 ha/año, lo que representa un valor de \$50 millones (CATIE 1990). Entre las principales plagas que atacan al cultivo en la estación seca en la región se encuentran *Heliothis* spp. (Rosset *et al.* 1987), los cuales causan disminuciones del 10% en el rendimiento en Panamá y Costa Rica, y del 20-40% en Guatemala (CATIE 1990). El fruto puede ser atacado también por *Spodoptera* spp. y por el gusano alfiler, *Keiferia lycopersicella* (King y Saunders 1984, CATIE 1990) y, ocasionalmente, por *Pseudoplusia includens* y *Trichoplusia ni* (King 1979). El uso de insecticidas contra los gusanos del fruto representa un porcentaje sustancial, del 20-30%, de los costos de producción invertidos en el combate de plagas (CATIE 1990).

En América Central el complejo de gusanos del fruto de tomate está constituido por, al menos, seis especies de la familia Noctuidae, cuatro de *Spodoptera* y dos de *Heliothis* (CATIE 1990). Sin embargo, son escasos los datos publicados sobre la importancia relativa de cada una de ellas, destacándose que *H. zea* es la más relevante (CATIE 1990). Puesto que el grado de importancia podría variar por países y regiones, y dado que el combate podría variar entre especies, es fundamental identificar las especies más importantes en zonas particulares. Por lo tanto, el propósito de este trabajo fue caracterizar, en la principal zona productora de tomate en Costa Rica, el papel de *Heliothis* spp.

## RESUMEN

Se realizó un estudio durante la estación seca de 1992 en Grecia, la principal zona productora de tomate de Costa Rica, para caracterizar el complejo de gusanos del fruto y su distribución en la planta de tomate. Se evaluó la asociación tomate-frijol como una opción para disminuir el daño causado por dicho complejo. Se encontró a *Heliothis zea* como la principal especie que ataca los frutos de tomate, y la mayor captura de adultos se produjo entre los 113-140 días julianos (22 abril-20 de mayo) y la de huevos y larvas entre los 141-147 días julianos. Dentro de la temporada del cultivo la mayor captura de adultos se produjo a las 13 semanas después de la siembra (sds) y la de larvas y huevos en la 11 y 14 sds, respectivamente, período que coincidió con el de floración y fructificación del cultivo.

dentro del complejo de gusanos del fruto, así como su fluctuación poblacional en relación con la fenología del cultivo.

## MATERIALES Y METODOS

**Ubicación del estudio.** Se realizó de enero a julio de 1992, en la zona de Santa Gertrudis Norte y Bodegas, cantón de Grecia, Alajuela, Costa Rica, ubicada en la zona de vida de bosque húmedo premontano (Tosi 1969). La altitud es de 1000 m, la temperatura promedio anual de 23°C y precipitación anual de 2196 mm.

Se trabajó en cuatro campos de agricultores, quienes manejaron las parcelas según sus prácticas habituales, aplicando plaguicidas en forma calendarizada, generalmente dos veces por semana durante casi toda la temporada del cultivo. El área de las parcelas varió desde 500 m<sup>2</sup> hasta 1 ha. La distancia de siembra fue de 0.3 m entre plantas (dos plantas por hoyo) y 1.5 m entre surcos, equivalente a una densidad de 25 000 plantas/ha.

**Recibido: 16/03/93. Aprobado: 06/08/93**

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

\*\*Escuela Nacional de Agricultura. Apartado No.9, Catacamas, Olancho, Honduras.

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

**Muestreo de insectos.** Para estudiar la fluctuación en la abundancia de adultos, en las esquinas de cada parcela se colocaron cuatro trampas de feromonas (Fig. 1) del tipo Cono 50-25 o "Texas Regular" (Hartstack, Witz y Buck 1979). Se ubicaron diagonalmente dos trampas con feromona de *H. zea* y dos con la de *H. virescens*. Las trampas se colocaron dos semanas después de la siembra. Las feromonas (Pherocon Cap, Sandoz Ltd.) se cambiaron cada dos semanas. En cada parcela se hicieron los recuentos de los adultos semanalmente, hasta la fecha de la última cosecha.

En cuanto a la fluctuación de huevos y larvas, después de instalar las trampas se realizó un muestreo sistemático semanal en cada campo. Se escogió arbitrariamente un sitio, y se tomaron muestras cada 20 pasos hasta completar 30 plantas por parcela; al finalizar un surco, el observador se desplazaba en sentido inverso por el surco contiguo. En las plantas seleccionadas se observó la hoja situada inmediatamente debajo de la inflorescencia más alta con al menos una flor abierta, revisándose la haz, el envés y el punto de inserción en el tallo, así como los frutos menores a 2.5 cm de diámetro ubicados debajo de ella. Se registró el número de huevos y larvas encontrados, que fueron identificados con una lupa y verificados en un estereoscopio.

Para determinar la abundancia relativa de cada especie, además de las trampas, se recolectaron todas las larvas que se hallaban en esos campos y en parcelas vecinas, las cuales fueron llevadas al laboratorio y criadas hasta el estado adulto en un medio de cría, correspondiente a una modificación del medio de Shorey y Hale (1965).

**Fenología del cultivo.** En cada parcela se registraron los principales eventos fenológicos de las variedades sembradas (Hayslip y Catalina), observándose semanalmente diez plantas de cada variedad, seleccionadas al azar. A éstas se les contabilizó la altura, el número de nudos, de inflorescencias, flores abiertas, flores cerradas, frutos pequeños (diámetro menor a 2.5 cm) y frutos medianos (diámetro mayor a 2.5 cm). Como altura de la planta se estableció la distancia entre la base de la planta y el punto de las yemas apicales más altas. El número de nudos se determinó contando desde el nudo con las primeras hojas u hojas falsas, hasta el nudo inferior a las yemas apicales. En las estructuras reproductivas o inflorescencias se consideró como botones a aquellos sin la corola visible; como flores cerradas las que mostraban la corola pero sin abrirse, y como flores abiertas las de corola completamente desarrollada.

**Análisis de los datos.** En el análisis, para obtener el patrón de presencia estacional independientemente de la fenología del cultivo, se sumó la cantidad de adultos obtenidos en todos los campos y se obtuvo un promedio semanal, el cual se graficó utilizando días julianos (*dj*, el número correspondiente a cada fecha en los 365 días del año), para contar con una escala continua de tiempo.

Los datos de abundancia de *H. zea* en relación con la fenología del cultivo, se expresaron de modo que los valores de cada muestreo semanal correspondieran a un porcentaje del número total de cada estadio del insecto observado durante la temporada de cultivo.

Para relacionar la acumulación de días-calor (contabilizada desde la fecha de siembra en cada parcela) con la expresión de los eventos fenológicos y con la fluctuación poblacional de *H. zea*, se utilizó la siguiente fórmula (Sevacherian *et al.* 1977):

$$\text{Días-calor} = 6 (\text{máx} + \text{mín} - 2(10))$$

donde, *máx* (temperatura máxima diaria) y *mín* (temperatura mínima diaria)

El valor de 10°C en la fórmula es la temperatura base, a partir de la cual la planta exhibe actividad metabólica (University of California 1990). Para *H. zea* se empleó un valor de 15.6°C, que es la temperatura base de su congénere *H. virescens* (Hilje 1983).

## RESULTADOS

**Abundancia estacional de insectos.** En la zona de Grecia, la especie de *Heliothis* predominante fue *H. zea*, lo cual se demostró con la captura de adultos y la crianza de larvas (Cuadro 1 y 2). No se colocaron trampas para capturar adultos de *Spodoptera* spp. por carecer de las feromonas pertinentes.

En relación con la fluctuación en la abundancia, puesto que la captura de adultos de *H. virescens* fue baja y las mayores poblaciones fueron de *H. zea*, los resultados presentados a continuación están referidos a ésta.

CUADRO 1. Número de adultos de *Heliothis* spp. capturados en trampas con feromonas, en dos localidades de Grecia. Estación seca, 1992.

ESPECIE	LOCALIDAD		TOTAL	%
	Santa Gertrudis	Bodegas		
<i>H. zea</i>	36	231	267	93
<i>H. virescens</i>	6	15	21	7

CUADRO 2. Número de larvas de *Heliothis* y *Spodoptera* colectadas en los frutos y criadas en el laboratorio, en dos localidades de Grecia. Estación seca, 1992.

ESPECIE	LOCALIDAD		TOTAL	%
	Santa Gertrudis	Bodegas		
<i>H. zea</i>	222	204	426	94.6
<i>H. virescens</i>	6	6	12	2.6
<i>S. eridania</i>	6	6	12	2.6

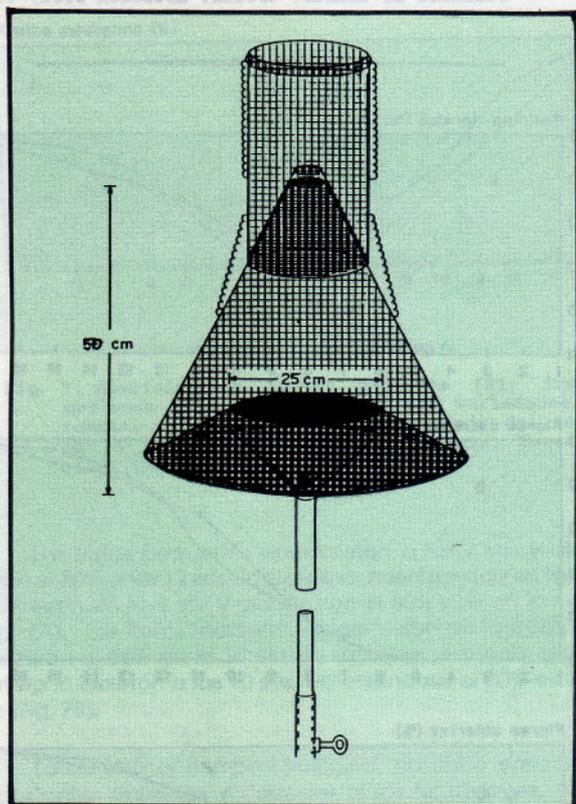


Fig. 1. Trampa tipo cono 50-25 (Redibujada de Hilje 1983).

De enero a julio, independientemente de la fenología del cultivo, la abundancia de adultos de *H. zea* varió notoriamente, mostrando picos entre los 113 y 140 dj., mientras que la de huevos y larvas alcanzó el máximo entre los 141 y 147 dj.

Al relacionarlo con la fenología del cultivo se determinó que el número de adultos se incrementó desde la 10 semana después de la siembra (sds), alcanzando el máximo en la 13 sds, para decrecer rápidamente en las semanas subsiguientes (Fig. 2). Los huevos empezaron a detectarse en el follaje a partir de la 5 sds y las larvas en la 8 sds; los porcentajes de huevos en el follaje fueron máximos a las 11

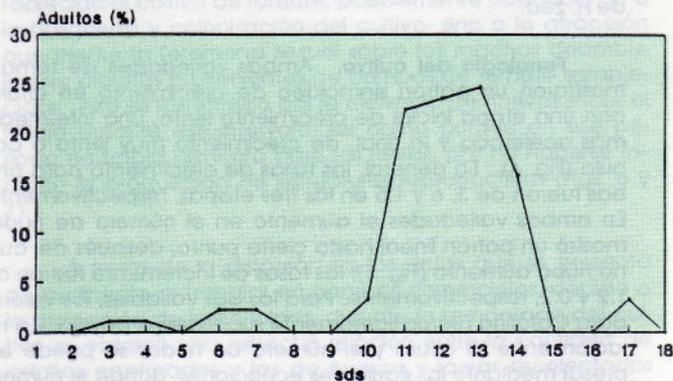


Fig. 2. Abundancia de adultos de *H. zea*, expresada como el porcentaje del máximo número de adultos capturados durante la temporada del cultivo. Grecia. Estación seca, 1992.

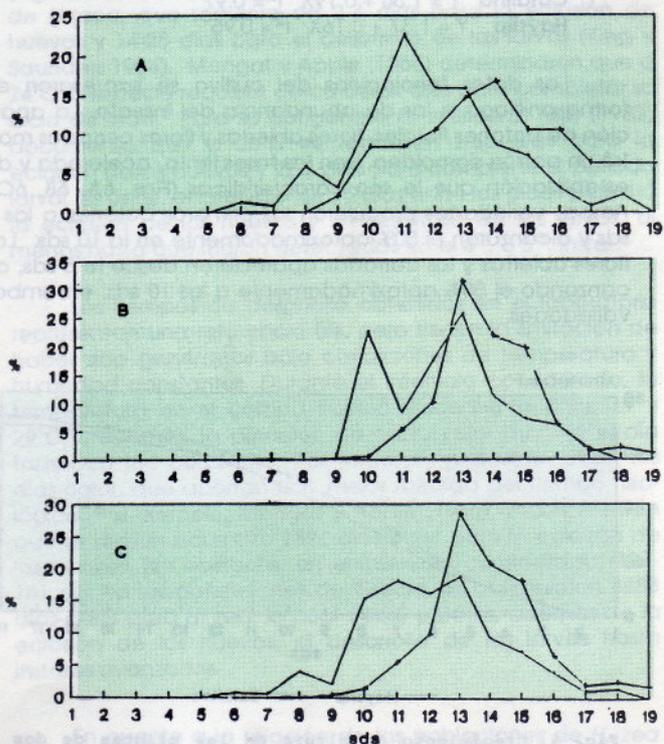


Fig. 3. Abundancia de huevos y larvas de *H. zea* en el follaje (A), en los frutos (B) y en ambas estructuras (C), en tomate, expresada como el porcentaje del total durante la temporada del cultivo. Grecia. Estación seca, 1992.

sds y de larvas a las 14 (Fig. 3A). Los huevos aparecieron en los frutos a las 9 sds y las larvas a las 10; también existieron dos picos de huevos en la 10 y 13 sds y un pico máximo de larvas en la 13 sds (Fig. 3B). Al totalizar los datos se observó que los huevos aparecieron desde la 5 sds y las larvas desde la 8 sds (Fig. 3C). La máxima cantidad de huevos y larvas se obtuvo en la 13 sds. La cantidad de huevos se incrementó notablemente a partir de la 10 sds y la de larvas a las 11 sds.

El parasitismo, de apenas el 5% (21 de 426 larvas recolectadas), fue causado por un endoparásitoide quizás del género *Eucelatoria* (Diptera: Tachinidae). Este es idiobionte, pues los adultos emergieron del 5o. o 6o. instar larval, y además es gregario, hallándose entre 2-9 pupas por larva de *H. zea*.

**Fenología del cultivo.** Ambas variedades de tomate mostraron un patrón sigmoideo de crecimiento en altura, con una etapa inicial de crecimiento lento, una intermedia más acelerada y la final, de crecimiento muy lento o casi nulo (Fig. 4). En general, las tasas de crecimiento para ambas fueron de 3, 6 y 1.5 en las tres etapas, respectivamente. En ambas variedades el aumento en el número de nudos mostró un patrón lineal hasta cierto punto, después del cual no hubo aumento (Fig. 5); las tasas de incremento fueron de 1.2 y 0.2, respectivamente. Para las dos variables, los valores para Catalina fueron ligeramente superiores a Hayslip. La relación entre la altura y el número de nudos se puede expresar mediante las siguientes ecuaciones, donde el número de nudos es la variable dependiente y la altura es la variable independiente:

$$\text{Catalina } Y = 1.56 + 0.19X \quad r^2 = 0.97$$

$$\text{Hayslip } Y = 1.37 + 0.16X \quad r^2 = 0.95$$

Los datos fenológicos del cultivo se expresaron en forma análoga a los de abundancia del insecto. La aparición de botones florales, flores abiertas y flores cerradas mostró un patrón sigmoideo, con las fases lenta, acelerada y de estabilización que le son características (Figs. 6A, 6B, 6C). Ambas variedades produjeron los primeros botones a las 5 sds y alcanzaron el 50% aproximadamente en la 10 sds. Las flores abiertas y las cerradas aparecieron desde la 5 sds, alcanzando el 50% aproximadamente a las 10 sds, en ambas variedades.

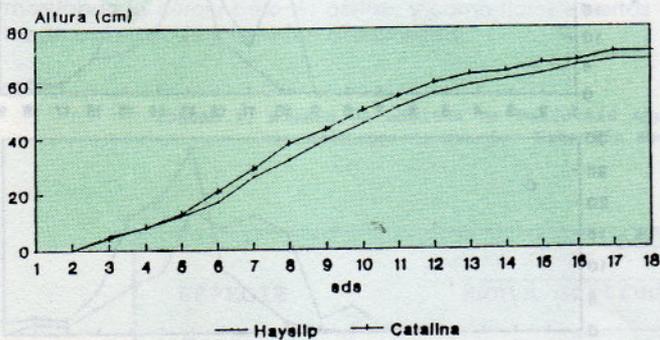


Fig. 4. Crecimiento de altura de las plantas de dos variedades de tomate. Grecia. Estación seca, 1992.

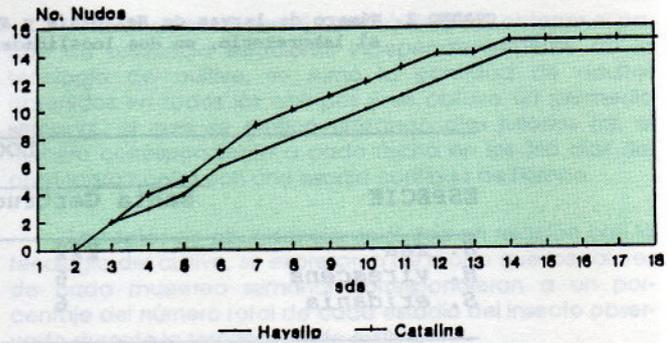


Fig. 5. Número de nudos de las plantas de dos variedades de tomate. Grecia. Estación seca, 1992.

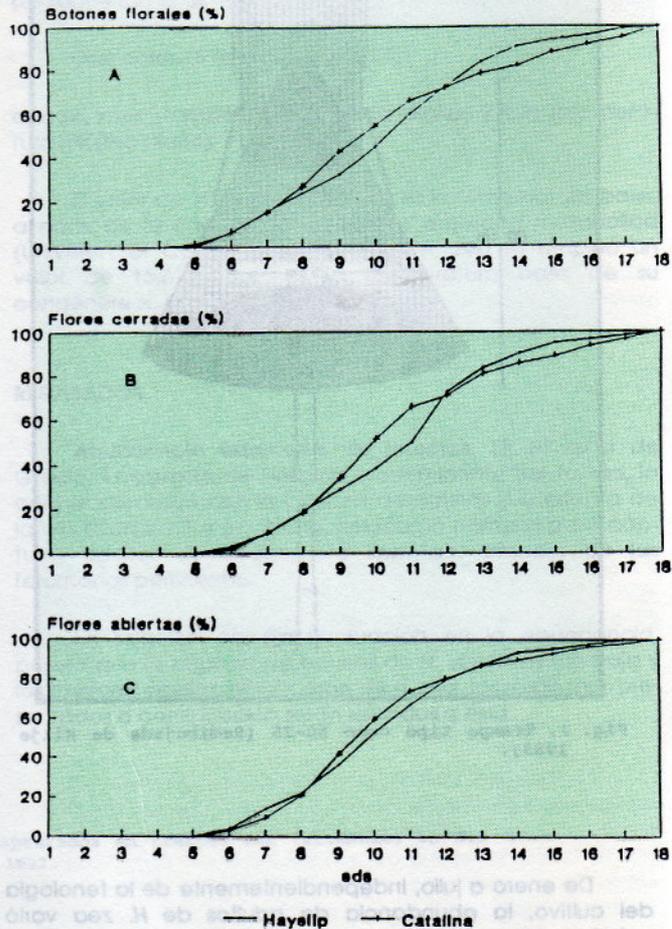


Fig. 6. Aparición de botones florales (A), flores cerradas (B) y flores abiertas (C) en plantas de dos variedades de tomate, expresada como el porcentaje del total durante la temporada del cultivo. Grecia. Estación seca, 1992.

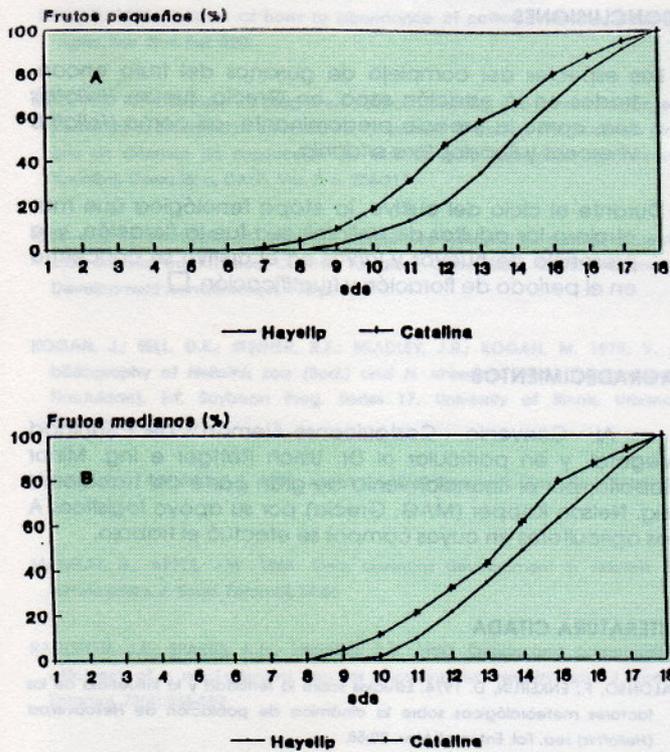


Fig. 7. Aparición de frutos pequeños (A), frutos medianos (B) en plantas de dos variedades de tomate, expresada como el porcentaje del total en la temporada del cultivo. Grecia. Estación seca, 1992.

Los frutos pequeños aparecieron a las 7 sds y alcanzaron el 50% a las 12 sds en Catalina, mientras que en Hayslip lo hicieron en la 8 sds y alcanzaron el 50% casi en la 14 sds (Fig. 7A). Los frutos medianos aparecieron en la 8 sds y alcanzaron el 50% en la 13 sds en Catalina, en tanto que en Hayslip lo hicieron a las 10 sds, obteniéndose el 50% en la 14 sds (Fig. 7B).

En cuanto al tiempo fisiológico, no hubo variaciones importantes entre las variedades ni las localidades, por lo que se calcularon los promedios de 10627, 9706, 9611, 10320, 13402 y 13789 días-calor, para la expresión del 50% de las inflorescencias, botones florales, flores cerradas, flores abiertas, frutos pequeños y frutos medianos, respectivamente.

## DISCUSION

Del complejo de gusanos del fruto (familia Noctuidae), en Grecia, en la estación seca el fruto de tomate es atacado principalmente por *H. zea*, lo cual corrobora lo indicado para América Central (CATIE 1990) y para los EE.UU. (Lange y Bronson 1981, van Steenwyk 1983). Aunque *H. zea*, al igual que *H. virescens* y *Spodoptera eridania* son polífagas, es evidente que muestra una preferencia mayor que estas especies hacia el tomate.

La mayor captura de adultos de *H. zea* observada entre los 120-126 dj (30 de abril al 6 de mayo), se debe

posiblemente a que en esa época ya está sembrada la mayoría de campos de tomate bajo riego, lo que asegura una adecuada concentración de alimentos en el tiempo y el espacio, favoreciéndose el incremento de sus poblaciones. A diferencia de las regiones templadas, donde entra en diapausa durante el invierno (Kogan *et al.* 1978), en los trópicos no estacionales el contraste entre las estaciones no es tan marcado, de modo que *H. zea* posiblemente permanece activo durante todo el año. En ausencia de cultivos extensos, los hospedantes silvestres disponibles, así como parcelas pequeñas y aisladas de maíz (otro de sus cultivos favoritos) le deben permitir reproducirse continuamente.

La captura en las trampas durante el primer mes de establecido el cultivo de tomate, posiblemente obedeció no a la búsqueda y colonización del cultivo, sino a la atracción que ejerce la feromona sexual sobre los machos deambulantes, algunos provenientes de campos de tomate establecidos. Esto es sustentado por la ausencia de huevos sobre el follaje durante ese intervalo, así como porque en ese período no había alimento para las larvas, por no haberse iniciado la producción de estructuras reproductivas (Figs. 6 y 7).

A pesar de la distorsión en los datos que se presenta comúnmente al trabajar en campos comerciales, debido a la aplicación de insecticidas, durante la temporada del cultivo se observó una estrecha relación entre la cantidad de adultos capturados y las de huevos y larvas recolectados posteriormente. La máxima captura de adultos coincidió con los picos máximos de oviposición en el follaje y los frutos, y hubo un desfase de casi dos semanas en el pico de larvas (Figs. 2 y 3). Esto se explica por la duración del ciclo de vida de *H. zea*, que requiere de 2-4 días para la eclosión de huevos y 14-25 días para el desarrollo de las larvas (King y Saunders 1984). Mangat y Apple (1966) determinaron que a 24°C la especie requiere cerca de 34 días para completar su ciclo de vida. Para su congénere *H. virescens*, Hilje (1983) documentó que a 25°C se requieren 2.88 días para la eclosión de los huevos y 22.2 días para completar el período larval. Es decir, el intervalo de 15 días entre los picos permitió la eclosión de los huevos y el desarrollo de las larvas, al menos hasta que fueron detectadas en el 4<sup>o</sup>. o 5<sup>o</sup>. instar.

Los tiempos de desarrollo obtenidos en el laboratorio representan una referencia útil, pero tienen la limitación de haber sido generados bajo condiciones de temperatura y humedad constantes. Durante el intervalo considerado, la temperatura en el campo fluctuó típicamente entre 19 y 29°C y, además, la duración de cada valor durante el día tampoco fue constante. Por tanto, es preferible utilizar los días-calor, que aportan una mejor medida del tiempo fisiológico. Por ejemplo, Mangat y Apple (1966) documentaron que se deben acumular 1824 días-calor para la eclosión de los huevos. No obstante, en el intervalo considerado (127-141 dj), en las condiciones de Grecia, se acumularon 3888 días-calor para *H. zea*, lo cual debió permitir, además de la eclosión de los huevos, el desarrollo de las larvas hasta instares avanzados.

En cuanto a la relación de las poblaciones de *H. zea* con la fenología del tomate, las plantas alcanzaron en la 11 sds el 50-60% de botones florales, flores cerradas y flores abiertas (Fig. 6), lo cual coincidió con la notoria afluencia de adultos (Fig. 2). Ello sugiere que la aparición de las estruc-

turas florales ejerce una fuerte atracción sobre los adultos, que posiblemente inmigran desde campos vecinos e incluso distantes, dada la gran capacidad de vuelo de los adultos de *Heliothis* spp. (Hartstack y Witz 1981). Esto refuerza lo señalado por Alonso y Enkerlin (1974), Zalom *et al.* (1983a), CATIE (1990), quienes indican que el inicio de la oviposición en *H. zea* se relaciona con la formación de flores.

El pico máximo de larvas en la 13 sds, coincidió con el aumento en la cantidad de frutos, que en ese período alcanzó cerca del 50% de frutos pequeños (de diámetro inferior a 2.5 cm), y con gran disponibilidad de flores de las que también se alimentan. No obstante, ya había frutos disponibles desde la 8 sds y flores desde mucho antes, lo cual permitió a la subpoblación de larvas empezar a crecer hasta alcanzar el pico mencionado. Raulston *et al.* (1980) en algodón y Gross *et al.* (1976), en maíz, hicieron observaciones análogas para *H. zea*; en ambos casos la mayor abundancia de frutos y las condiciones climáticas causaron incrementos en el número de larvas. En el tomate, en Costa Rica, King (1979) también determinó que el pico máximo de larvas coincidió con la disponibilidad de frutos.

Al relacionar los totales de huevos en el follaje con los de larvas en los frutos, se notó que los picos de huevos a las 10, 11 y 12 sds provocaron incrementos en la cantidad de larvas en las dos semanas subsiguientes, respectivamente. Igualmente, el pico máximo de huevos en el follaje en la 11 sds se expresó en un pico de larvas en las 13 sds. Esto significa que aunque los huevos depositados en el follaje eclosionan rápidamente (el 69% del total apareció en el follaje), las larvas nacidas de ellos solo se detectan en los frutos casi dos semanas después, quizá debido a su tamaño y a que inicialmente se alimentan de flores durante cierto período. Las larvas detectadas en el follaje correspondieron apenas al 14% del total, lo cual debe obedecer a que, por su gran movilidad, se encontraban ahí en el momento del muestreo, en búsqueda de frutos; éstos y las estructuras reproductivas con alto contenido de nitrógeno, son su alimento favorito (Hardwick 1965, Fitt 1989).

En síntesis, aunque la temperatura y la humedad relativa en la estación seca afectan la abundancia estacional de *H. zea*, lo más determinante es la relación entre el desarrollo del insecto y la etapa fenológica del cultivo. Esto coincide con lo observado por Isely (1935), Gross y Young (1977), Hogg y Calderón (1981), Alonso y Enkerlin (1974).

En relación con el comportamiento fenológico de las variedades de tomate, las diferencias en general no fueron muy marcadas y es posible que hayan obedecido a la heterogeneidad de la población o a la reducida muestra utilizada. Además, la aparición de las inflorescencias, botones florales, flores cerradas y flores abiertas fue muy similar entre sí, lo cual puede explicarse porque todas son estructuras afines y, dado el intervalo entre las fechas de muestreo, no se observó su sucesión cronológica. Además, al realizar el muestreo, probablemente varias de las estructuras se contaron nuevamente, lo que, al graficar los datos, impidió obtener curvas de comportamiento diferenciadas para cada estructura.

## CONCLUSIONES

- Las especies del complejo de gusanos del fruto encontradas en la estación seca, en Grecia, fueron *Heliothis zea*, como la especie predominante, así como *Heliothis virescens* y *Spodoptera eridania*.
- Durante el ciclo del cultivo, la etapa fenológica que más atrajo a los adultos de *Heliothis zea* fue la floración, y la presencia de huevos y larvas en el cultivo se concentró en el período de floración y fructificación. □

## AGRADECIMIENTOS

Al Convenio Costarricense-Alemán de Sanidad Vegetal, y en particular al Dr. Ulrich Röttger e Ing. Minor Saborío, por el financiamiento de gran parte del trabajo. Al Ing. Nelson Kopper (MAG, Grecia) por su apoyo logístico. A los agricultores en cuyos campos se efectuó el trabajo.

## LITERATURA CITADA

- ALONSO, F.; ENKERLIN, D. 1974. Estudios sobre la fertilidad y la influencia de los factores meteorológicos sobre la dinámica de población de *Helicoverpa (Heliothis) zea*. Fol. Entomol. Mex. 29:58.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de tomate. Turrialba, Costa Rica. Serie Técnica. Informe Técnico N° 151. 138 p.
- FITT, G. 1989. The ecology of *Heliothis* species in relation to agroecosystems. Ann. Rev. Entomol. 34:17-52.
- GROSS JR., H.R.; YOUNG, R. 1977. Comparative development and fecundity of corn earworm reared on selected wildland cultivated early-season hosts common to the Southeastern U.S. Ann. Entomol. Soc. Am. 70:63-65.
- GROSS JR., H.R.; WISEMAN, B.R.; McMILLIAN, W. 1976. Comparative suitability of whorl stages of sweet corn for establishment by larvae of the corn earworm. Environ. Entomol. 5(5):955-958.
- HARDWICK, D.F. 1965. The corn earworm complex. Mem. Entomol. Soc. Can. 40. 247 p.
- HARTSTACK, A.W.; WITZ, J.A. 1981. Estimating field populations of tobacco budworm moths from pheromone trap catches. Environ. Entomol. 10(6):908-914.
- HARTSTACK, A.W.; WITZ, J.A.; BUCK, D.R. 1979. Moth traps for the tobacco budworm. J. Econ. Entomol. 72(4):519-522.
- HILJE, L. 1983. Spatio-temporal phenology of *Heliothis virescens* (F.) (Lepidoptera: Noctuidae) in the Imperial Valley, California. Ph.D. Dissertation. Riverside, California. University of California. 261 p.
- HOGG, D.B.; CALDERON, C. 1981. Developmental times of *Heliothis zea* and *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae and pupae in cotton. Environ. Entomol. 10:177-179.

ISELY, D. 1935. Relation of hosts to abundance of cotton bollworm. Arkansas Agric. Exp. Stat. Bull. 320.

KING, A.B. 1979. Manejo de plagas en cultivos horticolas con consideración especial de la producción en zonas no tomateras. In Control integrado de plagas en sistemas de producción de cultivos para pequeños agricultores. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Vol. 2. p. 206-217.

KING, A.B. S.; SAUNDERS, J.L. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos alimenticios anuales en América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Overseas Development Administration. 175 p.

KOGAN, J.; SELL, D.K.; STINNER, R.E.; BRADLEY, J.R.; KOGAN, M. 1978. V. A bibliography of *Heliothis zea* (Bod.) and *H. virescens* (Fab.) (Lepidoptera: Noctuidae). Int. Soybean Prog. Series 17. University of Illinois, Urbana-Champaign. 242 p.

LANGE, W.H.; BRONSON, L. 1981. Insect pests of tomatoes. Ann. Rev. Entomol. 26:345-371.

MANGAT, B.; APPLE, J.W. 1966. Corn earworm development in relation to temperature. J. Econ. Entomol. 59:66

RAULSTON, J.R.; SPARKS, A.N.; LINGREN, P.D. 1980. Design and comparative efficiency of a wind-oriented trap for capturing live *Heliothis* spp. J. Econ. Entomol. 73(4):586-589.

ROSSET, P.; DIAZ, I.; AMBROSE, R.; CANO, M.; VARELA, G.; SNOOK, A. 1987. Evaluación y validación del sistema de policultivo de tomate-frijol como componente de un programa de manejo integrado de plagas de tomate en Nicaragua. Turrialba 37(1):85-92.

SEVACHERIAN, V.; STERN, V.M.; MUELLER, A.J. 1977. Heat accumulation for timing *Lygus* control measures in a safflower-cotton complex. J. Econ. Entomol. 70(4):399-402.

SHOREY, H.H.; HALE, R.L. 1965. Mass-rearing of the larvae of nine noctuid species on a simple artificial medium. J. Econ. Entomol. 58(3):522-524.

TOSI Jr., J.A. 1969. Mapa ecológico de la República de Costa Rica según la clasificación de zonas de vida del mundo de L. R. Holdridge. Centro Científico Tropical. San José, Costa Rica.

UNIVERSITY OF CALIFORNIA. 1990. Integrated pest management for tomatoes. Oakland, California. University of California Publication 3274. 105 p.

Van STEENWYK, R.A. 1983. Lepidopterous pests of tomatoes in Southern desert valleys. Calif. Agric. 37(1):12-13.

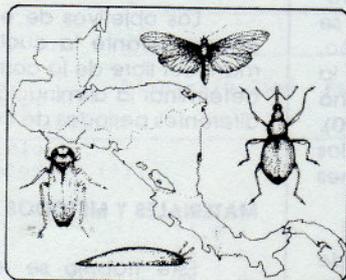
ZALOM, F.G.; WILSON, L.T.; HOFFMAN, M.; LANGE, W.H.; WEAKLY, C.V. 1983. A sampling plan for monitoring fruit damaged by lepidopterous pests in processing tomatoes. Calif. Agric. 37:25-26.

## AREA DE FITOPROTECCION

### Publicaciones en Venta

#### Las Plagas Invertebradas de Cultivos Anuales Alimenticios en América Central

Por A. B. S. King  
J. L. Saunders



OVERSEAS DEVELOPMENT ADMINISTRATION

\$ 18.50

# EFECTO COMPETITIVO DE LA CAMINADORA (*Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton) EN EL CULTIVO DEL MAIZ (*Zea mays* L.)\*

Enrique Rojas\*\*  
Ramiro de la Cruz\*\*  
Arnoldo Merayo\*\*

## ABSTRACT

Two experiments were carried out to determine the critical period of competition between maize and itchgrass (*Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton) in Santa Cruz, Guanacaste, from September through December, 1991 and from June through September, 1992. The critical period of competition occurred within the first 20 to 45 days and up to 60 days after the crop had been planted, in the first and second experiments, respectively. In the first experiment, itchgrass populations averaged 66 plants/m<sup>2</sup> in the check plot and 74 plants/m<sup>2</sup> in the second. When itchgrass was allowed to compete with the crop during the whole cycle, yields were reduced by 46% in the first and 54% in the second cycle.

## INTRODUCCION

El maíz (*Zea mays* L.), es un cultivo de importancia en Costa Rica, junto con el frijol y el arroz forma parte esencial de la alimentación, es buena fuente de carbohidratos y su costo relativamente bajo.

Partiendo del concepto básico de que las plantas cultivadas se originaron de la domesticación de las silvestres, muchas de las cuales normalmente se consideran malezas, se puede suponer que ambas poseen requerimientos similares para su crecimiento y desarrollo normal.

El término competencia se define como un efecto adverso mutuo entre dos o más individuos que requieren un mismo recurso o factor de crecimiento, encontrado en cantidades inferiores al óptimo para un desarrollo normal de ambos individuos (Radosevich 1984). Cuando éstos requieren un mismo factor de crecimiento y el ambiente no se los suministra en cantidades satisfactorias al mismo tiempo, se presume que hay competencia entre estos individuos, la cual se evidencia cuando el patrón de crecimiento de uno o ambos individuos se altera negativamente (Fisher 1990). Según Ramírez (1975), el grado de competencia de las malezas es variable de acuerdo con las condiciones ecológicas bajo las cuales se realiza el cultivo.

Locatelli y Doll (1979) definen como período crítico de competencia al lapso durante el cual el cultivo debe de permanecer libre de malezas, así como la etapa del desarrollo del cultivo en que la eliminación de las malezas es más importante. Generalmente coincide con períodos de rápido crecimiento y altos requerimientos de agua.

**Recibido: 21/04/93. Aprobado: 05/07/93**

\*Trabajo realizado en colaboración con la Sede Regional de la Universidad de Costa Rica en Santa Cruz, Guanacaste.

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

## RESUMEN

Se realizaron dos experimentos para determinar el período crítico de competencia entre el cultivo de maíz y la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton) en Santa Cruz, Guanacaste, entre diciembre, 1991 y junio a setiembre, 1992. Se estableció el período crítico de competencia de los 20 a los 45 días y desde la siembra hasta los 60 días después, en el primer y segundo experimento, respectivamente. En el primer experimento se observó una población promedio de caminadora de 66 plantas/m<sup>2</sup> en la parcela testigo y de 74 plantas/m<sup>2</sup> en el segundo. La libre competencia de la caminadora durante todo el ciclo, redujo el rendimiento del maíz un 46% en el primer experimento y un 54% en el segundo.

Una de las malezas más importantes que compete con el cultivo del maíz es *Rottboellia cochinchinensis* Lour. W.D. Clayton, conocida con nombres comunes como "zacate indio", "zacate fuego", "cholo", "caminadora" y otros. Se le considera como una maleza de importancia en regiones tropicales, donde crece bajo diferentes condiciones climáticas y edáficas y afecta cultivos de frijol, arroz de secano, sorgo, caña de azúcar y maíz.

Varios estudios destacan su agresividad con reducciones en el rendimiento de arroz, frijol y maíz de 60 hasta 80% en parcelas sin control, (Patterson *et al.* 1979; Sharma y Zelaya 1986). Akobundu (1987), Fageiry (1987) y Fisher *et al.* (1987), informan pérdidas en maíz, arroz y soya de 80 hasta 100% en parcelas experimentales sin ningún tipo de control.

Los objetivos de este estudio fueron: 1. determinar la época durante la cual el cultivo del maíz debe de permanecer libre de la competencia de *R. cochinchinensis* y 2. determinar la disminución en el rendimiento del cultivo bajo diferentes períodos de competencia.

## MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se realizó en la Estación Experimental Regional de la Universidad de Costa Rica, Cantón de Santa Cruz, Provincia de 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 msnm, una precipitación promedio de 1865mm y una 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%.

Los datos climatológicos se tomaron de la estación meteorológica situada donde se realizaron ambos experimentos (Cuadro 1).

**CUADRO 1.** Temperatura (promedio mensual) y precipitación de setiembre a diciembre, 1991 y de junio a setiembre, 1992. Estación Meteorológica, Universidad de Costa Rica, Santa Cruz, Guanacaste.

MESES	TEMPERATURA (°C)	PRECIPITACION (mm)
1991		
Setiembre	27.1	262.5
Octubre	26.8	198.8
Noviembre	27.1	41.6
Diciembre	27.8	44.0
1992		
Junio	27.7	301.7
Julio	26.9	272.3
Agosto	27.1	238.3
Setiembre	27.0	352.9

El primer experimento se llevó a cabo del 3 de setiembre al 4 de diciembre de 1991 y el segundo, del 2 de junio al 9 de setiembre de 1992. Se sembró semilla de maíz híbrido HC-43, a una densidad aproximada de 70 000 plantas/ha.

En el lote sembrado la incidencia de la caminadora se estimó muy alta y uniforme (alrededor de 80 plantas/m<sup>2</sup>). En ambos experimentos se hizo una aplicación de 1.44 Kg de la

sal dimetilamina del ácido 2,4-D a los 15 días después de la siembra (dds) con el objeto de controlar, principalmente, *Cyperus iria* L. y *Bathymora recta* L., y propiciar el desarrollo y establecimiento de la caminadora. Después de esto, esta maleza fue dominante durante todo el ciclo de ambos experimentos.

Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La parcela experimental fue 30 m<sup>2</sup> (6m de largo por 5m de ancho) y la parcela útil, de 12m<sup>2</sup>.

Ambos experimentos consistieron de dos partes. En la primera, el maíz se mantuvo en competencia por 0, 10, 20, 30, 45, 60, 75 días y hasta la cosecha y libre de malezas durante el resto del ciclo del cultivo. En la segunda, el maíz se mantuvo libre de malezas por 0, 10, 20, 30, 45, 60, 75 días y hasta la cosecha y en competencia por el resto del ciclo.

Se midieron las siguientes variables:

- Densidad de *R. cochinchinensis*, antes de cada deshierba en la Parte 1, utilizando una cuadrícula de 0.25 m<sup>2</sup> colocada al azar dos veces por parcela útil.
- Densidad de *R. cochinchinensis* 15 días después de la última deshierba en cada uno de los tratamientos en la Parte 2, utilizando una cuadrícula de 0.25 m<sup>2</sup> colocada al azar dos veces por parcela útil.
- Peso seco de *R. cochinchinensis*, después de cada deshierba en la Parte 1.
- Rendimiento del maíz en grano medido en kg/parcela útil.
- Disminución en el rendimiento del cultivo bajo diferentes períodos de competencia.

**CUADRO 2.** Número de plantas de *R. cochinchinensis* y peso seco en 0.25 m<sup>2</sup> en cada tratamiento al momento de la deshierba, promedio de dos muestreos. Parte 1; Costa Rica, 1992.

Tratamiento (días con maleza)	EXPERIMENTOS			
	1		2	
	Plantas/0.25m <sup>2</sup>	Peso seco (g)	Plantas/0.25m <sup>2</sup>	Peso seco (g)
1. (todo el ciclo libre de malezas) (*)				
2. 10	14.0 a	5.08 a	21.0 a	6.73 a
3. 20	16.0 a	15.70 a	18.8 a	20.38 b
4. 30	14.0 a	28.20 a	19.3 a	40.83 c
5. 45	16.0 a	85.75 ab	18.3 a	88.18 d
6. 60	19.5 a	170.20 bc	20.0 a	183.10 e
7. 75	16.8 a	242.50 c	18.5 a	259.30 f
8. Todo ciclo con malezas	16.3 a	240.80 c	18.5 a	262.20 f

(\*)No se hizo conteo debido a que el tratamiento uno estuvo libre de malezas todo el ciclo.

Valores con igual letra no difieren según la Prueba de Tukey al 5%.

Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente con un análisis de varianza y comparación de medias a través de la Prueba de Tukey al 5%.

## RESULTADOS Y DISCUSION

**Densidad poblacional en parcelas enmalezadas durante diferentes períodos.** En la Parte 1 de ambos experimentos, el número de plantas de *R. cochinchinensis* fue relativamente constante en los tratamientos a través del ciclo del cultivo (Cuadro 2). No se observaron diferencias estadísticas significativas en cuanto a densidad poblacional de la caminadora en ambos experimentos. Se observó una población promedio de 64 y 76 plantas/m<sup>2</sup> en los experimentos 1 y 2, respectivamente. La mayor precipitación cuando se realizó el segundo experimento pudo haber favorecido una mayor germinación de las semillas presentes en el suelo, con lo cual se observó un ligero incremento en la población de la caminadora en comparación con el experimento 1. Estas densidades poblacionales se consideran altas, comparadas con lo reportado por Thomas y Allison (1975), quienes encontraron una densidad promedio de 75 plantas/m<sup>2</sup> en estudios de competencia entre *R. cochinchinensis* y el maíz.

En la parte 2, *R. cochinchinensis* alcanzó el mayor número de plantas cuando se mantuvo el cultivo libre de malezas por 30 días en el primer experimento, y de 20 a 30 días en el segundo experimento y luego se le dejó a libre competencia (Cuadro 3). Después de este período la reducción en la población de la maleza se debió a que el maíz alcanzó una buena cobertura rápidamente, con lo cual se redujo en gran proporción la entrada de luz a un dosel más bajo que el del cultivo.

**Peso seco de malezas en parcelas enmalezadas durante diferentes períodos.** Se observó una tendencia significativa en el aumento de peso de la materia seca de *R. cochinchinensis* conforme aumentó su permanencia en el

cultivo (Cuadro 2), esto se debió principalmente al incremento de tamaño de los individuos, ya que el número de individuos fue casi constante en todos los tratamientos de la Parte 1 de ambos experimentos.

**Reducción del rendimiento en grano del cultivo.** Se estableció como época crítica de competencia de la caminadora al maíz, el período comprendido de los 20 hasta los 45 dds en el primer experimento, lo cual indica que el cultivo toleró en los primeros 20 días la presencia de malezas (Cuadros 4 y 5). Por consiguiente, el cultivo debe permanecer libre de la maleza durante este período para evitar reducción en el rendimiento debido a competencia. Por lo tanto los tratamientos de control, sea químico o manual, que no controlan la maleza en esta época crítica no evitarán la competencia.

Para la segunda siembra el cultivo debe permanecer libre de malezas los primeros 60 dds. Se observó que para esta segunda siembra el cultivo fue mejor competidor. El mayor potencial del cultivo, bajo mejores condiciones climáticas, hizo que estas pérdidas por competencia fueran mayores que cuando las condiciones fueron menos favorables. Cuando se tuvieron mejores condiciones de precipitación (Cuadro 1) y una mayor expresión del potencial de rendimiento del cultivo, el efecto competitivo de la maleza fue más notorio. Por consiguiente, aún bajo mejores condiciones climáticas, se requiere un control más prolongado de la maleza, los gastos se pueden compensar con un aumento en el rendimiento del cultivo.

El efecto de competencia de la caminadora y otras malezas, desde la germinación hasta los 45 y 60 dds significó una reducción en el rendimiento de alrededor del 37% y 18% en los experimentos 1 y 2, respectivamente, con relación al testigo siempre libre de maleza.

El tratamiento donde el maíz se mantuvo a libre competencia durante todo el ciclo, mostró pérdidas de 46% y 54% en el experimento 1 y 2, respectivamente (Cuadros 4 y

CUADRO 3. Número de plantas de *R. cochinchinensis* en 0.25 m<sup>2</sup> en cada tratamiento 15 días después de la última deshierba, promedio de dos muestreos Parte 2; Costa Rica, 1992.

Tratamiento (días sin maleza)	EXPERIMENTOS	
	1	2
	(Nº Plantas)	
1. Todo el ciclo (*)		
2. 10	5.0 a	7.3 a
3. 20	6.3 a	14.3 b
4. 30	14.0 b	12.0 b
5. 45	7.0 ab	6.8 a
6. 60	3.8 a	7.5 a
7. 75	4.5 a	8.0 a
8. (Todo el ciclo con malezas) (*)		

(\*) No se hizo conteo debido a que el tratamiento uno estuvo libre de malezas durante todo el ciclo.

Valores con igual letra no difieren al plicárseles la Prueba de Tukey al 5%.

**CUADRO 4. Rendimiento y porcentaje de reducción del rendimiento del cultivo en relación al testigo libre de competencia de la maleza. Parte 1. Costa Rica. 1992.**

TRATAMIENTO (días con malezas)	EXPERIMENTO 1		EXPERIMENTO 2	
	Rendimiento (Kg/12m <sup>2</sup> )	Reducción (%)	Rendimiento (Kg/12m <sup>2</sup> )	Reducción (%)
1. Todo el ciclo libre	4.98d	0	7.14c	0
2. 10	4.53cd	9.0	6.48bc	9.2
3. 20	4.20bcd	15.7	6.35bc	11.1
4. 30	3.50abcd	29.7	6.13bc	14.2
5. 45	3.11ab	37.6	6.55bc	8.3
6. 60	3.36abc	32.5	5.85bc	18.1
7. 75	2.80a	43.8	3.85ab	46.1
8. (Todo el ciclo con malezas)	2.70a	45.8	3.27a	54.2

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

**CUADRO 5. Rendimiento y porcentaje de reducción del rendimiento del cultivo en relación al testigo libre de competencia de la maleza. Parte 2. Costa Rica. 1992.**

TRATAMIENTO (días sin malezas)	EXPERIMENTO 1		EXPERIMENTO 2	
	Rendimiento (Kg/12m <sup>2</sup> )	Reducción (%)	Rendimiento (Kg/12m <sup>2</sup> )	Reducción (%)
1. (Todo el ciclo con malezas)	2.70a	45.8	3.27a	54.2
2. 10	3.94ab	20.9	4.75bc	33.5
3. 20	4.04ab	18.9	5.25abc	26.5
4. 30	4.38b	12.1	5.80abc	18.8
5. 45	4.86b	2.4	5.95abc	16.7
6. 60	4.72b	5.2	6.75bc	5.5
7. 75	5.09b	2.2	7.03bc	1.5
8. Todo el ciclo sin malezas	4.98b	0	7.14c	0

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

5). Lo anterior concuerda con datos reportados por Acuña (1985) que indican que cuando la caminadora no se controla en el cultivo del maíz, se causan reducciones en el rendimiento de un 44%. □

## CONCLUSIONES

Se determinó el período crítico de competencia en los primeros 20 a 45 días y de la siembra hasta los 60 días después de la misma en el primer y segundo experimento, respectivamente.

La reducción en el rendimiento del cultivo se debe, principalmente, a la alta densidad poblacional de la caminadora, observada en ambos experimentos, se encontraron reducciones en el rendimiento del maíz de 46% y de 54% en el primer y segundo experimento, respectivamente.

Debido a las condiciones climatológicas del lugar donde se llevó a cabo esta investigación, el agua puede ser considerada como el principal factor de competencia entre la caminadora y el maíz.

## LITERATURA CITADA

- ACUÑA, L.A. 1985. Determinación de la época crítica de competencia de maíz (*Zea mays* L.) con *Rottboellia exaltata* L. y otras malezas. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 1984, 48 p.
- AKOBUNDU, I. O. 1987. Weed Science in the Tropics: Principles and Practices. Chichester, New York. Wiley. 522 pp.
- FAGEIRY, K.A. 1987. Weed control in soybean (*Glycine max*) in Vertisols of Sudan. *Tropical Pest Management* 33:220-223.
- FISHER, A. 1990. La interferencia entre las malezas y los cultivos. En: Principios Básicos sobre el Manejo de Malezas. El Zamorano. Departamento de Protección Vegetal. Escuela Agrícola Panamericana, Publicación MPH EAP Nº 65.
- LOCATELLI E. y DOLL, J.D. 1979. Competencia y alelopatía. In Doll, J.D., ed. Manejo y control de malezas en el trópico, Cali, Colombia, CIAT. pp.24-25.
- PATTERSON, D. T., MEYER, C.R., FLINT, E.P. Y QUIMBY, P.C. JR. 1979. Temperature responses and potential distribution of Itchgrass (*Rottboellia exaltata*) in the United States. *Weed Science* 27:77-82.
- RADOSEVICH, S.R. Y HOLT, J.S. 1984. Weed Ecology: Implications for Vegetation Management. Publications. New York, Wiley. 265 p.
- RAMIREZ, A. 1975. Control de malezas en maíz. *Agroinformativo* (Chile) 187:1-3.
- SHARMA, D. Y ZELAYA, O. 1986. Competition and control of Itchgrass (*Rottboellia exaltata*) in maize (*Zea mays*). *Tropical Pest Management* 32:101-104.
- THOMAS, P. Y ALLISON, J.C. 1975. Competition between maize and *Rottboellia exaltata* L. *Jour. Agric. Sci.* 85:124-134.
- TOSI, J. 1969. Mapa ecológico de la República de Costa Rica, según la clasificación de zonas de vida de L.R. Holdridge. San José, Costa Rica. Centro Científico Tropical.

# EFFECTO DE TRES MANEJOS DE MALEZAS SOBRE LAS PLAGAS, ENEMIGOS NATURALES, RENDIMIENTO Y RENTABILIDAD DEL FRIJOL

Roni Muñoz\*  
Edgar Santamaría\*  
Abelino Pitty\*

## ABSTRACT

Three weed management methods to determine their effects on dry beans pests, natural enemies, crop yield and rentability were evaluated. Those methods were hoe weed control (HWC), strip herbicide application (SHA) and broadcast herbicide application (BHA). HWC had the higher number of weeds but the lower weed diversity. The *Commelina diffusa* Burman dominance on the other weeds in HWC caused a lower diversity index. The *Bemisia tabaci* Genn., *Empoasca kraemerii* Ross & Moore and *Diabrotica* spp. populations were similar in all three weed management methods. The insect diversity and the amount of natural enemies were higher in HWC. The percentage of grain damage by *Apion godmani* Wagner was similar in the three weed management methods but the percentage of dry beans plants infected by virus was significantly lower ( $P < 0.05$ ) in HWC. The crop yield and rentability were higher in HWC.

## RESUMEN

Se evaluaron tres manejos de malezas en frijol para determinar sus efectos sobre las plagas, enemigos naturales, rendimiento y rentabilidad. El estudio se condujo durante el ciclo del frijol de postrera de 1990. Los métodos fueron: Control manual con azadón (CMA), control en banda con herbicida (CBH) y control total con herbicida (CTH). El CMA tuvo el mayor número de malezas pero la diversidad de malezas fue significativamente menor comparado al CBH y el CTH debido probablemente a la dominancia de *Commelina diffusa* Burman sobre las otras malezas. Las poblaciones de *Bemisia tabaci* Genn., *Empoasca kraemerii* Ross & Moore y *Diabrotica* spp. fueron similares en los tres manejos de maleza. La diversidad de insectos y la cantidad de enemigos naturales fue significativamente mayor en el CMA. Los manejos de malezas no afectaron el porcentaje de granos dañados por *Apion godmani* Wagner, pero el porcentaje de plantas de frijol infectadas con virus fue significativamente menor ( $P < 0.05$ ) en el CMA. El rendimiento del frijol y la rentabilidad fueron superiores en el CMA.

## INTRODUCCION

Uno de los puntos más polémicos y críticos en el desarrollo de la agricultura tropical es cómo diseñar técnicas apropiadas y sistemas de producción que se adapten a las condiciones socioeconómicas del pequeño agricultor (Altieri 1989). Se debe considerar los recursos físicos, económicos y nivel de educación del agricultor para optimizar su sistema de producción y maximizar sus ingresos. En su gran mayoría, los agricultores centroamericanos no cuentan con maquinarias o insumos y su nivel económico también los limita en la adopción de nuevas técnicas y sistemas actuales de producción.

Agricultores de bajos recursos, consciente o inconscientemente, dependen de las poblaciones naturales de insectos benéficos, los cuales por naturaleza son abundantes y eficientes en el agroecosistema (Root 1973). El manejo correcto de la composición y densidad de la vegetación alrededor y dentro de un campo cultivado, puede incrementar la provisión de alimentos alternativos y la creación de hábitats favorables para los enemigos naturales, asegurándose así la sobrevivencia y reproducción de una alta proporción de insectos benéficos.

De las fuentes de alimentos alternativos, parece ser que algunas malezas son promisorias en los agroecosistemas. Se ha observado que las malezas ocasionan

problemas, porque además de competir con el cultivo por espacio, luz y nutrientes, pueden ser hospedantes alternos de insectos y patógenos dañinos. Sin embargo, se ha demostrado que una mayor diversidad de especies de plantas, por ejemplo, malezas en un agroecosistema, resulta en una población más estable de insectos como enemigos naturales, lo cual reduce el daño de insectos fitófagos en el cultivo (Shenk 1987).

El aumento del control biológico natural en sistemas de cultivos mediante la manipulación de las malezas, parece causar un impacto positivo sobre el aspecto económico del campesino. Las mayores poblaciones de enemigos naturales inducidas por la diversidad de las malezas reducen en gran parte el daño causado a los cultivos por los insectos fitófagos. También resultan en un menor costo de producción debido al menor uso de plaguicidas. Tomando en cuenta estos factores agroecológicos, el presente trabajo trata de determinar la influencia del manejo de las malezas sobre la población de plagas y enemigos naturales. Como también determinar los rendimientos y los costos parciales de producción con los diferentes manejos de malezas en el frijol de postrera.

Recibido: 30/11/92. Aprobado: 08/08/93

Publicación DPV-EAP No. 456

\*Escuela Agrícola Panamericana. Sección de Malezas-Labranza. Departamento de Protección Vegetal. P.O.Box: 93. Tegucigalpa, Honduras.

## MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en 1990 en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. A 800 msnm, temperatura promedio anual de 22°C, precipitación promedio anual de 1015 mm y suelo franco arcilloso. Se evaluaron tres manejos de malezas en el experimento: El control total de malezas con herbicida (CTH), que trata de obtener una parcela libre de malezas. El control de malezas en banda con herbicida (CBH), que mantiene franjas de malezas en la parcela y el control manual de malezas con azadón (CMA), que asemeja el manejo de malezas que practica el agricultor. Se utilizó el herbicida metolachlor (Dual) a una dosis de 1 kg de l.a/ha, aplicado en preemergencia inmediatamente después de sembrado el frijol. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con tres réplicas.

La preparación del suelo se hizo siguiendo la metodología de la labranza convencional, que consistió de una arada y dos pases de rastra. Cada parcela fue de 20x34 m para tener un área experimental total de 6120 m<sup>2</sup>. El CBH consistió en dejar una banda de 1.5 m de ancho sin aplicar por cada 4.0 m aplicados. El CMA se realizó a los 45 días después de la siembra del frijol (DDSF) debido a la baja presión de malezas que hubo antes de esa fecha. Se usó la variedad de frijol "DOR 364" (Moreira *et al.* s.f.). La siembra se realizó con sembradora a una distancia de 0.70 m entre hileras y 0.07 m entre plantas, colocando una semilla por postura para obtener una densidad aproximada de 200 000 plantas/ha. Se fertilizó al momento de la siembra con la fórmula 18-46-0 a una dosis de 100 kg/ha.

**Muestreo de Malezas.** Se realizó un muestreo de las especies de malezas a los 90 DDSF, basándose en el método del marco de madera de 1x1 m. Se escogieron tres sitios al azar en cada parcela, donde se dejó caer el marco de madera y se contó el número de plantas de cada especie dentro del marco. En las parcelas de CBH las muestras se hicieron también al azar, pero considerando solamente el área de las bandas de malezas.

**Muestreo de Insectos Voladores.** Se realizó un muestreo semanal durante cuatro semanas, mediante la distribución al azar de tres trampas del tipo "bumper" en cada parcela. Las trampas se elaboraron de un envase plástico de dos litros de gaseosa. Se le cortó una porción a lo largo del recipiente, con el propósito de que los insectos cayeran en su interior. La trampa constaba de una lámina de acetato la cual cumplía la función de pantalla. Al chocar los insectos en ella, el impacto las introducía en el recipiente de plástico (Fig.2).

Este recipiente contenía un líquido refrigerante ("Car Cooler"), mezclado con agua a razón de 1:1 (volumen:volumen), con el propósito de matar y preservar los insectos atrapados, los cuales se identificaron a nivel de género o familia.

**Muestreo de Plagas Insectiles.** Se realizó un muestreo semanal durante cinco semanas para determinar las poblaciones de adultos de *Diabrotica* spp., *Bemisia tabaci* Genn. y *Empoasca kraemeri* Ross & Moore. El muestreo se realizó con la trampa-muestreador (Fig.1) tipo cuña (Sobrado *et al.* 1986). En 10 sitios seleccionados al azar en cada parcela, se

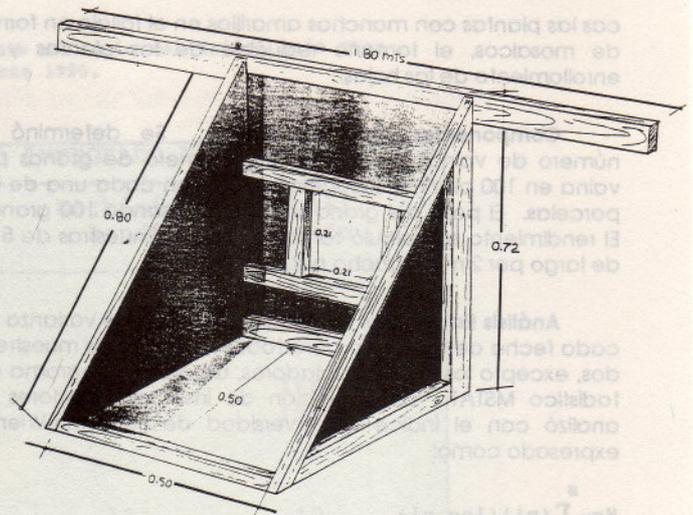


Fig. 1. Trampa-Muestreador tipo cuña.

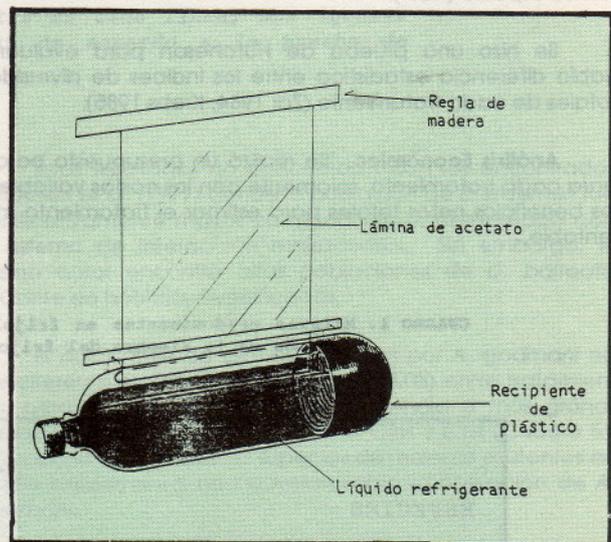


Fig. 2. Trampa tipo "Bumper" utilizada para el muestreo de insectos voladores.

ponía la trampa, se contaba el número de plantas de frijol, el número de individuos de *B. tabaci*, *Diabrotica* spp. y *E. kraemeri*.

El porcentaje de granos dañados por *Apion godmani* Wagner se determinó realizando un muestreo a los 75 DDSF. Se revisaron los granos en 100 vainas por cada parcela, tomadas de 100 plantas por parcela escogidas al azar.

**Muestreo de Virosis.** El porcentaje de plantas afectadas por virosis se determinó a los 60 DDSF. El muestreo consistió en escoger las cuatro hileras centrales de frijol de cada parcela y revisar visualmente 50 plantas por línea para un total de 200 plantas por parcela. Se consideraron viróti-

cas las plantas con manchas amarillas en el follaje en forma de mosaicos, el tamaño reducido de las plantas y el enrollamiento de las hojas.

**Componentes del rendimiento.** Se determinó el número de vainas por planta y el número de granos por vaina en 100 plantas escogidas al azar en cada una de las parcelas. El peso del grano se estimó pesando 100 granos. El rendimiento se calculó tomando tres submuestras de 5 m de largo por 2 m de ancho por parcela.

**Análisis Estadístico.** Se realizó un análisis de varianza en cada fecha de muestreo para todos los aspectos muestreados, excepto los insectos voladores, usando el programa estadístico MSTAT. La población de insectos voladores se analizó con el índice de diversidad de Shannon-Wiener expresado como:

$$H = - \sum_{i=1}^s (p_i) (\log p_i)$$

en donde:

H = índice de diversidad.

S = número de especies.

pi = Proporción del total de individuos representada por la iésima especie (Ni/N).

Se hizo una prueba de Hutcherson para evaluar si había diferencia estadística entre los índices de diversidad totales de cada tratamiento (Zar 1984, Krebs 1985).

**Análisis Económico.** Se realizó un presupuesto parcial para cada tratamiento, solamente con los costos variables y los beneficios netos totales para estimar el tratamiento más rentable.

## RESULTADOS Y DISCUSION

**Comunidad de malezas.** Hubo mayor cantidad de malezas y especies en el CMA seguido del CBH y del CTH (Cuadro 1). Las malezas predominantes de hojas angostas fueron *Commelina diffusa* Burman y *Eleusine indica* (L.) Gaertn. Las malezas predominantes de hojas anchas fueron *Melampodium divaricatum* (L. Rich. ex Pers), *Sida acuta* Burm., *Sclerocarpus phyllocephalus* Blake, *Nicandra physalodes* (L.) Gaertner y *Richardia scabra* L. La maleza que más predominó en los tres tratamientos durante el ciclo del frijol fue *C. diffusa*. La poca efectividad de metolachlor en controlarla y la fragmentación de los tallos por el control mecánico, que en condiciones favorables estimulan la diseminación de esta maleza, son dos factores primordiales por el cual *C. diffusa* se convirtió en la maleza predominante.

A pesar que el número total de plantas y de especies de malezas fue superior en el CMA, el índice de diversidad de la comunidad de malezas fue significativamente menor ( $P < 0.05$ ) (Cuadro 2). Esto se debió a la alta incidencia de *C. diffusa* en el CMA, el cual ocasionó que el índice de diversidad resultara más bajo.

**Comunidad de insectos.** Durante el ciclo de frijol de octubre a diciembre de 1990, se encontró una entomofauna con 19 familias y 23 géneros, incluyendo saprófitos, fitófagos y enemigos naturales (Cuadro 3); cuatro géneros de depredadores generalistas: *Galerita* spp., *Belonochus* spp., *Geocoris* spp. y *Zelus* spp.; especímenes de *Chelonus* spp., que es un parasitóide de larvas de lepidópteros. *Geocoris* spp. fue el más abundante entre los enemigos naturales colectados, seguido por *Chelonus* spp., *Zelus* spp., *Belonochus* spp. y *Galerita* spp. El CMA presentó el mayor número de enemigos naturales.

CUADRO 1. Malezas predominantes en frijol bajo tres manejos de malezas a los 90 días después de la siembra del frijol, El Zamorano, Honduras. 1990.

ESPECIES	MANEJO DE MALEZAS		
	Herbicida Total	Herbicida Banda	Manual Azadón
	----- Plantas/m <sup>2</sup> -----		
<i>Commelina diffusa</i>	15	19	126
<i>Melampodium divaricatum</i>	14	12	6
<i>Sida acuta</i>	6	8	3
<i>Sclerocarpus phyllocephalus</i>	6	3	7
<i>Nicandra physalodes</i>	2	4	8
<i>Mimosa pudica</i>	3	6	2
<i>Euphorbia hirta</i>	0	8	2
<i>Richardia scabra</i>	0	5	6
<i>Eleusine indica</i>	0	2	4
<i>Mitracarpus hirtus</i>	0	2	2
<i>Emilia fosbergii</i>	1	0	0
<i>Bidens pilosa</i>	1	0	0
<i>Digitaria horizontalis</i>	1	0	0
<b>Totales</b>	<b>49</b>	<b>69</b>	<b>166</b>

**CUADRO 2. Diversidad de insectos y malezas durante el ciclo del frijol bajo tres manejos de malezas, El Samorano, Honduras 1990.**

PARAMETROS	MANEJO INTEGRADO DE MALEZAS		
	Herbicida Total	Herbicida Banda	Manual Azadón
<b>Ciclo del frijol:</b>			
<b>Total de organismos encontrados (Nº)</b>			
Malezas	49	69	166
Insectos	94	101	156
<b>Total de especies encontradas (Nº)</b>			
Malezas	9	10	10
Insectos	13	15	18
<b>Indice de diversidad</b>			
Malezas	2.74 a	2.98 a	1.54 b
Insectos	2.78 b	3.19 a	3.36 a

Los valores seguidos de la misma letra en cada línea, son iguales entre sí, con una probabilidad de 0.05 de acuerdo a la prueba de Hutcheson.

Similares resultados encontraron Shelton y Edwards (1983) al obtener mayores densidades de enemigos naturales como *Geocoris* spp. en soya asociada con malezas. Este resultado probablemente se debió al mayor número de individuos y especies de malezas presentes en el control manual con azadón, que proporcionaron una fuente diversa y amplia de alimento y refugio para la protección y reproducción de los enemigos naturales, facilitando su establecimiento. (Perrin 1977, Altieri 1989).

El cálculo del índice de diversidad detectó diferencias entre las poblaciones de insectos. Los índices más altos de diversidad ocurrieron en los tratamientos que tuvieron más malezas asociadas al frijol. La diversidad de insectos voladores fue significativamente mayor en el CMA y CBH comparado con el CTH (Cuadro 2). Frecuentemente las malezas son la única fuente de polen y nectar, elementos vitales en el mantenimiento de poblaciones de insectos (Zandstra y Motooka 1978). También se reportan como modificadores del microclima y estimuladores de la diversidad biológica, factor clave para el control natural de insectos fitófagos (Altieri *et al.* 1977).

**Plagas insectiles.** Ninguno de los tres tratamientos presentó diferencias significativas en las fechas de muestreo, entre las poblaciones de *B. tabaci*, *Diabrotica* spp. y *E. kraemerii* (Cuadro 4). Esto quizás se debió a la cercanía de los tratamientos y la capacidad de vuelo de estos organismos que les permite trasladarse con facilidad (Perring 1990), dando como resultado una uniformidad en las poblaciones de estas plagas en todo el sitio experimental.

Estos resultados no concuerdan con los encontrados por Altieri *et al.* (1977) donde la población de *E. kraemerii* fue significativamente mayor en monocultivo, comparado con el sistema de interacción malezas-frijol. Sin embargo, el mismo autor encontró altas poblaciones de *D. balteata* LeConte en hábitats diversificados.

El porcentaje de granos dañados por *A. godmani* no fue diferente en forma significativa ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos, pero se observó una ligera tendencia a más granos dañados en el CMA, seguido por el CBH y CTH (Cuadro 5). Esto podría indicar que las especies de malezas existentes en el sitio experimental no influyeron sobre la población de *A. godmani*.

**Infeción por virosis.** El porcentaje de plantas afectadas por virosis fue significativamente mayor ( $P < 0.05$ ) en el CTH (Cuadro 5). Las poblaciones de *B. tabaci* fueron similares para todos los tratamientos; sin embargo, al ser el principal transmisor del virus, realizó su ataque directamente en las plantas de frijol en el CTH, donde hubo menor cantidad de malezas. La literatura reporta que el color puede ser un factor importante en la selección del sitio. La mosca blanca es fuertemente atraída por el amarillo > rojo > anaranjado > verde > morado (Van Lenteren y Noldus 1990). Sin embargo la población de mosca blanca fue similar entre los tratamientos.

En el CBH y CMA, tratamientos con mayor cantidad de malezas, *B. tabaci* desvió su ataque hacia algunas de ellas. *B. tabaci* tiene un rango de hospedantes aproximadamente de 500 especies de plantas, incluyendo *N. physalodes* que se encontró en el sitio experimental (R. Caballero, comunic. pers.).

CUADRO 3. Insectos capturados en el frijol bajo tres manejos de malezas, El Zamorano, Honduras. 1990.

Insectos Capturados	TIPO DE MANEJO DE MALEZAS		
	Herbicida Total	Herbicida Banda	Manual Azadón
(Número de Insectos)			
<b>COLEOPTERA</b>			
Carabidae			
* Galerita	2	0	0
Cucujidae			
Cathartus	0	2	0
Curculionidae			
Sphenophorus	0	0	2
+ Elateridae	0	2	0
Scarabaeidae			
Cyclocephala	41	24	47
Diptotaxis	0	28	11
Euphoria	0	0	9
Staphylinidae			
* Belonochus	5	5	3
<b>HEMYPTERA</b>			
Cydniidae			
Cyrtoenus	2	2	4
+ Coreidae	0	0	1
+ Largidae	0	0	2
Lygaeidae			
* Geocoris	14	2	14
Miridae			
Creontiades	11	3	4
Falconia	2	0	4
Halticus	0	2	5
Pentatomidae			
Mormidea	2	0	0
Pyrrhocoreidae			
Dysdercus	2	0	2
Reduviidae			
* Zelus	0	10	16
<b>HOMOPTERA</b>			
Cicadellidae			
Oncometopia	0	4	2
Membracidae			
Membracis	6	1	5
<b>HYMENOPTERA</b>			
Braconidae			
Chelonus	4	7	17
Formicidae			
Solenopsis	2	6	8
<b>ORTHOPTERA</b>			
Acrididae			
Orphulella	1	3	0
<b>TOTAL</b>	<b>94</b>	<b>101</b>	<b>156</b>

\*: Enemigo natural. +: Identificación a nivel de familia.

CUADRO 4. Incidencia de *Bemisia tabaci*, *Empoasca kraemeri* y *Diabrotica* spp. en frijol bajo tres manejos de maleza, El Zamorano, Honduras 1990.

DDSF	Plaga	Tipo de manejo de Malezas			Prob.
		Herbicida Total	Herbicida Banda (adulto/planta)	Manual Azadón	
17	<i>B. tabaci</i>	5.1	4.8	5.1	ns
	<i>E. kraemeri</i>	0.8	0.8	0.7	ns
	<i>Diabrotica</i> spp.	0.3	0.3	0.2	ns
30	<i>B. tabaci</i>	4.0	5.3	5.0	ns
	<i>E. kraemeri</i>	2.2	2.9	2.8	ns
	<i>Diabrotica</i> spp.	0.3	0.3	0.4	ns
38	<i>B. tabaci</i>	2.7	2.5	2.0	ns
	<i>E. kraemeri</i>	3.7	4.1	3.9	ns
	<i>Diabrotica</i> spp.	0.2	0.2	0.3	ns
48	<i>B. tabaci</i>	3.4	4.9	5.0	ns
	<i>E. kraemeri</i>	10.0	12.2	10.9	ns
	<i>Diabrotica</i> spp.	0.1	0.1	0.2	ns
55	<i>B. tabaci</i>	3.6	4.2	4.7	ns
	<i>E. kraemeri</i>	10.6	9.8	10.1	ns
	<i>Diabrotica</i> spp.	0.1	0.2	0.1	ns

DDSF: Días después de la siembra del frijol. ns: No significativo.

CUADRO 5. Porcentaje de virosis y de granos dañados por *Apion godmani* en frijol bajo tres manejos de malezas, El Zamorano, Honduras, 1990.

TRATAMIENTO	PLANTAS CON VIROSIS	GRANOS DAÑADOS
Herbicida-Total	55 a	0.31
Herbicida-Banda	48 b	0.48
Manual-Azadón	43 c	0.53
Probabilidad	*	ns

\*: ( $P < 0.05$ ). Los valores seguidos de la misma letra, son iguales entre sí, con una probabilidad de 0.05 de acuerdo a la prueba de Hutcheson. ns : No significativo.

**CUADRO 6.** Respuestas agronómicas del frijol bajo tres manejos de malezas, El Zamorano, Honduras 1990.

TRATAMIENTO	VAINAS POR PLANTA	GRANOS POR VAINA	PESO DE 100 GRANOS (g)	RENDI- MIENTO (Tm/ha)
Herbicida-Total	13.4 b	5.7 b	20	1.23 c
Herbicida-Banda	13.6 b	5.8 b	21	1.64 b
Manual-Azadón	14.2 a	6.1 a	21	2.08 a
Probabilidad	*	*	ns	**

Los valores seguidos de la misma letra, son iguales entre sí, con una probabilidad de 5% de acuerdo a la prueba de Duncan.

\*( $P < 0.05$ ), \*\*:( $P < 0.01$ ), ns: No significativo.

**CUADRO 7.** Presupuesto parcial de una hectárea de frijol bajo tres manejos de malezas, El Zamorano, Honduras, 1990.

	TIPO DE MANEJO DE MALEZAS		
	Herbicida Total	Herbicida Banda	Manual Azadón
Rendimiento (kg)	1230	1640	2080
Beneficio Bruto (\$)	756	1020	1294
Costos Variables (\$)			
Herbicida	15	7	0
Aplicación del Herbicida	4	2	0
Control de malezas azadón	9	14	27
Costos variables totales	28	24	27
Beneficios netos totales	728	996	1267

Al cambio Lps. 5.30 X \$ 1.00 (SIECA, 1991).

**Componentes del rendimiento del frijol.** El número de vainas por planta y granos por vaina fueron significativamente mayores ( $P < 0.05$ ) en el CMA. No se detectaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos en el peso de 100 granos. El rendimiento del frijol fue significativamente mayor ( $P < 0.01$ ) en el CMA (Cuadro 6). A ello pudo contribuir la menor incidencia de virosis en este tratamiento (Cuadro 7). Lopez (Comunic. pers.) asevera que la virosis puede reducir los rendimientos hasta en un 30%. □

**Análisis económico.** El CMA fue económicamente mejor, con una tasa de retorno superior a los demás tratamientos (Cuadro 7). Para calcular la tasa de retorno sólo se consideraron los costos variables.

Los costos variables fueron más altos en el CTH debido al precio del herbicida y al deshierbe adicional realizado ante el control deficiente del herbicida sobre las malezas. Los beneficios netos totales fueron superiores en el CMA ya que obtuvo rendimientos de 41 y 21 % mayores comparados con el CTH y el CBH, respectivamente.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- En el CMA hubo mayor cantidad de malezas de hoja ancha y angosta. Sin embargo, la diversidad de malezas fue menor con el CMA debido a la dominancia de *C. diffusa*.
- Las poblaciones de *B. tabaci*, *E. kraemeri* y *Diabrotica* spp. fueron similares en los tres manejos de malezas. La uniformidad en la incidencia de estos insectos se debió probablemente a la migración que tuvieron entre los tratamientos. El porcentaje de granos dañados por *A. godmani* fue similar para los tres tratamientos. El porcentaje de plantas afectadas por virus fue mayor en el CTM, que tuvo menor cantidad de malezas.
- La diversidad de insectos voladores y enemigos naturales fue mayor en el CMA, debido probablemente a la mayor cantidad de malezas presentes en este tratamiento. Los enemigos naturales más abundantes fueron: *Chelonus* spp., *Geocoris* spp. y *Zelus* spp.
- El CMA presentó los mayores rendimientos. El número de vainas por planta y el número de granos por vaina fueron mayores en este tratamiento. El CMA resultó ser más rentable, ya que obtuvo mayores beneficios netos y tasa de retorno mayor.
- Para el pequeño agricultor el CMA representa una práctica eficiente de producción, debido a que presenta mayor rentabilidad. Además, presentó mayor cantidad de enemigos naturales, los cuales tienen un efecto valioso en el control de algunos insectos fitófagos.
- Se recomienda realizar ensayos donde se evalúe el efecto de los tres manejos de malezas sobre otras plagas de importancia en el cultivo de frijol y otros cultivos en diferentes épocas del año.

## LITERATURA CITADA

- ALTIERI, M. 1989. Significado de las interacciones entre malezas e insectos en el manejo de plagas de los sistemas tradicionales de los trópicos. EN K. L. Andrews y J.R. Quezada (eds.). Manejo de plagas insectiles en Centroamérica. Estado actual y futuro. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, pp. 75-88.
- ALTIERI, M. A.; VAN SCHOONHOVEN, A. y DOLL, J.D. 1977. The ecological role of weeds in insects pest management systems: a review illustrated with bean (*Phaseolus vulgaris*) cropping systems. PANS 23:195-205.
- KREBS, C.J. 1985. Ecología, estudio de la distribución y abundancia. México DF, Harla-Harper y Row. pp. 495-594
- MOREIRA, D., PERDOMO, J.A. y ANDRADE, J.C. s.f. Producción de frijol "DOR 364". El Zamorano, Honduras, Departamento de Agronomía, EAP. 4 p.
- PERRIN, R.M. 1977. Pest management in multiple cropping systems. Agroecosystems 3:93-118.
- \_\_\_\_\_. 1990. Management of the sweetpotato whitefly and associated diseases in California. EN K. Yokomi, R. Narayanan y D. Schuster (eds). Sweetpotato whitefly mediated vegetable disorder in Florida. IFAS, U.S.A. pp 43-45.
- ROOT, R.B. 1973. The organization of a plant arthropod association in simple and diverse habitats; the fauna of collards (*Brassica oleraceae*). Ecological Monographs 43:45-124.
- SHELTON, M.D. y EDWARDS, C.R. 1983. Effects of weeds on the diversity and abundance of insects in soybeans. Environ. Entomol. 12:296-298.
- SHENK, M. 1987. El concepto de sistemas de producción: El manejo de subsistemas de malezas. EN: SHENK, M.; FISHER, A. y VALVERDE, B. (eds.) Principios básicos sobre el manejo de malezas. Tegucigalpa, Honduras. MPH-EAP, IPPC-OSU. pp. 1-7.
- SOBRADO, C., ANDREWS, K.L. RUEDA, A. y PORTILLO, H. 1986. Un muestreador absoluto para *Empoasca* sp. Memoria XXXII Reunión Anual de PCCMCA. San Salvador, El Salvador. 33pp.
- VAN LENTEREN; J.C. y NOLDUS, P.J. 1990. Whitefly-plant relationships: behavioural and ecological aspects. EN D. Gerling (ed.). Whiteflies: their bionomics, pest status and management. Intercept Ltd; Andover, Hants, United Kingdom. pp 47-89.
- ZANDSTRA, B.H. y MOTOOKA, H.B. 1978. Beneficial effects of weeds in pest management a review. PANS 24:333-338.
- ZAR, J. H. 1984. Biostatistical analysis. 2nd. ed. New Jersey. Prentice Hall pp 146-147.

## CICLO DE VIDA DE *Milghitea melanoleuca* Hampson (Lepidoptera:Pyralidae) BARRENADOR DE LA CÁPSULA DEL ACHIOTE (*Bixa orellana* L.)\*

Daniel Coto\*\*  
Joseph L. Saunders\*\*

### ABSTRACT

The annatto (*Bixa orellana* L.) capsule borer, *Milghitea melanoleuca* Hampson, completed its life cycle in 61 days. Durations for the different stages were: egg 2.9 days, larval (5 instars) 27.91 days, prepupal and pupal 22.19 days, adult 6.55 days.

### INTRODUCCION

El achiote (*Bixa orellana* L.) es una planta de América tropical que se ha cultivado en forma artesanal por muchos años. De la semilla se extrae el colorante natural denominado bixina, uno de los pocos permitidos por la Organización Mundial de la Salud porque no es tóxico, ni altera el sabor de los alimentos. En años recientes se ha cuestionado el uso de colorantes artificiales en los alimentos para consumo humano, razón por la cual este cultivo tiene excelentes perspectivas en los mercados internacionales (Morera 1983).

Desde hace 40 años, según una encuesta realizada por el primer autor, se ha observado el ataque de las cápsulas del cultivo por parte de *Milghitea melanoleuca* Hampson (Lepidoptera: Pyralidae). No existen estimaciones acerca de su impacto económico, ciclo de vida y otras funciones biológicas.

El presente estudio se llevó a cabo con el objetivo de diagnosticar y conocer el ciclo de vida del gusano barrenador de la cápsula del achiote *Milghitea melanoleuca* Hampson.

**Descripción de la planta** El achiote es un arbusto de unos 2-5 m de altura, que en ocasiones supera los 10 m, dependiendo de las condiciones ecológicas (Ingram y Francis 1969). Su raíz es pivotante, el tallo presenta ramificación dicotómica desde su base y de su corteza brota un látex rojizo, las ramas son delgadas y con el tiempo tienden a ser leñosas. Las hojas son simples, alternas, estipuladas, acorazonadas en la base y punteadas en el ápice, lisas por ambos lados, caducifolias, especialmente durante la época seca (León 1968). Las flores son actinomorfas pentámeras, hermafroditas, con numerosos estambres y ovario ínfero; su

### RESUMEN

El barrenador de las cápsulas del achiote (*Bixa orellana* L.), *Milghitea melanoleuca* Hampson, (Lepidoptera: Pyralidae) completó su ciclo de vida en un promedio de 61 días. El estado de huevo duró 2.90 días; el larval que consta de cinco estadios 27.91 días; el de prepupa y pupa 22.19 días y el estado adulto 6.55 días.

producción se presenta en forma acrópeta, lo que garantiza la presencia de flores por un tiempo prolongado (Rivera y Flores 1988). Los frutos son cápsulas dehiscentes de formas, tamaños y colores muy variables, recubiertas con espinas de diferentes tamaños y dureza; existen también frutos sin espinas. Las semillas, entre 5 y 60 por cápsula, se unen a la placenta por medio de apéndices de contextura dura. Están recubiertas por una membrana fina bajo la cual se encuentra la bixina y otros carotenoides (Arce 1984).

**Condiciones climáticas para el cultivo** Las regiones óptimas para el cultivo son aquellas entre 100 y 800 msnm, con temperaturas medias entre 20 y 25° y un máximo de tres meses de época seca (Ocampo 1983). El período de cosecha varía de acuerdo con la temperatura; a mayor temperatura el crecimiento es más rápido y vigoroso y la floración y cosecha ocurren más temprano.

Inmediatamente después de la cosecha, las yemas laterales de las ramillas productivas cosechadas inician la producción de nuevas células, lo cual abulta la yema. El crecimiento de las primeras yemas continúa hasta junio en Turrialba, Costa Rica, cuando se inician las primeras floraciones y fructificaciones. La cosecha más importante se presenta en agosto, seguida por una menor en diciembre (Rodríguez y Enríquez 1983, Arce 1984).

### MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó bajo condiciones de laboratorio a 21.5°C y a 82.1% de humedad relativa. Se llevaron a cabo algunas observaciones de campo, como complemento del

**Recibido: 28/10/92. Aprobado: 21/06/93**

\*Basado en la tesis de Mag.sc. del primer autor. CATIE, Programa de Posgrado, Turrialba, Costa Rica.

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

**CUADRO 1.** Duración del ciclo de vida de *M. melanoleuca* bajo condiciones de laboratorio (T=21.50°C y HR=82.10%).

Estado	N	Duración (días)	$\bar{X} \pm D.E.$ (días)
Huevo	19	2-4	2.90 $\pm$ 0.56
Larva			
L1	18	4-5	4.11 $\pm$ 0.32
L2	16	4-5	4.31 $\pm$ 0.47
L3	14	4-7	5.14 $\pm$ 0.94
L4	13	5-9	6.30 $\pm$ 1.49
L5	12	7-11	8.33 $\pm$ 1.07
Pupa	26	18-25	22.19 $\pm$ 2.07
Adulto			
Macho	20	3-9	5.50 $\pm$ 1.76
Hembra	20	2-9	6.55 $\pm$ 1.63

N = Tamaño de muestra.

**CUADRO 2.** Datos morfométricos de los estados de *M. melanoleuca*, bajo condiciones de laboratorio (T=21.50 °C. y HR=82.10%)

Estado	Longitud corporal (mm)		Cápsula cefálica (mm)	
	Ambito	$\bar{X} \pm D.E.$	Ambito	$\bar{X} \pm D.E.$
Larva				
L1	1.15 - 2.30	1.80 $\pm$ 0.33	0.18-0.21	0.21 $\pm$ 0.01
L2	3.74 - 5.04	4.43 $\pm$ 0.35	0.27-0.43	0.38 $\pm$ 0.04
L3	5.18 - 5.90	5.57 $\pm$ 0.24	0.40-0.68	0.54 $\pm$ 0.08
L4	9.93 -12.81	11.64 $\pm$ 0.93	0.62-0.93	0.82 $\pm$ 0.10
L5	18.72 -21.88	20.02 $\pm$ 0.96	1.30-1.55	1.45 $\pm$ 0.08
Pupa				
Macho	7.77 -10.22	8.91 $\pm$ 0.56	---	---
Hembra	7.92 -10.36	8.71 $\pm$ 0.57	---	---
Adulto*				
Macho	16.41 -20.30	17.99 $\pm$ 1.01	---	---
Hembra	18.86 -21.45	20.35 $\pm$ 0.81	---	---

\* Tamaño basado en la envergadura alar.

trabajo de laboratorio. Para determinar el ciclo de vida, se crió la plaga sobre cápsulas y semillas de achote en cajas plásticas de 19x16x9 cm, con papel toalla húmedo para mantener la humedad relativa cerca de 100%. Las larvas que se criaron provenían del banco de germoplasma de achote, en la finca Cabiria del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE.

Se colocaron 20 parejas de *M. melanoleuca* en frascos de vidrio de 9x8.5x8.5 cm con papel germinador húmedo, donde ovipositaron las hembras. Se registró la fecha de postura de los huevos para estudiar progresivamente aspectos correspondientes a huevos, larvas, prepupa y pupa, y características sobre adultos tales como la descripción (forma, tamaño y coloración) y la duración de cada estadio, así como la fecundidad, longevidad y la proporción de sexos.

## RESULTADOS

El huevo es globular, con el corion poroso, y mide de 0.36  $\pm$  0.03 mm de ancho y 0.65  $\pm$  0.03 mm de longitud. Es blanco-plateado recién depositado, pero conforme el embrión se desarrolla adquiere un color beige; cuando los huevos están parasitados son oscuros, emergiendo de ellos parasitoides del género *Trichogramma* sp (Hymenoptera) y *Genea* sp (Diptera); para mayor información sobre el parasitismo de huevos y pupas de *M. melanoleuca*, el mismo autor está elaborando un artículo sobre este tema. Desde la oviposición hasta la eclosión transcurrieron 2.90  $\pm$  0.56 días. En el campo los huevos son depositados individualmente en las cápsulas, sobre las espinas o entre ellas.



Foto 1. Larvas de *Milghitea melanoleuca* barrenando las semillas de una cápsula de achote.

El estado larval duró  $27.91 \pm 1.16$  días y comprendió cinco estadios (Cuadro 1). La larva de 5º estadio midió 20.02 mm de longitud y su cápsula cefálica 1.45 mm (Cuadro 2).

El estadio 1º eclosiona y se alimenta del fruto en su exterior ocasionando el raspado del pericarpio. El 2º, 3º y 4º se alimentan de las semillas en el interior de la cápsula, donde mudan (Foto 1). El 5º estadio, al igual que los tres anteriores, se alimenta de las semillas en el interior de la capsula y posteriormente sale de la misma para empupar en el suelo, en condiciones de campo.

Los estadios larvales 4º y 5º son los más dañinos, por consumir mayor cantidad de alimento. El daño en las cápsulas se caracteriza por la aparición de orificios en la fruta, lo que permite la entrada de insectos secundarios, como nitidúlidos, hormigas y míridos, así como del hongo *Fusarium* sp., que ataca las semillas. Otro síntoma característico del daño es la presencia interna en el fruto de abundante tela de seda producida por las mismas larvas, además de las excretas (Foto 2).

Las larvas son muy móviles y al tocarlas se contorsionan bruscamente, se trasladan de una cápsula a otra a través de un hilo de seda que ellas producen. Ocasionalmente se encuentran frutos perforados, pero sin daño en sus semillas. Normalmente se halla en su interior una larva por cápsula.

Los frutos comienzan a ser atacados cuando miden 1x1.5 cm, pero no necesariamente por larvas L1, ya que también pueden ser dañados por L2, L3 y hasta L4. Esto significa que no hay preferencia de los estadios larvales hacia ciertos tamaños de frutos, pues también en frutos de 7x4.5 cm se encontraron larvas desde L1 a L5. El traslado de la larva de un fruto a otro a través del hilo de seda que ellas producen, favorece este comportamiento.

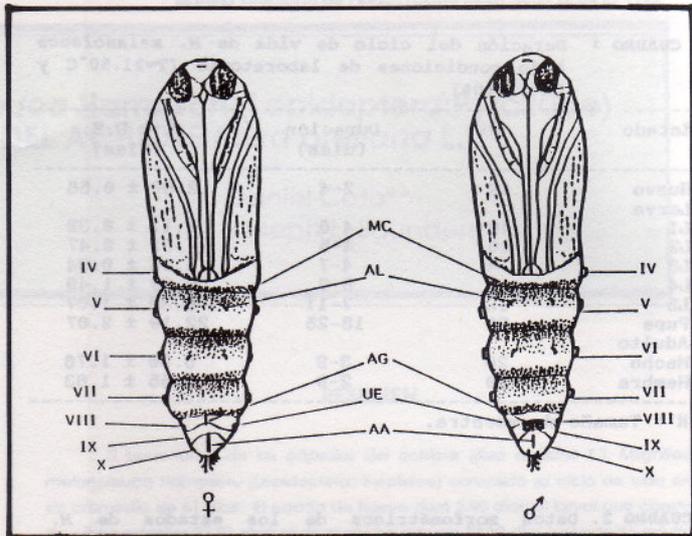


Fig. 1. Pupas de *Milghitea melanoleuca* mostrando las características ventrales de la hembra (izquierda) y el macho (derecha): AL, alvéolos; AA, abertura anal; AG, abertura genital; MC, margen caudal; UE, último espiráculo. Los números romanos indican los diferentes segmentos abdominales. (Adaptado de Maddox 1969).

El estado de pupa duró 22.19 días. La pupa masculina midió 8.91 mm de longitud y la femenina 8.71 mm. La pupa es obtecta, desnuda y de color pardo oscuro. Requiere cerca de 100% de humedad en el laboratorio para desarrollarse y emerger los adultos. En el campo aparecen alrededor de los árboles entre el mantillo. La abertura genital de la hembra divide completamente el 8º segmento, extendiéndose desde el margen caudal del 7º segmento hasta más allá del correspondiente al 8º segmento, pero sin dividir el 9º (Fig. 1).



Foto 2. Excretas de larvas de *Milghitea melanoleuca* después de haber consumido semillas de achiote.



Foto 3. Estadios inmaduros de *Milgitea melanoleuca* correspondiente al estado larval.

La abertura genital del macho se encuentra en la línea media ventral del 9º segmento, mostrando a cada lado dos pequeños abultamientos genitales. Esto hace que las aberturas genital y anal se encuentren en mayor proximidad en el macho que en la hembra. El 8º segmento se localiza fácilmente por la presencia del último espiráculo. El macho, alimentado con miel sobrevivió 5.5 días, mientras que la hembra sobrevivió 6.55 días. El ciclo de vida se completa en  $61 \pm 3.33$  días.

En el laboratorio la emergencia de los adultos se presenta entre las 16:00 y 18:30 h. Las hembras, requirieron  $2.55 \pm 0.51$  días después de emerger, para depositar sus primeros huevos. La fecundidad aparentemente fue muy baja, de  $3 \pm 1.21$  huevos por hembra durante su vida. Quizá esto se deba a un error experimental durante la investigación, donde factores ambientales tales como la temperatura y la humedad no fueron los más propicios para la fecundación de las hembras. La proporción de sexos, basada en 60 adultos, fue de 1:0.66. (♀:♂).

La larva de 5º estadio es pardo claro. Dorsalmente tiene cinco franjas anchas pardo oscuro que se extienden desde el protórax hasta el último segmento abdominal; en el protórax, tres de las cinco franjas son más anchas y oscuras. Los segmentos abdominales dorsalmente muestran una serie de puntos pardos. En el 8º segmento estos puntos pardos dibujan una silueta en forma de antifaz. La cabeza es amarillenta, con reticulaciones pardo oscuro (Foto 3).

Las alas delanteras de ambos sexos tienen escamas gris verdoso con una mancha blanca grande al centro, simulando la figura de una Y mayúscula; otra mancha blanca pequeña cerca de la base del ala simula una copa, la cual se une con la mancha grande del centro. Las alas traseras son gris claro desde la base hasta la mitad, y el resto gris oscuro. Ambos pares de alas presentan en sus márgenes, flecos de color beige con manchas negras. Las tégulas sobre el tórax son blancas.

El macho, menor que la hembra, midió 17.99 mm de envergadura alar, las antenas son plumosas y de su base se proyecta una estructura cubierta de escamas. La hembra midió 20.35 mm de envergadura alar, las antenas son filiformes, sin la presencia de la estructura que el macho presenta. □

#### LITERATURA CITADA

- ARCE, P.J. 1984. Caracterización de 81 plantas de achote (*Bixa orellana* L.) de la colección del CATIE procedentes de Honduras y Guatemala, y propagación vegetativa por estacas. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Departamento de Producción Vegetal. 149 p.
- COTO, T.D. 1992. Biología y distribución temporal de *Milgitea melanoleuca* Hampson (Lepidoptera:Pyralidae), barrenador de la cápsula del achote (*Bixa orellana* L.) Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 59 p.
- INGRAM, J.S.; FRANCIS, B.J. 1969. The annatto tree (*Bixa orellana* L.): A guide to its occurrence, cultivation, preparation and uses. Tropical Science 11(2):97-102.
- LEON, J. 1968. Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales. San José, Costa Rica. IICA-OEA. p.448-450.
- MORERA, A.J. 1983. Mantenimiento de colecciones de achote en bancos de gemoplasma. In Aspectos sobre Achote y Perspectivas para Costa Rica. Trabajos presentados Ed. por J. Arce P. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 47. p. 122-133.
- OCAMPO, R.A. 1983. Aspectos agronómicos sobre el cultivo del achote (*Bixa orellana* L.) en los cantones de Aguirre y Dota. In Aspectos sobre el Achote y Perspectivas para Costa Rica. Trabajos presentados. Ed. por J. Arce P. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 47. p. 43-57.
- RIVERA, D., FLORES, M. 1988. Morfología floral del achote, *Bixa orellana* L. (Bixaceae). Revista Biología Tropical 36(2B):499-509.
- RODRIGUEZ, G.; ENRIQUEZ, G. 1983. Estudio preliminar del desarrollo de ramas y la biología floral en *Bixa orellana* L. In Aspectos sobre el Achote y Perspectivas para Costa Rica. Trabajos presentados. Ed. por J. Arce P. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 47. p. 58-76.

## MALEZAS DE MAYOR IMPORTANCIA Y ALGUNAS PRACTICAS DE MANEJO EN ZONAS CAFETALERAS DE MATAGALPA, NICARAGUA\*

Juan Bosco Franco Solís\*\*  
Ramiro de la Cruz\*\*\*

### ABSTRACT

Weeds present in different coffee cropping systems, such as shade-free, under shade, in full production, in establishment, and two weed control methods (manual and chemical) were characterized at a coffee growing zone in Matagalpa, Nicaragua. Field work was carried out on nine farms, which had been run for several years under the same management practices. During the most active growth period of the crop and of the weeds (May to November), average annual precipitation was 1750 mm, temperature ranged from 18.2 to 19.1 °C, relative humidity fluctuated around 80.5% and sun light was from 151.80 to 210.18 hours. Based on bioclimatic characteristics the area was classified as a sub-tropical humid forest, with deep, well drained, moderately rolling to steep soils of the Typic Tropudalfs sub-group. Of the 56 weed species determined, 67% were dicotyledons.

### RESUMEN

En una área cafetalera de Matagalpa, Nicaragua, se identificaron las malezas en diferentes modalidades del cultivo de café: a libre exposición, bajo sombra, en plena producción, en establecimiento, y dos métodos de control de malezas (manual, químico). El trabajo de campo se realizó en nueve fincas que durante varios años se sometieron a las mismas prácticas de manejo. Durante el período de crecimiento más activo del cultivo y de las malezas (mayo a noviembre) la precipitación promedio anual fue 1750 mm, la temperatura varió entre 18.2 y 19.1°C, la humedad relativa fluctuó alrededor del 80.5% y el brillo solar fue de 151:80 a 210:18 horas. La zona se clasificó como bosque húmedo sub-tropical, con suelos del sub-grupo Typic Tropudalfs, profundos, bien drenados y de relieve moderadamente ondulado a escarpado. Las dicotiledóneas constituyeron el 67% de 56 especies de malezas encontradas.

### INTRODUCCION

El cultivo del café tiene larga tradición como principal fuente de riqueza en Nicaragua. Es el principal cultivo tradicional de ingreso a partir del ciclo 1985/86, con el 44% de las exportaciones actuales y el único producto agrícola de exportación que resulta rentable para el país, por su escasa dependencia de insumos importados (Sola 1989).

Las malezas ocasionan al cafeto grandes porcentajes de daños en Nicaragua, ya que reducen el rendimiento de las cosechas, dificultan las labores de mantenimiento y producción y albergan insectos y organismos patógenos como virus, hongos y nematodos.

Para pretender un manejo adecuado de las malezas es necesario conocer sus características ecofisiológicas, ya que como plantas pioneras son un componente casi universal de los agroecosistemas, donde han encontrado condiciones que les permiten crecer rápida y vigorosamente, desarrollar varias generaciones por año y establecerse en densidades altas (Bazzaz 1980).

La investigación en este campo ha sido muy limitada, por lo cual la información disponible sobre las malezas en cafetales en Nicaragua es escasa. Con el presente trabajo

se pretendió identificar la población de malezas presentes en un área de gran tradición cafetalera en Nicaragua, donde se presenta un amplio rango de variables en los sistemas de cultivo debido a las prácticas de manejo más corrientes. Se pretendió también obtener información amplia sobre las actividades que se realizan con relación al control de malezas en la empresa "Juan Martínez" en Matagalpa, Región VI de Nicaragua.

El método a seguir en el estudio de una comunidad de malezas depende de los objetivos propuestos y se deben considerar factores tales como: composición florística, formas de vida, patrón de distribución, variaciones de germinación durante el año, habitat, relación de competencia con el cultivo, etc. El análisis de los diferentes métodos de muestreo, procesamiento de la información y selección de sistemas se discuten en estudios especializados como los de Causton (1988), Kershaw y Looney (1985), Matteucci y Colma (1982).

**Recibido: 14/09/92. Aprobado: 05/07/93**

\*Parte de la Tesis de Mag. Sc. del autor principal. Escuela de Posgrado. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

\*\*MIDINRA, Managua, Nicaragua.

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

## MATERIALES Y METODOS

El trabajo de campo se realizó entre los meses de noviembre de 1989 y mayo de 1990, a una altitud de 1207 m y sus coordenadas geográficas son: 13° 00' latitud N y 85° 55' O. La precipitación varía de 1000 a 2500 mm, con un valor promedio anual de 1750 mm; concentrándose en los meses de mayo y noviembre (Olivares 1989). En esta área están comprendidos los cultivos de café de la Empresa "Juan Martínez", del Departamento de Matagalpa, Región VI, Nicaragua.

Esta empresa cuenta con un área de 6370 ha distribuidos así: 604 cultivadas con café; 757 utilizadas para áreas de pasto; 4028 consideradas reserva natural (forestales); 955 áreas no aprovechables en descanso (tacotales) y 26 dedicadas a caminos e instalaciones (Gadea 1989).

La empresa sigue un cronograma de actividades de carácter general para el manejo del cultivo, donde se especifican las labores a realizar en forma periódica (Cuadro 1, Gadea 1989).

Para el levantamiento de las malezas se siguió el método descrito por Thomas (1985) el cual consiste en los siguientes procedimientos:

- Se contaron 100 pasos a lo largo de un borde del campo seleccionado.
- Formando un ángulo recto se caminaron otros 100 pasos dentro del campo. Al final de este recorrido comenzó el muestreo.
- Se caminó en forma M invertida y en cada brazo de ésta se marcaron cinco sitios distanciados a 20 pasos cada uno, teniendo un total de 20 puntos dentro de cada sitio de muestreo.

- En cada punto de muestreo se tomó un área de 0.25 m<sup>2</sup>, contando el número de individuos de cada especie de maleza. En malezas perennes se contó el número de brotes aéreos y en anuales cada individuo fué contado como una unidad.

El número de estaciones de muestreo por unidad de producción (fincas) fué de 42, para un total de 378.

En la identificación de las especies se usaron los manuales de los autores Gómez y Rivera (1987), Cárdenas *et al.* (1972), García *et al.* (1975) y otras especies fueron identificadas por taxónomos del Herbario Nacional.

La descripción de las actividades relacionadas con el manejo de las malezas en el área de estudio se obtuvo del análisis de los planes de manejo descritos por Gadea (1989) y de consultas con el personal de campo y áreas de cultivo dentro de la Empresa.

## RESULTADOS Y DISCUSION

**Malezas Presentes.** Las 56 especies de malezas encontradas en el agroecosistema de café se presentan en orden alfabético en el Cuadro 2.

**Índice de Importancia de las Especies más Comunes.** Con los datos obtenidos en las mediciones de cada maleza se calcularon los valores de Frecuencia y Densidad Relativa, con los cuales se obtuvo el Índice de Importancia (Ii) que ayuda a seleccionar entre las 56 especies, las más importantes.

CUADRO 1. Cronograma de actividades en el área cafetalera de la Empresa Juan Martínez. Matagalpa, Nicaragua, 1989.

	MESES											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Fertilización					***		***		***			
Apli. fungicidas		*****		*****				*****		*****		
Apli. insecticidas		*****		*****				*****		*****		
Desbejuca				***							*****	
Deshierba manual				*****				*****				
Aplic. herbicidas				*****				*****				
Regulación sombra	*****											
Poda		*****										
Deshija		*****										
Resiembra				*****								
Rastreo plagas					***		***		***			
Caseo				***		***		***				
Mant. caminos		***	***		***		***		***		***	

CUADRO 2. Lista y código de las malezas encontradas en los cultivos de café de la Empresa "Juan Martínez", Matagalpa, Nicaragua, 1990.

MALEZAS	CODIGO*
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	AGECO
<i>Amaranthus spinosus</i> L.	AMASP
<i>Bidens pilosa</i> L.	BIDPI
<i>Borreria alata</i> (Aubl.) DC	BOILF
<i>Borreria laevis</i> (Lam.) Griseb.	BOILA
<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf.	BRADB
<i>Brassica alba</i> (L.) Boiss.	SINAL
<i>Chloris radiata</i> (L.) SW	CHHRA
<i>Cissus sicyoides</i> L.	CISSI
<i>Colocasia esculenta</i> L.	COLES
<i>Commelina diffusa</i> Burm.f.	COMDI
<i>Commelina virginica</i> L.	COMVI
<i>Croton hirtus</i> (L.) Herit.	CVNHI
<i>Cuphea micrantha</i> H.B.K.	CUPMI**
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	CYNDA
<i>Cyperus ferax</i> (L.) Rich.	CYPFE
<i>Cyperus flavus</i> (Vahl.) Nees.	CYPFL**
<i>Desmodium adscendens</i> (Sw.) DC	DEDAD
<i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koel.	DIGSP
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	DIGSA
<i>Drimaria cordata</i> (L.) Willd ex Roem&Schult	DRYCO
<i>Elephantopus mollis</i> H.B.K.	ELPMO
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	ELEIN
<i>Erechtites hieracifolia</i> (L.) Raf.	EREHI
<i>Erechtites valerianaefolia</i> (Wofl.) DC.	EREVA
<i>Erigeron bonariensis</i> L.	ERIBO
<i>Galinsoga ciliata</i> (Raf.) Blake	GASCI
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	GASPA
<i>Heliopsis buphthalmoides</i> (Jacq.) Dun.	HELBU**
<i>Hyptis atrorubens</i> Poit.	HPYAT**
<i>Hyptis capitata</i> Jacq.	HPYCA
<i>Ipomoea tiliacea</i> (Willd/DC) Choisy	IPOFA
<i>Ipomoea trifida</i> (H.B.K.) G.Don.	IPOTR**
<i>Iresine celosia</i> L.	IRECE
<i>Jussiaea suffruticosa</i> (L.) Gómez	LUDOC
<i>Kyllinga sesquiflora</i> Tor.	KILSE
<i>Melothria guadalupensis</i> (Spreng.) Cogn.	MEEGU
<i>Mimosa pudica</i> L.	MIMPU
<i>Oplismenus burmannii</i> (Retz.) P.Beauv.	OPLBU
<i>Oxalis corniculata</i> L.	OXACO
<i>Paspalum conjugatum</i> Bergius	PASCO
<i>Paspalum macrophyllum</i> H.B.K.	PASMA**
<i>Paspalum notatum</i> Fluegge.	PASNO
<i>Paspalum virgatum</i> L.	PASVI
<i>Physalis angulata</i> L.	PHYAN
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	PTEAO
<i>Salvia occidentalis</i> Sw.	SALOC
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	SONOL
<i>Spilanthes americana</i> (Mutis.) Hieron.	SPLAM
<i>Stachys micheliana</i> Briquet.	STAMI**
<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (L.C.Rich.)Valhl.	STCDI
<i>Synedrella nodiflora</i> (L.) Gaertn.	SYDNO
<i>Tripogandra cumanesis</i> (Kunth.) Woods.	TRVCU**
<i>Verbena littoralis</i> H.B.K.	VEBLI

\* De acuerdo al código y normas aceptadas por la Sociedad Americana de la Ciencia de las Malezas.  
 \*\*Por falta de código a nivel de especie, se le asignó el correspondiente.

CUADRO 3. Índice de importancia de las especies de mayor impacto agronómico en el área estudiada.

MALEZAS	CODIGO	Ii
<i>Borreria alata</i> (Lam.) Griseb	BOILF	9.85
<i>Brassica alba</i> Boiss.	SINAL	9.39
<i>Chloris radiata</i> (L.) SW	CHRRRA	11.07
<i>Cissus sicyoides</i> L.	CISSI	6.58
<i>Commelina diffusa</i> Burm.f.	COMDI	11.68
<i>Commelina virginica</i> L.	COMVI	8.70
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	CYNDA	8.37
<i>Cyperus ferax</i> (L.) Rich.	CYPFE	50.35
<i>Iresine celosia</i> L.	IRECE	8.97
<i>Kyllinga sesquiflora</i> Tor.	KILSE	12.27
<i>Oxalis corniculata</i> L.	OXACO	9.39
<i>Paspalum conjugatum</i> Bergius	PASCO	5.09
<i>Paspalum virgatum</i> L.	PASVI	8.49
<i>Physalis angulata</i> L.	PHYAN	8.11

(Ii) = Frecuencia relativa (Frel) + Densidad relativa (Drel)  
donde:

$$\text{Frel} = \frac{\text{Frecuencia de una especie}}{\text{Suma frecuencia todas especies}} \times 100$$

$$\text{Drel} = \frac{\text{Densidad de una especie}}{\text{Suma densidad todas especies}} \times 100$$

Se seleccionaron catorce especies que, a nuestro criterio, reflejaban el mayor nivel de presencia dentro de los lotes y que podían considerarse de importancia agronómica (Cuadro 3).

**Prácticas de control de malezas usadas en la finca.** Se realizan labores de control mecánico y químico. Para el control mecánico se corta con machete a ras del suelo, con lo cual se remueven las malezas causando algún grado de disturbio en la superficie del suelo. En esta forma se expone el suelo a la erosión por efecto de las lluvias. También se hacen cortes altos, no a ras del suelo.

Los cortes generalmente se inician a partir de las primeras lluvias (mayo-junio) y un segundo corte, quizá el más importante, se efectúa durante los meses de setiembre-octubre, para facilitar la recolección del grano. Dependiendo del estado fisiológico del cultivo (desarrollo o producción), el corte se puede realizar de dos maneras:

**1. En área de desarrollo (renovación y recuperación).** El "carrileo" consiste en un corte o rodajeada a ras del suelo a lo largo del surco. Con esta práctica se protege la planta joven de la acción de competencia de las malezas y del efecto quemante de los herbicidas. La tarea o norma de trabajo que debe realizar un obrero es de aproximadamente 400 m<sup>2</sup>/día.

La "lumbrea" o "tendida" es un corte alto que se realiza entre los surcos para detener el crecimiento de las malezas sin dejar el suelo desnudo, evitando el efecto de erosión causado por las lluvias. La norma de trabajo que debe realizar el obrero es de aproximadamente 2500 m<sup>2</sup>/día.

**2. En área en producción.** La "roza total" es un corte que se efectúa a ras del suelo, con el inconveniente de que la superficie queda desnuda, favoreciendo la erosión principalmente en aquellas áreas de mayor pendiente. El objetivo de esta actividad es facilitar una buena recolección del grano, sobre todo cuando este cae al suelo.

Para el control químico se usan tanto herbicidas selectivos de acción residual, como herbicidas de acción total no selectivos. Los herbicidas normalmente se utilizan unos siete días después de que se realiza cada corte, buscando mezclas que tengan acción de contacto y residual.

Para el control de hojas anchas y gramíneas se aplica una mezcla de paraquat (Gramoxone), 2,4-D y ametrina (Gesapax 250 EC), a razón de 2, 1.5 y 1.5 litros/ha de producto comercial de cada uno de estos compuestos.

La mezcla de herbicidas se prepara en un barril con capacidad para 50 galones de agua. Se vierten unos 10 galones y se agregan 1.5 litros de gesapax. Esta mezcla se agita para lograr una buena solubilidad del herbicida. Se agrega el paraquat, el 2,4-D y un adherente-humectante y a medida que se agita, se agrega agua al barril hasta completar los 50 galones. Los herbicidas se aplican con una aspersora de espalda o mochila, con capacidad de 20 l. La presión y agitación se logran mediante una palanca manual la cual se debe agitar constantemente para obtener una presión de aproximadamente 20 lb/pulg<sup>2</sup>. La norma de trabajo que debe realizar un obrero en la aplicación de herbicidas es de 50 galones/día, para una cobertura de 1681 m<sup>2</sup>.

Aún cuando las recomendaciones sobre el sistema de control de malezas pretenden que sea una práctica generalizada en todos los campos de la Empresa, se presentan variaciones entre las distintas unidades de producción. En lo que respecta al control químico por ejemplo, la disponibilidad de los productos al momento de las aspersiones es un factor que determina en muchas oportunidades el empleo final de los herbicidas recomendados. □

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El *Cyperus ferax* fue la maleza que obtuvo el índice más alto de importancia (50.35), seguido por *Kyllinga sesquiflora* (12.27), *Commelina diffusa* (11.68) y *Chloris radiata* (11.07).

Del total de 56 malezas de mayor presencia en el área, el 33% correspondió a monocotiledoneas y el 67% a dicotiledóneas.

De las 14 especies seleccionadas de mayor índice de importancia, el 57% fueron monocotiledoneas y el 43% dicotiledoneas.

Las especies de malezas indicadas como de mayor importancia agronómica en esta área, se distribuyó en un amplio rango de condiciones ambientales, principalmente por la diversidad de sistemas de producción que normalmente se presentan en una zona cafetalera. Ante esta situación, la recomendación de un sistema rígido de control de malezas puede presentar muchas deficiencias, porque la vegetación de malezas puede variar con cada sistema y por lo tanto la efectividad del método de control será diferente en cada campo. Esto es valioso principalmente cuando se trata de control químico.

Para cafetales jóvenes en etapa de establecimiento y a libre exposición, un excesivo control de malezas puede arruinar la estabilidad del suelo exponiéndolo a la erosión por lluvias, principalmente en áreas de ladera. Una recomendación general resultante de la presente investigación, es zonificar con base en las variables más importantes entre los sistemas de cultivo comunes dentro del área cafetalera, y de acuerdo con esta zonificación establecer los programas racionales de manejo de la vegetación. Principalmente se deben considerar las variaciones en la población de malezas y las relaciones entre la práctica de control y la protección del suelo.

## BIBLIOGRAFIA

- BAZZAZ, F. 1980. Physiological ecology of tropical succession: A Comparative Review of Ecology and Systematics. p. 30-38.
- CARDENAS, J.; REYES, C.E.; DOLL, J.D. y PARDO, F. 1972. Malezas Tropicales. Bogotá, Colombia. COMALFI, 341 p.
- CAUSTON, D.R. 1988. An Introduction to vegetation analysis. Principles, practices and interpretation. London. UNWIN HYMAN. 329 p.
- FRANCO SOLIS, J.B. 1990. Caracterización de las malezas y de las prácticas de manejo en un agroecosistema de café (*Coffea arabica* L.). Tesis, Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 78 p.
- GADEA, M. 1989. La Empresa Agropecuaria Juan Martínez Matagalpa, Nicaragua. Dirección de Producción. (Comunicación escrita).
- GARCIA, J.G.; MACBRYDE, B.; MOLINA, A.R. y HERRERO, O. 1975. Malezas Prevalentes de América Central. Oregon State University. International Plant Protection Center. 161 p.
- GOMEZ, A. y RIVERA, H. 1987. Descripción de Malezas en Plantaciones de Café. Chinchiná, Colombia. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. 490 p.
- KERSHAW, K.A. y LOONEY, J.H.H. 1985. Quantitative and Dynamic Plant Ecology. 3a. ed. Great Britain. Arnold. 278 p.
- MATTEUCCI, S.D. y COLMA, A. 1982. Metodología para el Estudio de la Vegetación. Washington, D.C. Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. 163 p.
- THOMAS, A.G. 1985. Weed Survey System used in Saskatchewan for Cereal and oil seed crops. Weed Science 33:34-43.
- OLIVARES, O. 1989. Datos climáticos de Matagalpa. Matagalpa, Nicaragua. Departamento de Agrometeorología. (Comunicación escrita).
- SOLA MONSERRAT, R. 1989. Geografía y estructura económica de Nicaragua en el contexto centroamericano y de América Latina. Managua, Nicaragua. Imprenta U.C.A. p. 63-119.
- SOLA MONSERRAT, R. 1989. Geografía y estructura económica de Nicaragua en el contexto centroamericano y de América Latina. Managua, Nicaragua. Imprenta U.C.A. p. 63-119.

## DETERMINACION DE LAS PRINCIPALES MALEZAS EN EL CULTIVO DEL ARROZ (*Oryza sativa*) L. EN CINCO ZONAS DE NICARAGUA\*

Denís Hernández Blandón\*\*  
Ramiro de la Cruz\*\*\*

### ABSTRACT

The most important weeds in five rice growing areas of Nicaragua were studied. A minimum sampling area of 27 m<sup>2</sup> was defined and the percentage of weed cover was estimated. A sub-sample of 1.0 m<sup>2</sup> was taken to determine the weed density in each minimum area. With cover and density values, the importance index was calculated for each weed species. A total of 83 species (68 genus and 25 families) were identified. Weed vegetation tended toward more diversity in zones having lower levels of technology (dry land rice, hand weeding, crop rotation, no fertilization and minimum tillage).

### INTRODUCCION

El arroz (*Oryza sativa* L.) es de suma importancia para la región centroamericana por ser un componente esencial en la alimentación de la población. En Nicaragua, el cultivo se maneja bajo dos sistemas, riego y secano. Existen tecnologías que van desde el cultivo de subsistencia (secano no favorecido); el mediano agricultor con cierto grado de tecnología (secano favorecido); hasta el gran productor, con amplio grado de tecnología (mecanización, variedades mejoradas, fertilización completa, control químico de malezas).

Existen tres limitantes importantes en la producción de arroz: patógenos, insectos y malezas, los cuales pueden reducir significativamente sus rendimientos y productividad. El combate de malezas representa el mayor costo de producción y no siempre se logran resultados satisfactorios.

La problemática del manejo y control de las malezas es común para los diferentes sistemas de manejo del cultivo, aún cuando el problema se considera un poco más crítico en arroz de secano.

En el arroz, las malezas se combaten por métodos manuales y químicos. Los herbicidas se aplican en forma calendarizada, razón por la cual su eficiencia puede ser reducida. Además, no son bien conocidas las especies importantes de malezas que ocurren en las principales zonas arroceras.

### RESUMEN

Se determinaron las malezas más importantes en cinco zonas con diferentes niveles de tecnología en el cultivo de arroz en Nicaragua. Se determinaron las especies de malezas más importantes y para el censo o levantamiento se estableció una "Área Mínima" de 27 m<sup>2</sup> en la cual se calificó la cobertura de las especies presentes. Dentro del área mínima se tomó una superficie de 1 m<sup>2</sup> para determinar la densidad de la población de malezas. Con estos datos se obtuvo el índice de importancia de cada especie. En las cinco áreas se identificaron 83 especies de malezas pertenecientes a 68 géneros y 25 familias, presentándose grandes diferencias entre zonas. La mayor diversidad de especies se presentó en las zonas con menor nivel tecnológico (secano, control manual de malezas, rotación de cultivos, sin fertilización y mínima labranza).

El objetivo del presente estudio fue determinar las principales especies de malezas presentes en zonas representativas del cultivo de arroz, como Jalapa, Diriomo, Ochomogo, para el sistema de secano; la Empresa Rigoberto López Pérez en Boaco, V Región, y la zona de Malacatoya en Granada, IV Región, para el sistema de riego.

### MATERIALES Y METODOS

**Ubicación y Descripción de las Zonas en Estudio.** Existen tres agroecosistemas de arroz en Nicaragua: secano favorecido, secano no favorecido y riego por inundación.

La Región I, Departamento de Nueva Segovia, Municipio de Jalapa, es la zona "secanera" de mayor tradición en el cultivo y donde los agricultores emplean alto grado de tecnología. La precipitación en la zona sobrepasa los 1500 mm anuales y posee suelos fértiles con topografía plana y textura franco-arcillosa. Las siembras comienzan a finales de mayo y terminan a finales de junio. Dependiendo de la variedad, la cosecha se inicia a finales de octubre o principios de noviembre.

Durante los cinco meses que abarca el ciclo del cultivo, la precipitación promedio 948 mm, es una cantidad suficiente para su desarrollo normal. (De Datta 1981, citado por Tascón 1985). De acuerdo con la clasificación de Rapidel y Rodríguez (1990), la zona presenta una canícula benigna.

**Recibido: 25/01/93. Aprobado: 08/08/93.**

\*Basado en la tesis de Mag.Sc. del primer autor. Escuela de Posgrado, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

\*\*MAG. Programa Nacional de Investigación de Arroz. Km 12, Calle Norte. Managua, Nicaragua.

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

En esta zona, en donde se ha cultivado el arroz por más de 30 años, se siembran aproximadamente 5000 ha y las malezas constituyen una seria limitación para obtener altos rendimientos en el cultivo, incluso algunos agricultores abandonan áreas de siembra por las altas infestaciones de malezas. Además de los daños indirectos que ocasionan estas malezas, las altas poblaciones de *Echinochloa colona* incrementan considerablemente las poblaciones de chinches de la panícula, principal plaga insectil del cultivo de arroz en la zona.

El sistema de secano no favorecido es casi exclusivo de la IV Región y en los cuatro departamentos que la componen: Masaya, Carazo, Granada y Rivas, se siembra arroz. Pequeños agricultores practican este sistema, generalmente con un bajo nivel de tecnología. Pocos agricultores en algunas zonas manejan el cultivo con un nivel alto de tecnología. La preparación de suelo se realiza con tracción animal, es típico en la zona el uso de variedades tradicionales y densidades bajas de siembra. Su topografía es quebrada y es común la rotación del cultivo, principalmente con frijol en la postrema; algunos agricultores también manejan el sistema como monocultivo. Casi toda la mano de obra es familiar.

Tal vez por el hecho de que la rotación es muy común en la zona, la comunidad de malezas es muy diversa y es poca la incidencia de algunas especies nocivas como *Oryza sativa* (arroz rojo), o *Ischaemum rugosum* (falsa caminadora). Se destaca que, en estas áreas, el agricultor selecciona las semillas de su mismo campo, lo que posiblemente ha evitado la invasión de malezas clásicas del arroz, las cuales son frecuentes en otras áreas arroceras del país.

El control de malezas lo realizan manualmente y, aunque algunos utilizan el control químico, siempre lo complementan con la limpieza manual, quizás por su poca experiencia con el uso de herbicidas.

Entre las principales zonas para este sistema de cultivo se encuentran los municipios de Masatepe, Niquinhomo y Catarina, en el departamento de Masaya; Diriomo y Nandaimé en Granada y Ochomogo, Tola y Sapoa en Rivas. Para el presente estudio se escogieron las zonas de Diriomo y Ochomogo.

En la zona de Diriomo se practican los sistemas de rotación y monocultivo, con un nivel bajo de tecnología. Es una zona de pequeños agricultores con variedades tradicionales del ciclo corto, siembran en el mes de mayo, lo que les da oportunidad para sacar un ciclo de frijol en la postrema y de esta forma practican el sistema de rotación. Para los dos sistemas, las condiciones de manejo son similares, con niveles bajos en insumos y ausencia de maquinaria en las labores del cultivo.

La zona de Ochomogo, Rivas, se caracteriza por pequeños y medianos agricultores con diferencias tecnológicas en el manejo del cultivo del arroz. Las mayores diferencias radican en que algunos productores emplean insumos, maquinaria y variedades mejoradas, lo cual da base para la presencia en la zona de dos niveles de tecnología denominadas como alta y baja.

El sistema de riego por inundación es el más tecnificado en el cultivo de arroz, en suelos vertisoles muy fértiles y a cargo de grandes agricultores o del estado. Las labores y manejo del sistema son similares para todas las zonas y en su mayoría son mecanizadas.

La preparación de suelo se puede realizar bajo tres modalidades: preparación en seco (convencional), preparación en seco-fangueo, que consiste en roturar el suelo en seco y luego inundar para continuar con fangueo, y preparación en fangueo, donde todas las labores se realizan con una lámina de agua.

Es característico el uso de variedades mejoradas como Altamira 7, 9 y 10, a densidades de siembra que oscilan entre 125 y 190 kg/ha. En este sistema las malezas son el factor más limitante para la producción.

La zona de Malacatoya, escogida como zona de muestreo, se caracteriza por emplear solamente la modalidad de fangueo en la preparación del suelo, práctica que se considera adecuada para limitar la población de malezas, y el propanil ha sido tradicionalmente el principal herbicida usado en el control de las malezas.

En la empresa estatal Rigoberto López P., en Boaco, V Región, la preparación de suelo se realiza bajo dos modalidades principalmente: preparación en seco y preparación en fangueo. La primera es igual que una convencional y se denomina así solo para indicar que el proceso se lleva a cabo sin lámina de agua. En el proceso de preparación en fangueo, las labores se hacen con una lámina de agua, y además, a los tractores se les incorporan unas ruedas metálicas conocidas como fangueadoras. El proceso en seco se usa durante la época seca y el proceso de fangueo, durante la lluviosa. De esta forma se alternan los dos tipos de preparación a través del año. Por la peculiaridad del proceso de preparación y la tradición con que se realiza, se escogió la empresa Rigoberto López P. para ubicar el otro sitio de muestreo para el sistema de riego.

**Método de Muestreo.** Para la toma de datos en el campo se empleó el muestreo aleatorio estratificado. El tamaño de la unidad muestral, 27 m<sup>2</sup>, se definió por el método de la parcela mínima, la cual había sido definida previamente para el agroecosistema de arroz por Alemán y Hernández (1983). Se escogió el cuadrado como forma geométrica de la unidad muestral, tomando 1 m<sup>2</sup> como sub-unidad de muestreo, la cual se usó para tomar datos dentro de la parcela mínima.

**Variables Estudiadas y Toma de Datos.** Se evaluaron las variables siguientes: calificación visual de cobertura para cada especie presente dentro de la unidad muestral (27 m<sup>2</sup>); densidad y frecuencia de cada especie dentro de la unidad muestral; medida en la subunidad muestral (1 m<sup>2</sup>).

La densidad se determinó contando el número de individuos de cada especie dentro de cada subunidad muestral. Se tomaron 5 submuestras por cada unidad muestral en la zona. De la información anterior se calculó el porcentaje de presencia de cada especie por zona de estudio.

CUADRO 1. Lista de las especies de malezas determinadas en el estudio.

GENERO Y ESPECIES	FAMILIA
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Compositae
<i>Amaranthus spinosus</i> L.	Amaranthaceae
<i>Ammannia</i> sp.	Lytraceae
<i>Argemone mexicana</i> L.	Papaveraceae
<i>Bidens pilosa</i> L.	Compositae
<i>Borreria laevis</i> (Lam.) Griseb	Rubiaceae
<i>Caperonia palustris</i> (L.) ST. hil.	Euphorbiaceae
<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	Commelinaceae
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Gramineae
<i>Cyperus esculentus</i> L.	Cyperaceae
<i>Cyperus iria</i> L.	Cyperaceae
<i>Cyperus surinamensis</i> Rottb.	Cyperaceae
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	Gramineae
<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link	Gramineae
<i>Eclipta alba</i> (L.) Hassk.	Compositae
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn	Gramineae
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Euphorbiaceae
<i>Euphorbia hirta</i> L.	Euphorbiaceae
<i>Fimbristylis annua</i> (All.) R. & S.	Cyperaceae
<i>Heteranthera limosa</i> (Sw.) Willd	Pontederiaceae
<i>Hyptis capitata</i> Jacquin	Labiatae
<i>Ipomoea</i> spp.	Convolvulaceae
<i>Ischaemum rugosum</i> Salisb.	Gramineae
<i>Isocarpha oppositifolia</i> (L.) Cassini	Compositae
<i>Ludwigia</i> spp.	Onagraceae
<i>Malachra alceifolia</i> Jacq.	Malvaceae
<i>Melampodium divaricatum</i> (L.C. Richard) DC.	Compositae
<i>Oryza latifolia</i> Desvaux	Gramineae
<i>Pennisetum</i> spp.	Gramineae
<i>Phyllanthus niruri</i> L.	Euphorbiaceae
<i>Richardia scabra</i> L.	Rubiaceae
<i>Rotala ramosior</i> (L.) Koehne	Lythraceae
<i>Sagittaria trifolia</i>	Alismaceae
<i>Sida</i> spp.	Malvaceae
<i>Stenotaphrum secundatum</i> (Walt.) Ktze.	Gramineae
<i>Walteria indica</i> L.	Sterculiaceae

Con los valores absolutos de cobertura, densidad y frecuencia de presencia, se calculó el valor relativo de cada uno de ellos y el índice de importancia de cada especie (Cottam 1949, citado por Matteucci *et al.* 1982), de acuerdo con la siguiente fórmula:

$I_i = Dr + Cr + Fr$  en donde:

$I_i$  = índice de importancia

$Dr$  = densidad relativa

$Cr$  = cobertura relativa

$Fr$  = frecuencia relativa

Con base en el  $I_i$  de cada especie se seleccionaron las que presentaron el mayor valor por zona, obteniendo así las especies más importantes.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados se presentan individualmente de acuerdo con las zonas de estudio.

Se determinaron 18 especies de malezas agrupadas en 17 géneros y nueve familias en 15 muestras tomadas en la zona Jalapa (Cuadro 1). Las familias Poaceae y Cyperaceae contenían el 50% de las especies de malezas

presentes en la zona. Las principales especies fueron: *I. rugosum*, *Ageratum conyzoides*, *O. sativa* y *Ammania* spp. (Cuadro 2).

En la zona de Diriomo se tomaron 26 muestras, donde se determinaron 37 especies de malezas, agrupadas en 31 géneros y 13 familias. Las familias Poaceae, Euphorbiaceae y Cyperaceae contenían el 59% de las especies de malezas de la zona. Las principales especies fueron *Melampodium divaricatum*, *Digitaria sanguinalis*, *Phyllanthus niruri*, *Richardia scabra* y *Echinochloa colona* (Cuadro 3).

En Ochomogo se tomaron 28 muestras en total y se determinaron 54 especies, agrupadas en 46 géneros y 19 familias. Las familias Poaceae, Cyperaceae, Leguminosae y Euphorbiaceae, contenían el 61% de las especies de malezas de la zona. Las principales especies fueron: *I. rugosum*, *E. colona*, *Walteria indica*, *D. sanguinalis*, *Cyperus rotundus* y *Sida* spp (Cuadro 4).

En Malacatoya, Granada, IV Región para el sistema de riego con preparación de suelo en fangueo continuo, se tomaron 30 muestras donde se determinaron 15 especies de malezas agrupadas en 12 géneros y nueve familias. Las familias Poaceae y Cyperaceae, contenían el 47% de las especies de malezas de la zona. Las principales especies fueron: *Sagittaria trifolia*, *E. colona* y *Cyperus esculentus* (Cuadro 5).

**CUADRO 2.** Promedio de densidad, porcentaje de cobertura y frecuencia de especies seleccionadas por su mayor Índice de Importancia, zona de Jalapa, Nicaragua, 1992.

ESPECIE	COBERTURA (%)	DENSIDAD (plantas/m <sup>2</sup> )	FRECUENCIA (%)	(Ii)
<i>I. rugosum</i>	22.33	7.31	100	95.92
<i>A. conyzoides</i>	4.66	9.00	100	58.40
<i>O. sativa</i>	7.86	2.98	73	40.16
<i>Ammania</i> sp.	0.86	2.69	87	23.31
<i>H. capitata</i>	0.86	0.96	87	16.72
<i>Rotala ramosior</i>	0.60	1.45	60	14.57
<i>Fimbristylis annua</i>	0.73	0.70	73	13.75
<i>Ludwigia</i> spp.	0.53	0.24	53	8.96
<i>B. laevis</i>	0.40	0.21	40	6.84
<i>E. glomerata</i>	0.46	0.24	33	6.27

**CUADRO 3.** Promedio de densidad, porcentaje de cobertura y frecuencia de especies seleccionadas por su mayor Índice de Importancia en la zona de Diriomo, Nicaragua, 1992.

ESPECIE	COBERTURA (%)	DENSIDAD (plantas/m <sup>2</sup> )	FRECUENCIA (%)	(Ii)
<i>M. divaricatum</i>	7.0	7.1	92	66.6
<i>D. sanguinalis</i>	6.0	3.6	88	48.0
<i>P. niruri</i>	1.0	2.5	85	23.2
<i>R. scabra</i>	1.2	1.7	65	18.7
<i>E. colona</i>	1.2	1.3	77	18.0
<i>S. secundatum</i>	1.3	1.0	38	13.0
<i>B. pilosa</i>	0.8	1.4	38	12.8
<i>B. laevis</i>	0.6	1.0	46	11.7
<i>E. hirta</i>	0.7	0.7	58	11.6
<i>C. diffusa</i>	0.4	0.4	31	6.3
<i>Pennisetum</i> sp.	0.5	0.4	23	6.3
<i>E. heterophila</i>	0.3	0.2	35	6.0
<i>A. mexicana</i>	0.4	0.6	23	6.0
<i>A. spinosus</i>	0.3	0.2	35	5.7
<i>C. dactylon</i>	0.8	0.1	19	5.5
<i>E. indica</i>	0.3	0.1	31	5.0

**CUADRO 4.** Promedio de densidad, porcentaje de cobertura y frecuencia de especies seleccionadas por su mayor Índice de Importancia en la zona de Ochomogo, Nicaragua, 1992.

ESPECIE	COBERTURA (%)	DENSIDAD (plantas/m <sup>2</sup> )	FRECUENCIA (%)	(Ii)
<i>I. rugosum</i>	6.0	2.0	64	34.7
<i>E. colona</i>	3.2	2.6	64	28.0
<i>W. indica</i>	1.0	4.7	43	26.2
<i>D. sanguinalis</i>	3.5	1.6	43	23.0
<i>C. rotundus</i>	2.8	2.7	25	23.0
<i>Sida</i> sp.	1.4	3.1	29	21.5
<i>B. laevis</i>	1.0	1.0	82	15.0
<i>M. alceifolia</i>	1.0	1.1	68	14.3
<i>P. niruri</i>	0.7	0.6	68	11.2
<i>S. secundatum</i>	1.6	0.7	14	10.0
<i>A. americana</i>	0.5	0.4	50	7.8
<i>F. annua</i>	0.4	0.5	39	7.3
<i>Ipomoea</i> sp.	0.7	0.3	32	6.3
<i>E. hirta</i>	0.4	0.4	36	6.0

**CUADRO 5.** Promedio de densidad, porcentaje de cobertura y frecuencia de especies seleccionadas por su mayor Índice de Importancia en la zona de Malacatoya, Nicaragua, 1992.

ESPECIE	COBERTURA (%)	DENSIDAD (plantas/m <sup>2</sup> )	FRECUENCIA (%)	(Ii)
<i>S. trifolia</i>	12.01	5.34	100	125.71
<i>E. colona</i>	6.63	2.87	83	75.35
<i>C. esculentus</i>	1.73	1.23	30	26.00
<i>C. surinamensis</i>	0.33	0.76	27	14.76
<i>C. iria</i>	0.33	0.36	33	12.87
<i>C. diffusa</i>	0.33	0.14	33	10.85
<i>R. ramosior</i>	0.30	0.13	30	9.83
<i>C. palustris</i>	0.20	0.07	20	6.41
<i>Ludwigia</i> sp	0.13	0.12	13	5.00

**CUADRO 6.** Promedio de densidad, porcentaje de cobertura y frecuencia de especies seleccionadas por su mayor Índice de Importancia en la Empresa Rigoberto López P., Nicaragua, 1992.

ESPECIE	COBERTURA (%)	DENSIDAD (plantas/m <sup>2</sup> )	FRECUENCIA (%)	(Ti)
<i>I. oppositifolia</i>	1.53	3.07	50	63.06
<i>O. sativa</i>	2.80	0.96	60	49.83
<i>E. colona</i>	2.36	0.97	77	49.01
<i>C. iria</i>	0.50	0.84	43	23.46
<i>C. palustris</i>	0.36	0.26	37	13.54
<i>Ludwigia</i> sp	0.40	0.26	33	13.33
<i>H. limosa</i>	0.33	0.31	30	12.68
<i>E. alba</i>	0.23	0.29	23	10.25
<i>O. latifolia</i>	0.33	0.06	33	10.14
<i>C. surinamensis</i>	0.23	0.37	17	10.15
<i>C. nigrus</i>	0.26	0.06	27	8.28
<i>M. alceifolia</i>	0.23	0.06	23	7.35
<i>I. rugosum</i>	0.26	0.05	20	6.88

Para el sistema de riego con preparación alterna de suelo (seco-fanguero) en la Empresa Rigoberto López P., Boaco, V Región, se tomaron 30 muestras y se determinaron 27 especies de malezas, agrupadas en 21 géneros y 12 familias. Las familias Poaceae y Cyperaceae contenían el 52% de las especies de la zona. Las principales especies fueron: *Isocarpha oppositifolia*, *O. sativa*, *E. colona* y *Cyperus iria* (Cuadro 6).

Se observa que la especie *I. rugosum* es importante para las zonas donde se practica el sistema de secano en monocultivo de alta tecnología, como las zonas de Jalapa y Ochomogo.

Para la zona de riego con fanguero continuo, la especie *S. trifolia* se presenta como la más importante del sistema, probablemente esto se debe a que es una especie acuática y se adapta bien a las condiciones del medio. □

## CONCLUSIONES

- En las zonas donde se siembra arroz bajo sistema de secano las especies con índice de importancia más alto fueron: *I. rugosum*, *A. conyzoides*, *O. sativa*, *M. divaricatum*, *D. sanguinalis*, *E. colona* y *W. indica*.
- En las zonas donde se siembra arroz bajo el sistema de riego las especies con índice de importancia más alto fueron: *Sagittaria trifolia*, *E. colona*, *I. oppositifolia*, *O. sativa*, *C. esculentus* y *C. iria*.
- Los sistemas donde existe rotación y baja tecnología presentan una población muy heterogénea de malezas y no tienen las especies típicas de zonas arroceras de alta tecnología.
- Las familias Poaceae y Cyperaceae son las más importantes del complejo de malezas en el cultivo del arroz, ya que sus especies siempre están presentes. Además, entre las dos reúnen el mayor número de especies presentes.

## LITERATURA CITADA

ALEMAN, Z.F.; HERNANDEZ, B.D. 1983. Estudio exploratorio de la distribución y agresividad de las malezas en los arrozales. Seminario I. UNAN-FCCA. Managua, Nicaragua. 20 p.

HERNANDEZ BLANDON, D.R. 1992. Determinación de las asociaciones de malezas en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*) L. en Nicaragua y su relación con algunos factores de manejo del cultivo. Tesis Mag. Sc. Turrialba (CR). CATIE. 98 p.

MATTEUCCL S.D.; A. COLMA. 1982. Metodología para el Estudio de la Vegetación. Monografía O.E.A. Serie Biológica No. 23. 163 p.

RAPIDEL, B.; RODRIGUEZ, J. 1990. Zonificación Agrometeorológica de las lluvias en Nicaragua. Proyecto Regional de Agrometeorología, Turrialba, C.R. CATIE-CIRAD-ORSTM. 24 p.

TASCON, E.J. 1985. Requisitos de agua y métodos de riego en el cultivo del arroz. Arroz Investigación y Producción. CIAT 1985. Eugenio Tascón y Elias García, (ed). Cali, Colombia. CIAT, 1985. 696 p.

## AREA DE FITOPROTECCION

### Publicaciones en Venta

### GUIAS MIP



\$ 9.50



\$ 9.50



\$ 9.50

# EL GENERO PHYTOPHTHORA. I. CARACTERISTICAS GENERALES

Wilberth Phillips-Mora\*  
Phillip J. Keane\*\*

## ABSTRACT

A literature review is presented which summarizes part of the available information on the biology and other relevant aspects of *Phytophthora* spp., one of the most important genera of plant pathogen fungi. It includes information on the following topics: taxonomic classification, distinctive characteristics of the genus, morphology, principal hosts and diseases, relationships with climatic factors, main species and control.

## RESUMEN

Una revisión de literatura que registra parte de la información disponible sobre la biología y otros aspectos relevantes de *Phytophthora* spp., el cual es uno de los principales géneros de hongos fitopatógenos. Se incluye información sobre los siguientes tópicos: clasificación taxonómica, características distintivas del género, estructuras morfológicas, principales hospedantes y daños, relación con los factores climáticos, principales especies y combate.

## INTRODUCCION

*Phytophthora* es uno de los principales géneros de hongos fitopatógenos, pues es responsable de múltiples enfermedades en diversas especies de plantas, que van desde plántulas de hortalizas hasta árboles forestales.

De las más de 50 especies, dentro del género, la mayoría son patógenos de plantas, responsables de algunas de las más destructivas enfermedades (Brasier 1992). Los ejemplos incluyen, la muerte de bosques de eucalipto en Australia, debidas a *P. cinnamomi* y las constantes pérdidas en cacao provocadas por *P. palmivora* y *P. megakarya* en los trópicos. El ejemplo más dramático, se dió a mediados del siglo pasado, cuando el "tizón tardío de la papa" (*P. infestans*) produjo una hambruna en Europa, que en el caso de Irlanda, condujo a la muerte a más de un millón de personas y a la emigración de otro tanto. Este hecho le valió el nombre de *Phytophthora*, que significa "destructor de las plantas" (Large 1940, Gregory 1983).

El género posee morfología y características fisiológicas únicas, que lo hace un objeto interesante de investigación biológica. Su complicado ciclo de vida, que incluye formas de esporas diferentes, desde las móviles (zoosporas) hasta las de gruesas paredes (oosporas), hace que su combate sea difícil y desafiante (Zentmyer 1983).

Su capacidad para sobrevivir en el suelo de muchas maneras, le permite adaptarse a este medio y hace difícil su erradicación (Coffey 1991). Por esta razón Cook y Baker (1983) consideran que la diseminación de *P. cinnamomi* por plántulas contaminadas, constituye un tipo particularmente peligroso de contaminación ambiental.

*Phytophthora* fué también relevante en el desarrollo de la fitopatología, pues debido a los severos efectos del "tizón tardío" en Europa, se realizaron estudios que condujeron a apoyar la idea de que los "microbios" (en este caso *P. infestans*), eran causantes primarios de algunas enfermedades y no invasores secundarios de plantas afectadas por causas físicas o sobrenaturales, como se creyó por largo tiempo (Large 1940, Gregory 1983).

La importancia del género, justifica el interés en resumir parte de la información disponible, relativa a aspectos básicos de su biología y otros tópicos relevantes. Con el objeto de ilustrar el amplio rango de variación y adaptación del género, un artículo posterior tratará sobre tres de las principales especies (*P. infestans*, *P. cinnamomi* y *P. palmivora*) y sobre algunas características contrastantes que éstas poseen.

## CLASIFICACION TAXONOMICA

*Phytophthora* pertenece a la clase de los Ficomycetes, subclase Oomicetes, orden Peronosporales y familia Pythiaceae (Agris 1986). La principal característica de los Ficomycetes es que poseen un micelio cenocítico. Los Oomicetes se caracterizan por ser diploides en su estado vegetativo y por producir dos tipos de esporas: zoosporas a partir de zoosporangios y oosporas mediante la fusión de gametos morfológicamente distintos.

Estudios bioquímicos y moleculares recientes evidencian características particulares de los Oomicetes que los distancian de otros grupos de hongos, por lo cual algunos los clasifican en un grupo diferente al de los otros hongos (Brasier y Hansen 1992)

**Recibido: 07/09/92. Aprobado: 05/05/93**

\*CATE, Laboratorio de Fitopatología, 7170 Turrialba, Costa Rica.

\*\*La Trobe University, Department of Botany, Victoria 3083, Australia.

## CARACTERÍSTICAS DISTINTIVAS DEL GÉNERO

Las especies de *Phytophthora* poseen características que las distinguen de otros hongos fitopatógenos, dentro de las cuales, se mencionan las siguientes:

- Marcada plasticidad al presentar gran variedad de estructuras que pueden cambiar libremente de una a otra (Zentmyer 1983).
- Sus esporangios, clamidósporas y oogonios se desarrollan tempranamente, debido a la rápida conversión de citoplasma en estados funcionales (Zentmyer 1983).
- Tienen capacidad de incrementar su densidad de inóculo en forma rápida mediante reproducción asexual, lo que probablemente, es la principal razón de su éxito como patógenos (Shea y Broadbent 1983).
- Poseen zoosporas móviles con marcada capacidad para enquistarse rápidamente, las cuales por sí mismas dan a la enfermedad un tremendo y explosivo potencial (Zentmyer 1983).
- Algunas especies presentan esporangios desprendibles y otras esporangios persistentes (Zentmyer 1983).

- Sus paredes celulares están constituidas principalmente por glucanos y algo de celulosa (Zentmyer 1983).
- Poseen un sistema genético más parecido a los organismos superiores que a la mayoría de los hongos (Brasier 1992).
- Al igual que todos los oomicetes y a diferencia de casi todos los hongos, sus especies son diploides en estado vegetativo, lo que hace a *Phytophthora* probablemente heterocigota para muchas características (Brasier 1992).
- Dentro del género existen especies homotálicas y heterotálicas en una proporción aproximada al 50% (Brasier 1992).
- Poseen ciertas respuestas fisiológicas únicas, tales como su forma de almacenar polisacáridos, o de obtener y utilizar los esteroides (Zentmyer 1983).
- Toleran antibióticos como pimáricin y vancomycin, característica útil para obtener medios de cultivo específicos para el género (Timmer y Menge 1989).

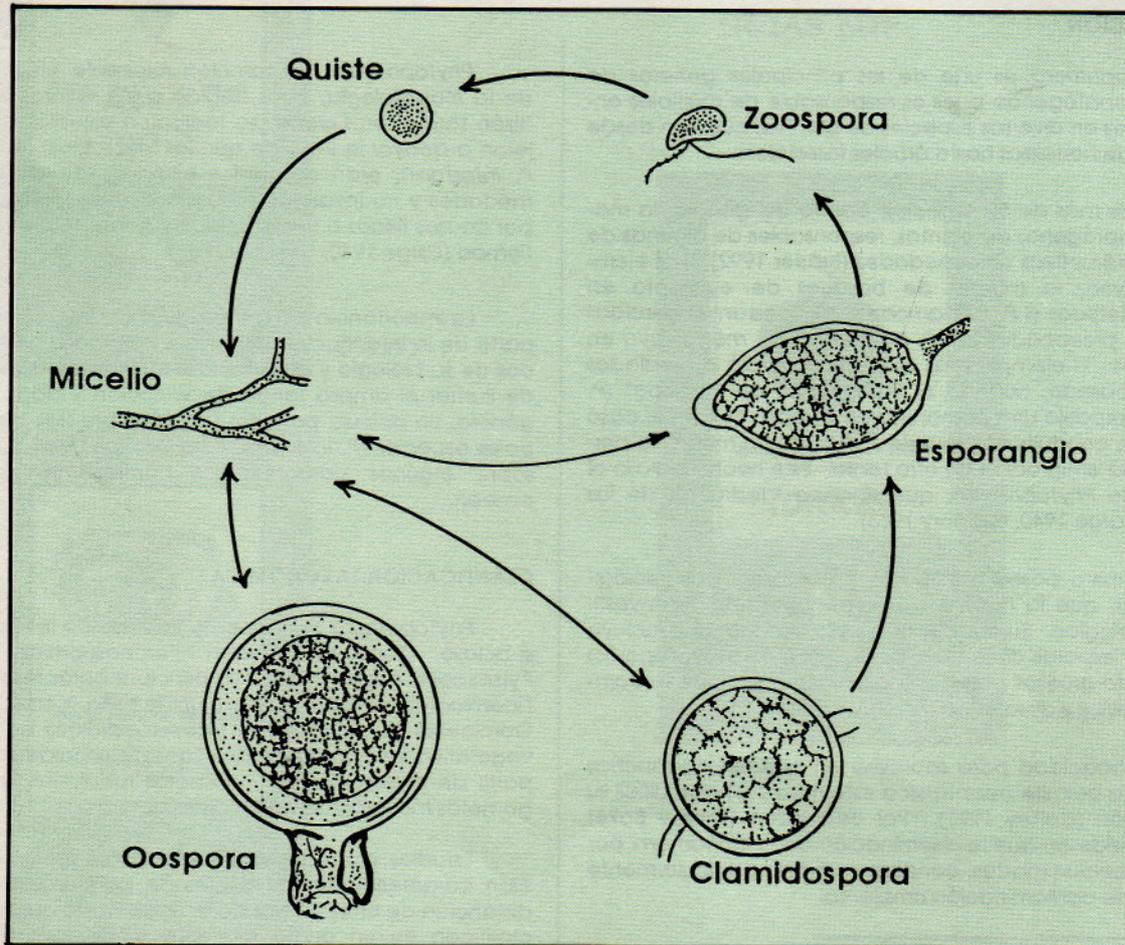


Fig. 1. Estructuras morfológicas de *Phytophthora* spp. (Bartnicky-García y Wang 1983).

## DESCRIPCION MORFOLOGICA

*Phytophthora* posee varios tipos de estructuras, que cambian libremente de una a otra, dependiendo de las condiciones externas; en ciertas especies sin embargo, no se han observado algunas de estas transiciones (Gregory 1983).

El micelio tiene la capacidad de producir órganos sexuales (anteridios y oogonios seguidos por oosporas), clamidósporas y esporangios. Dentro de éstos, se producen las zoosporas, las cuales una vez germinadas, pueden producir nuevamente micelio o microesporangios (Gregory 1983). A continuación se mencionan algunas generalidades con respecto a estas estructuras, los cuales pueden apreciarse en la figura 1.

**Micelio.** El micelio es cenocítico, o sea, no presenta paredes transversales o septos en forma regular, con excepción de aquellos que delimitan los órganos de reproducción. Los septos se presentan también, sin un patrón determinado, en hifas viejas o con crecimiento lento, pero son esporádicos, en hifas jóvenes y con crecimiento vigoroso (Blackwell 1949).

Las especies de *Phytophthora* se dividen en homotáticas y heterotáticas. En las primeras (*P. cactorum*, *P. megasperma*, *P. fragariae*, etc.), el micelio no está diferenciado (Brasier y Hansen 1992). Pueden producir anteridios, oogonios y oosporas en forma rápida y abundante, a partir de colonias individuales del hongo, sin necesidad de estímulos externos especiales (Brasier 1983).

En las especies heterotáticas (*P. infestans*, *P. capsici*, *P. palmivora*, *P. cinnamomi*, etc.), existen dos tipos de micelio conocidos como "tipos compatibles A1 y A2", los cuales producen gametangios (anteridios y oogonios) y esporas sexuales (oosporas), usualmente cuando crecen juntos (Brasier 1992, Elliot 1983). La formación de las oosporas en estas especies, resulta de la fertilización cruzada entre ambos tipos de micelio, con lo cual se da una mayor recombinación, pero también puede ser el producto de su autofertilización. (Elliot 1983).

Algunas especies heterotáticas, tienen una distribución geográfica restringida de uno de sus dos tipos de micelio, tal como el tipo A1 de *P. cinnamomi*, el cual está presente en pocos países, en contraposición con el tipo A2 que es de distribución mundial (Zentmyer 1983).

Para *P. infestans*, el tipo A2 estuvo restringido al centro de México durante mucho tiempo, pero se registró en Europa a partir de 1984, y posteriormente ha sido reportado en Asia, Oriente Medio, Sur y Norte América. Debido a las mayores posibilidades de recombinación sexual, la actual coexistencia de ambos tipos, puede conducir a cambios dramáticos en la estructura genética y epidemiología de esta importante especie (Fry et al. 1992).

**Esporangios.** Son estructuras de reproducción asexual cuya forma y tamaño presenta gran variación entre especies. Las hay desde ovoides-elipsoides hasta periformes y desde muy pequeños (14-16µm de ancho x 26-31µm de largo en *P. botryosa*) hasta muy grandes (50-65µm x 85-112µm en *P. macrospora*) (Hemmes 1983).

Los esporangios se unen al micelio por un tallo o pedicelo. En algunas especies pueden desprenderse del micelio (ej. *P. palmivora*), pero en otras permanecen unidos al mismo, ej. *P. cinnamomi* (Waterhouse et al. 1983).

La longitud del pedicelo presenta importantes variaciones entre especies, característica muy usada con fines taxonómicos (Waterhouse et al. 1983, Zentmyer 1988). Especies como *P. palmivora*, *P. infestans* y *P. cactorum*, poseen esporangios anchos, cerrados y cortos, con una longitud del pedicelo inferior a los 5 µm. Otras como *P. botryosa*, *P. colocasiae* y *P. megakarya*, tienen esporangios angostos y con pedicelos de tamaño intermedio, o sea, de 5 a 20 µm de longitud. Finalmente, existen especies como *P. hibernalis* y *P. capsici*, con esporangios mayores de 20 µm (Waterhouse et al. 1983, Zentmyer 1988).

Los esporangios pueden germinar directa o indirectamente. La germinación directa se da con la emisión de tubos germinativos a través del poro de salida o de las paredes del esporangio (Hemmes 1983). Este proceso se produce bajo estímulos térmicos o nutricionales, ya que es favorecida por temperaturas por encima del óptimo para el crecimiento micelial y por medios nutritivos con alta presión osmótica (Ribeiro 1983).

La germinación indirecta o zoosporogénesis, ocurre cuando el citoplasma del esporangio se diferencia para producir zoosporas, las cuales son liberadas a través del poro de salida del esporangio (Hemmes 1983). Este fenómeno se presenta espontáneamente en agua destilada en la mayoría de las especies. Es favorecido por la presencia de agua libre y temperaturas inferiores a las óptimas para el crecimiento micelial (Ribeiro 1983).

**Zoosporas.** Son esporas asexuales biflageladas producidas dentro de los esporangios a partir de la zoosporogénesis (Hemmes 1983). Se mueven pasivamente con las corrientes de agua, o nadan con el uso de sus flagelos, por períodos variables antes de enquistarse espontáneamente (usualmente varias horas a 25°C) (Carlile 1983, Hemmes 1983).

Durante el proceso de enquistamiento, las zoosporas se detienen, desaparecen sus flagelos, se tornan esféricas, secretan una delgada pared y finalmente germinan por medio de un tubo germinativo (Hemmes 1983). El fenómeno se produce al incrementarse la temperatura, pero también se puede inducir mediante agitación, reducción del pH de la solución o incremento de su potencial osmótico (Hemmes 1983, Ribeiro 1983).

Las zoosporas poseen sistemas sensores que con la ayuda del movimiento proporcionado por sus flagelos, les permite acumularse en sitios específicos (taxis positiva) o evitar estos sitios (taxis negativa), con lo que incrementan las posibilidades de infecciones exitosas (Carlile 1983).

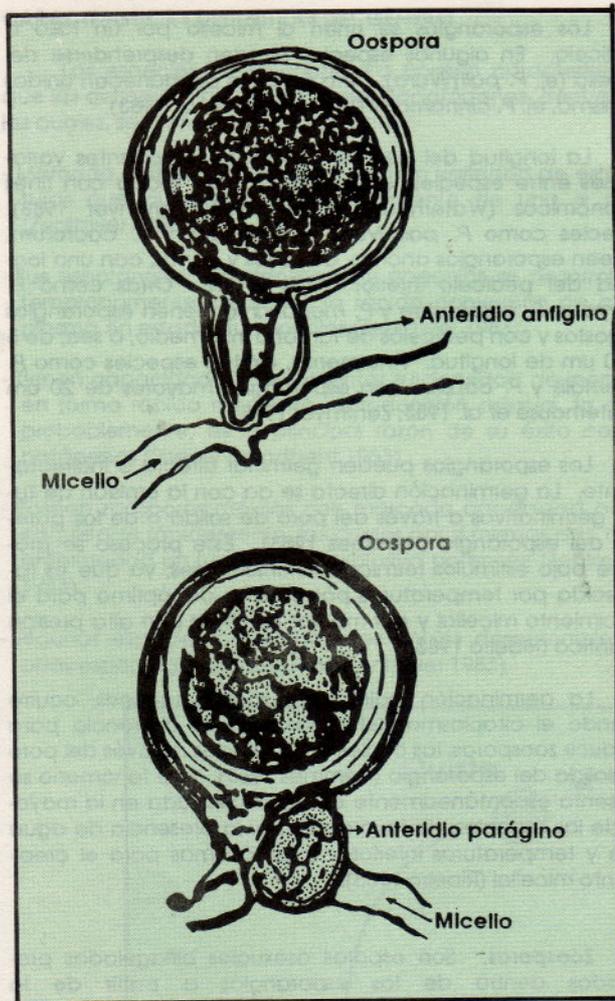


Fig. 2. Tipos de anteridio en *Phytophthora* spp. (Brasier 1983).

**Clamidósporas.** Son esporas asexuales relacionadas con la sobrevivencia del hongo durante períodos críticos. Usualmente son esféricas, pero en algunas especies toman formas irregulares u oblongas. Germinan mediante tubos germinativos que pueden terminar en un esporangio. Se pueden producir solas, en cadenas o en grupos (Hemmes 1983, Ribeiro 1983).

**Oogonio y anteridio.** El oogonio es una célula especializada, esférica y grande que se forma a partir del micelio. Se considera como el gametangio femenino, en el cual se produce la meiosis y la formación de la oospora como producto de la fecundación. El anteridio es una célula especializada, más pequeña y de forma irregular, considerada como el gametangio masculino (Blackwell 1949).

El anteridio puede ser parágino, cuando se forma al lado del oogonio sin atravesarlo, o bien, anfigino, cuando el oogonio en estado primordial, atraviesa el anteridio y se desarrolla al otro lado de él, de manera que finalmente envuelve al pedúnculo y a la base del oogonio (Hemmes 1983)(Fig. 2). Una representación esquemática del contacto sexual y de la formación de la oospora, en el caso de un anteridio anfigino, se observa en Fig. 3.

**Oosporas.** Son esporas sexuales de resistencia, con paredes gruesas y a menudo con dificultad para germinar. Su germinación es influenciada por factores químicos, físicos y genéticos y solo ocurre si han sido expuestas a períodos largos de baja temperatura (Hemmes 1983, Ribeiro 1983).

#### VARIABILIDAD GENÉTICA

*Phytophthora* posee gran variabilidad genética reflejada en amplias diferencias morfológicas, culturales, fisiológicas y patogénicas, encontradas entre y dentro de las especies (Erwin 1983). Aún dentro de las especies, es frecuente encontrar diferencias en variables continuas, tales como en las tasas y patrones de crecimiento de las colonias y en el tamaño de los oogonios (Brasier 1992).

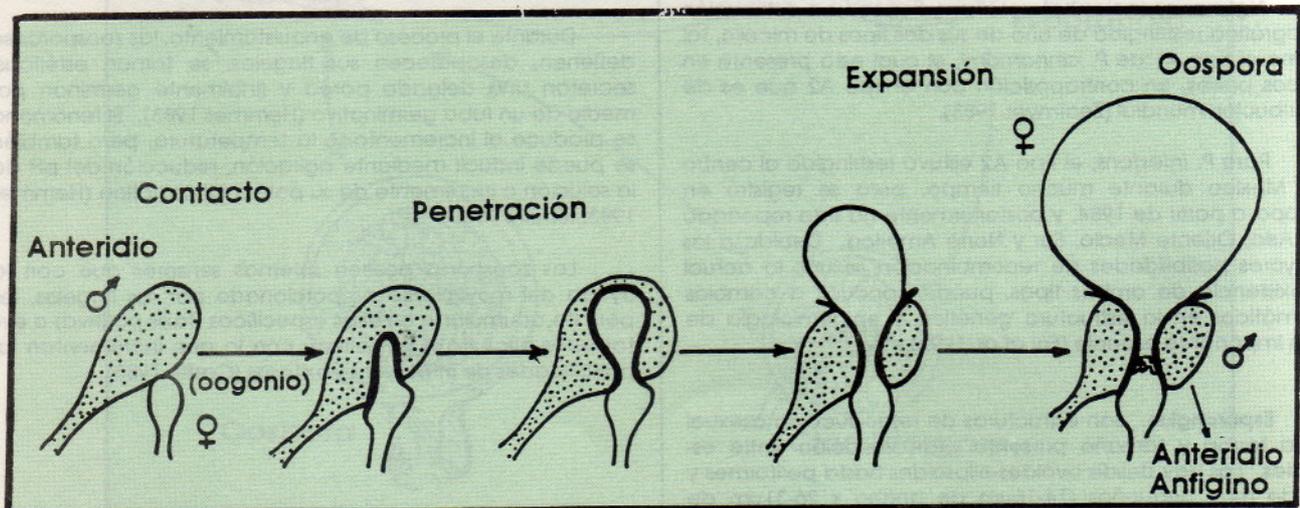


Fig. 3. Representación esquemática del contacto sexual y formación de la oospora en el caso de un anteridio anfigino (Brasier 1983).

La presencia de micelio diploide, es presumiblemente la principal fuente de variabilidad del género. Esta característica se asocia usualmente con una mayor heterogeneidad (Erwin 1983, Shaw 1983). Otras posibles fuentes de variabilidad son el parasexualismo y la herencia citoplasmática (Shaw 1983).

#### PRINCIPALES ESPECIES

*Phytophthora* posee más de 50 especies (Brasier 1992). La primera que fue descrita y la única reconocida en la literatura durante muchos años fue *P. infestans*, identificada por De Bary en 1876. Gradualmente, se describieron otras especies, tales como: *P. cactorum* en 1886, *P. phaseoli* en 1889, *P. palmivora* en 1919, *P. capsici* y *P. cinnamomi* en 1922 y *P. citrophthora* en 1925 (Blackwell 1949, Zentmyer 1983).

Dentro de las especies tropicales más importantes están: *P. infestans* en papa y tomate; *P. cinnamomi* en aguacate; *P. palmivora* en cacao, papaya y coco; *P. parasitica* en piña, papaya y cítricos; *P. capsici* en pimienta negra y chile dulce o ají, *P. megakarya* en cacao y *P. citrophthora* en cítricos.

En el Cuadro 1 se mencionan las principales especies a nivel mundial, agrupadas de acuerdo con el tipo de daño que producen.

#### CLASIFICACION E IDENTIFICACION DE LAS ESPECIES

La sistemática del género se basa actualmente, en las clasificaciones propuestas por Newhook *et al.* (1978) y por Stamps *et al.* (1990), las cuales consideran principalmente criterios morfológicos. Estas clasificaciones se basan a su vez, en el trabajo de otros autores y más directamente, en la clasificación propuesta por Waterhouse (1963), donde las especies se categorizan en seis grupos, considerando principalmente, la estructura del ápice del esporangio y el tipo de anteridio (Brasier 1991).

Otros criterios usados para la clasificación e identificación de las especies son: la caducidad de los esporangios; la longitud del pedicelo; el tipo de hospedante; las temperaturas para el crecimiento y la producción de órganos; la tasa de crecimiento; la cantidad, forma y tamaño de los cromosomas y la abundancia de los oogonios en medio de agar (Blackwell 1949, Waterhouse *et al.* 1983).

Algunos autores han señalado problemas inherentes a la utilización de una clasificación taxonómica para *Phytophthora*, basada predominantemente en características morfológicas. Entre otros se mencionan, el pequeño número de caracteres morfológicos disponibles para hacer las clasificaciones y la variabilidad que presentan las estructuras morfológicas, aún dentro de la misma especie (Brasier 1991).

CUADRO 1. Daños causados por algunas especies del género *Phytophthora*. (Coffey 1991).

ESPECIE	HOSPEDANTE
<b>PUDRICIONES DE LA RAIJ</b>	
<i>P. capsici</i>	chile dulce, pepino, zanahoria
<i>P. cinnamomi</i>	aguacate, eucalipto, ornamentales, pino, piña y otros
<i>P. citrophthora</i>	cítricos
<i>P. cryptogea</i>	tomate
<i>P. drechsleri</i>	melón, pepino
<i>P. fragariae</i>	frambuesa, fresa
<i>P. megasperma</i>	crucíferas, manzana, papa, remolacha, soya, zanahoria
<b>PUDRICIONES DEL PIE, COLLAR (CORONA) Y TALLO (TRONCO)</b>	
<i>P. cactorum</i>	manzana
<i>P. cambivora</i>	manzana y muchos árboles
<i>P. capsici</i>	chile dulce, pimienta negra
<i>P. citricola</i>	aguacate
<i>P. citrophthora</i>	cítricos
<i>P. cryptogea</i>	gloxinea, tomate
<i>P. megasperma (P. sojae)</i>	soya
<i>P. nicotianae (parasítica)</i>	cítricos, tabaco
<i>P. palmivora</i>	cacao
<b>TISONES DE HOJAS Y FLORES</b>	
<i>P. capsici</i>	chile, macadamia, pimienta
<i>P. hibernalis</i>	cítricos
<i>P. infestans</i>	papa, tomate
<i>P. nicotianae (parasítica)</i>	tomate
<b>PUDRICIONES DE FRUTOS, TUBERCULOS Y MAJORCAS</b>	
<i>P. capsici</i>	berenjena, cacao, cucurbitáceas, chile dulce, tomate
<i>P. citrophthora</i>	cacao, cítricos
<i>P. erythroseptica</i>	papa
<i>P. drechsleri</i>	papa
<i>P. hevea</i>	hule
<i>P. hibernalis</i>	cítricos
<i>P. infestans</i>	papa
<i>P. megakarya</i>	cacao
<i>P. palmivora</i>	cacao, coco
<i>P. nicotianae (parasítica)</i>	tomate
<i>P. syringae</i>	manzana
<b>PUDRICIONES DE LOS BROTES</b>	
<i>P. katsurae</i>	coco
<i>P. palmivora</i>	coco, cacao

Es posible que se logre una clasificación más natural del género, basada en datos moleculares (Foster y Coffey 1991). Existen ya metodologías para separar e identificar algunas especies, tales como: electroforesis de proteínas, análisis de isoenzimas y de los polimorfismos de ARN y ADN (Blaha 1988, Erselius y de Vallavieille 1984, Forster y Coffey 1991, Kaosiri y Zentmyer 1980, Tsao y Alizadeh 1988). Debido a su rapidez y precisión, estas técnicas en poco tiempo, jugarán un papel cada vez más importante en los diagnósticos rutinarios y con su ayuda se contestarán muchas preguntas filogenéticas y de nomenclatura que aún permanecen sin aclarar (Brasier 1991).

## HOSPEDANTES

*Phytophthora* es responsable de una amplia y creciente gama de enfermedades en diversas plantas, las cuales incluyen a los principales cultivos alimenticios, árboles maderables, árboles frutales tropicales y subtropicales, plantas ornamentales, árboles de nuez y cultivos tropicales de exportación (Zentmyer 1983). Al menos en sus estados adultos, los miembros de la familia de las gramíneas, no son hospedantes de *Phytophthora*.

Algunas especies muestran gran especificidad con el hospedante, es decir solo atacan a pocas plantas (ej. *P. fragariae*, *P. phaseoli* y *P. infestans*), pero otras tienen una amplia gama de hospedantes y pueden originar síntomas similares o distintos en muchas plantas (ej. *P. palmivora* y *P. cinnamomi*) (Brasier 1992).

Algunos hospedantes pueden ser atacados por diferentes especies de *Phytophthora*, tal es el caso de cacao, papa y cítricos. En cacao se conocen cinco especies: *P. palmivora*, *P. megakaria*, *P. citrophthora*, *P. capsici* y *P. megasperma* (Zentmyer 1988); y en papa, varias especies como: *P. infestans*, *P. cryptogea*, *P. drechsleri*, *P. megasperma*, *P. parasitica* y *P. erythroseptica* (Hooker 1981).

En cítricos las principales especies son *P. parasitica* y *P. citrophthora*, pero se señalan también las siguientes especies como patógenos: *P. hibernalis*, *P. syringae*, *P. palmivora* y *P. citricola* (Timmer y Menge 1989).

En algunas plantas se ha mencionado la presencia simultánea de diferentes especies del hongo. En cítricos por ejemplo, *P. parasitica* se asocia frecuentemente con *P. citrophthora*, pero en tomate, la misma especie está algunas veces asociada con *P. drechsleri* (García 1988).

## PRINCIPALES DAÑOS

La mayoría de las especies de *Phytophthora* son patógenos habitantes del suelo que ocasionan el "mal del talluelo" ("damping off") y pudriciones de la raíz, corona, tallo, tubérculos, cormos y otros órganos, enfermedades que son bastante semejantes a las que produce *Pythium* (Agris 1986, Coffey 1991).

Otras especies menos numerosas, poseen etiologías predominantemente aéreas y causan pudriciones de yemas o frutos, cáncer del tronco e inclusive tizones foliares que atacan al follaje, ramitas inmaduras y frutos (Agris 1986, Coffey 1991).

Las pudriciones de la raíz se presentan con mayor frecuencia en arbustos, árboles forestales, árboles frutales, ornamentales y hortalizas. Son producidas principalmente por *P. cinnamomi*, *P. megasperma*, *P. parasitica*, *P. citrophthora* y *P. cryptogea* (Agris 1986). Esta pudrición causa pérdidas considerables en árboles y arbustos, con frecuencia el patógeno pasa inadvertido o no logra ser identificado. Es usual que el daño a las raíces y a la corona conduzca a la muerte de la planta.

Estos hongos pueden matar a plantas jóvenes o adultas en las especies leñosas. En general, las infecciones ocurren durante la propagación de las plantas o en sus estadios juveniles, aunque normalmente, los daños aparecen más tarde.

El manejo del vivero da múltiples oportunidades para las infecciones, las cuales son frecuentes en algunos cultivos. Jeffers y Aldwinckle (1988) por ejemplo, encontraron que los viveros de manzana muestreados en Canadá, Estados Unidos y Europa, presentaban plántulas afectadas por *P. cactorum*, por *P. cambivora* o por ambas especies. Ribeiro y Linderman (1991) por su parte documentaron grandes pérdidas en plantaciones de coníferas, árboles frutales y ornamentales leñosas, por el uso de plántulas de vivero infectadas.

## RELACION CON FACTORES CLIMATICOS

El clima influye sobre el desarrollo e impacto de las enfermedades causadas por *Phytophthora*. La humedad y la temperatura son los factores más importantes a considerar, tanto en el suelo como en las partes aéreas (Duniway 1983).

Los requerimientos ambientales varían de acuerdo con la especie y con la etapa en el ciclo de vida del hongo que se esté dando. Las limitaciones climáticas sobre ciertas especies, determinan su distribución geográfica; de hecho, debido a la diversidad del género, donde una especie es incapaz de sobrevivir, otra puede hacerlo (Duniway 1983).

La mayoría de las especies son patógenos que habitan el suelo, el cual en términos generales posee condiciones más estables que las partes aéreas en cuanto a temperatura, humedad e incidencia de radiación solar.

Al igual que otros hongos fitopatógenos del suelo (ej. *Rhizoctonia*), *Phytophthora* produce normalmente, síntomas más severos con el suelo húmedo pero no inundado, o bien cuando el suelo es inundado, pero por períodos breves.

Las pudriciones de la raíz causadas por *Phytophthora* se presentan en casi cualquier parte del mundo donde la temperatura se mantiene entre 15 y 23°C y el suelo suficientemente húmedo como para permitir el desarrollo normal de las plantas susceptibles. Las pudriciones de la base del tallo son favorecidas también por temperaturas bajas y por una alta humedad del suelo y del aire, de ahí que sean más comunes y más virulentas en áreas con poca altitud y pobremente drenadas (Agris 1986).

## SOBREVIVENCIA

*Phytophthora* spp. puede sobrevivir como colonizador dinámico en raíces u otra materia orgánica, produciendo esporangios y grandes cantidades de zoosporas (Old *et al.* 1984, Timmer y Menge 1989, Zentmyer y Erwin 1970) o por medio de hospedantes alternos (Coher y Griffin 1973).

El suelo actúa como reservorio de inóculo para varias especies, inclusive para aquellas que causan su principal daño en las partes aéreas de la planta, como *P. palmivora* y *P. megakarya* en cacao (Coffey 1991). Una prolongada sequedad del suelo (Zentmyer y Erwin 1970) y altas temperaturas (Hine *et al.* 1964) pueden reducir el grado de sobrevivencia.

La mayoría de las especies tienen habilidad para sobrevivir en el suelo, en forma de propágulos latentes a concentraciones relativamente bajas, los cuales pueden producir rápidamente, ciclos repetidos de esporangios y cuando las condiciones son húmedas, grandes cantidades de zoosporas (Coffey 1991).

A pesar de que se le ha considerado como un género con habilidad saprofitica limitada (Timmer y Menge 1989), existen especies como *P. cinnamomi* y *P. palmivora*, que pueden invadir la materia orgánica rápidamente en competencia con otros microorganismos del suelo (Shea y Broadbent 1983).

## COMBATE

El combate de los patógenos del suelo es difícil y *Phytophthora* no es la excepción. Los esfuerzos más exitosos usualmente se basan en la aplicación regular de fungicidas o en la utilización de genotipos resistentes. Los métodos culturales, tales como el uso de drenajes y de material de siembra sano, han mostrado su efectividad en muchos casos (Shea y Broadbent 1983).

Con el objeto de propiciar una mayor efectividad y una mejor protección del ambiente, varios autores han señalado la necesidad de combatir las enfermedades causadas por *Phytophthora* spp., utilizando estrategias integradas de combate (Coffey 1987 y 1991, MacKenzie *et al.* 1983), en cuyo desarrollo debe ser un prerrequisito, el conocimiento de la epidemiología básica de la enfermedad (Shea y Broadbent 1983, MacKenzie *et al.* 1983).

De acuerdo con Coffey (1991), existen dos componentes dentro de estas estrategias que son particularmente susceptibles de mejorar: el desarrollo de germoplasma resistente y el uso mejorado de los fungicidas.

Para la mayoría de las enfermedades causadas por *Phytophthora*, se ha realizado selección y mejoramiento genético tendiente a obtener plantas resistentes (Coffey 1991). En algunos casos, la utilización de este tipo de materiales ha sido de gran utilidad, siendo el ejemplo más notable, el uso de portainjertos resistentes en árboles frutales (Ribeiro y Linderman 1991). Para la mayoría de las especies sin embargo, los genotipos resistentes no están disponibles o no han sido agrónomicamente aceptables. En el caso de especies arbóreas, la selección se ha dificultado, por lo lento que resulta el proceso (Coffey 1991, Ribeiro y Linderman 1991).

La fumigación del suelo con biocidas generales como el bromuro de metilo o el vapor de agua, ha sido un método útil en plántulas de vivero, pero costoso y con aplicabilidad restringida a los pocos casos en que se ha experimentado bajo condiciones de campo.

El mayor avance en el uso de fungicidas contra *Phytophthora*, se dió en la década de los 70 con el desarrollo de varias clases de fungicidas sistémicos capaces de controlar oomicetes (Cohen y Coffey 1986, Schwin 1983). Dentro de estos, surgieron dos clases con propiedades extremadamente útiles para el combate de varias especies: las fenilamidas ejemplarizadas por el metalaxil, y los fosfonatos, particularmente el foseil-aluminio y el fosfonato de potasio, los cuales abren nuevas posibilidades para el combate químico en sistemas integrados (Coffey 1991, Schwin 1983).

Se ha demostrado que el metalaxil (ingrediente activo del ridomil) posee excelente movilidad en el suelo (Cohen y Coffey 1986) y buena actividad contra diferentes especies de *Phytophthora* como *P. megasperma* f.sp. *glycinea*, *P. cinnamomi*, *P. nicotianae* (*P. parasitica*) y *P. palmivora* (Coffey y Bower 1984a, Coffey 1991). El foseil-aluminio y particularmente el ácido fosfónico es también efectivo contra algunas especies, notablemente *P. cinnamomi*, *P. citricola*, *P. citrophthora* y la mayoría de los aislamientos de *P. palmivora* (Coffey y Bower 1984b).

Debido a su efectividad, un creciente número de viveros de plantas leñosas, aplican tratamientos profilácticos con estos productos, los cuales han sido también efectivos bajo condiciones de campo, sobre todo cuando las aplicaciones se refuerzan con un fertilizante alto en potasio en la forma de fosfato monoamónico (Ribeiro y Linderman 1991).

El uso constante de estos productos puede conducir al desarrollo de resistencia, como se ha demostrado en el laboratorio para *P. capsici* (Bruin y Edgington 1981, Bower y Coffey 1985, Ribeiro y Linderman 1991), lo que justifica aún más su aplicación racionalizada y en combinación con otros métodos de lucha.

Al respecto, se ha sugerido combinar las aplicaciones de fungicidas con enmiendas orgánicas, las cuales pueden afectar significativamente a los patógenos del suelo. Los efectos de estas enmiendas dependen del tipo y estado de descomposición de la materia orgánica empleada (Linderman 1989): en los estadios iniciales de descomposición se da más bien la estimulación del hongo, mientras que en los estadios más avanzados, se produce la supresión de la enfermedad (Ribeiro y Linderman 1991).

En muchas áreas, las especies de *Phytophthora* no son endémicas, por lo que el método de combate más simple es evitar su introducción a las mismas (Shea y Broadbent 1983). Sin embargo, la utilidad de este método, ha sido limitada, debido a que este tipo de patógeno frecuentemente se introduce con material de siembra, suelo o agua contaminados (Coffey 1991).

En plantas leñosas cuando la infección se da principalmente en los estadios iniciales de desarrollo, pero se manifiesta cuando la planta es adulta, se deben fortalecer las medidas preventivas para evitar el ingreso y diseminación del hongo (Ribeiro y Linderman 1991). En ese sentido, está bien documentada la importancia que tiene el estado sani-

tario de los viveros, para prevenir la diseminación e intensificación de las enfermedades causadas por *Phytophthora* (Shea y Broadbent 1983).

Bajo condiciones de campo, la erradicación del hongo es difícil y en algunos casos imposible, sobre todo en las enfermedades de la raíz. Las plantas con síntomas avanzados de la enfermedad difícilmente se salvan (Ribeiro y Linderman 1991).

Un amplio número de prácticas culturales se aplican para desfavorecer a *Phytophthora* spp., dentro de las que sobresalen las que buscan reducir la humedad del suelo y del ambiente en general, como son, la preparación del suelo y la regulación del régimen de irrigación (Shea y Broadbent 1983). El mantenimiento de un drenaje óptimo es también fundamental, por lo que ha sido una medida tradicionalmente usada para el combate de muchos hongos del suelo (Coffey 1991, Ribeiro y Linderman 1991).

El combate biológico a través de microorganismos o como componente importante de algunas prácticas (ej. uso de coberturas y de enmiendas orgánicas), permanece aún poco explotado, aunque en algunos casos ha mostrado ser exitoso (Coffey 1991, Linderman et al. 1983, Ribeiro y Linderman 1991). □

## LITERATURA CONSULTADA

- AGRIOS, G.N. 1986. Fitopatología. Trad. ingl. México D.F. Limusa, p.244-257.
- BARTNICKI-GARCIA, S. y WANG, M.C. 1983. Biochemical aspects of morphogenesis in *Phytophthora*. In Erwin, D.C. et al., eds. *Phytophthora: its biology, taxonomy, ecology and pathology*. American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota. pp. 121-137.
- BLACKWELL, E. 1949. Terminology in *Phytophthora*. Kew, England. Commonwealth Mycological Institute. Mycological Papers No.30 21 p.
- BLAHA, G. 1988. Polymorphisme enzymatique des *Phytophthora* responsables de la pourriture brune des cacaoasses: recherche de la variabilité liée à l'interaction hôte-parasite chez le cacaoyer. In International Cocoa Research Conference, 10a, Santo Domingo, República Dominicana, 1987. pp. 397-406.
- BOWER, L.A. y COFFEY, M.D. 1985. Development of laboratory tolerance to phosphorus acid, fosetyl-A1 and metalaxyl in *Phytophthora capsici*. Canadian Journal of Plant Pathology 7:1-6.
- BRASIER, C.M. 1983. Problems and prospects in *Phytophthora* Research. In Erwin, D.C. et al., eds. *Phytophthora: its biology, taxonomy, ecology, and pathology*. American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota. pp.351-364.
- \_\_\_\_\_. 1991. Current questions in *Phytophthora* systematics: the role of the population approach. In Lucas, J.A.; Shattock, R.C.; Shaw, D.S. y Cooke, L.R., eds. 1991. *Phytophthora*. Cambridge, Great Britain. British Mycological Society. pp. 104-128.
- \_\_\_\_\_. 1992. Evolutionary biology of *Phytophthora*. Part I: Genetic system, sexuality and the generation of variation. Annual Review of Phytopathology 30: 153-171.
- BRASIER, C.M. y HANSEN, E.M. 1992. Evolutionary biology of *Phytophthora*. Part II: Phylogeny, speciation and population structure. Annual Review of Phytopathology 30:173-200.
- BRUIN, G.C.A. y EDINGTON, L.V. 1981. Adaptive resistance in Peronosporales to metalaxyl. Canadian Journal of Plant Pathology 3:201-206.
- CARLILE, M.J. 1983. Motility, taxis and tropism in *Phytophthora*. In Erwin, D.C. et al., eds. *Phytophthora: its biology, taxonomy, ecology, and pathology*. St. Paul, Minnesota. American Phytopathological Society, p.95-107.
- COFFEY, M.D. 1987. *Phytophthora* root rot of avocado: an integrated approach to control in California. Plant Disease 71:1046-1052.
- \_\_\_\_\_. 1991. Strategies for the integrated control of soilborne *Phytophthora* species. In Lucas, J.A.; Shattock, R.C.; Shaw, D.S. y Cooke, L.R., eds. 1991. *Phytophthora*. Cambridge, Great Britain. British Mycological Society. pp. 411-432.
- COFFEY, M.D. y BOWER, L.A. 1984a. In vitro variability among isolates of six *Phytophthora* species in response to metalaxyl. Phytopathology 74:502-506.
- \_\_\_\_\_. 1984b. In vitro variability among isolates of eight *Phytophthora* species in response to phosphorus acid. Phytopathology 74:738-742.
- COHEN, Y. y COFFEY, M.D. 1986. Systemic fungicides and the control of Oomycetes. Annual Review of Phytopathology 24:331-338.
- COOK, R.J. y BAKER, K. 1983. The nature and practice of biological control of plant pathogens. St. Paul, Minnesota, USA. American Phytopathological Society.
- COTHER, E.J. y GRIFFIN, D.M. 1973. The role of alternative hosts in survival of *Phytophthora drechsleri*. Australian Journal of Biological Sciences 26:1109-1113.
- DUNIWAY, J.M. 1983. Role of physical factors in the development of *Phytophthora* diseases. In Erwin D.C. et al., eds. *Phytophthora: its biology, taxonomy, ecology and pathology*. St. Paul, Minnesota. American Phytopathological Society. pp. 175-187.
- ELLIOT, C.G. 1983. Physiology of sexual reproduction in *Phytophthora*. In Erwin D.C. et al., eds. *Phytophthora: its biology, taxonomy, ecology, and pathology*. St. Paul, Minnesota. American Phytopathological Society, p.71-80.
- ERSELIUS, L.J. y de VALAVIEILLE, C. 1984. Variation in protein profiles of *Phytophthora*: comparison of six species. Transactions of the British Mycological Society 83:463-472.
- ERWIN, D.C. 1983. Variability within and among species of *Phytophthora*. In Erwin D.C. et al., eds. *Phytophthora: its biology, taxonomy, ecology and pathology*. St. Paul, Minnesota. American Phytopathological Society, p.149-165.
- ERWIN, D.C.; BARTNICKI-GARCIA, S. y TSAO, P.H., eds. 1983. *Phytophthora: its biology, taxonomy, ecology and pathology*. St. Paul, Minnesota. American Phytopathological Society, 392 p.
- FORSTER, H. y COFFEY, M.D. 1991. Approaches to the taxonomy of *Phytophthora* using polymorphisms in mitochondrial and nuclear DNA. In Lucas, J.A.; Shattock, R.C.; Shaw, D.S. y Cooke, L.R., eds. 1991. *Phytophthora*. Cambridge, Great Britain. British Mycological Society. pp. 164-183.
- FRY, W.E., GOODWIN, S.B., MATUSZAK, J.M., SPIELMAN, L.J. y MILGROOM, M.G. 1992. Population genetics and intercontinental migrations of *Phytophthora infestans*. Annual Review of Phytopathology 30:107-129.
- GARCIA, A.M. 1988. Patología vegetal práctica. México D.F. Limusa, 256 p.

- GREGORY, P.H. 1983. Some major epidemics caused by *Phytophthora*. In Erwin D.C. et al., eds. *Phytophthora: its biology, taxonomy, ecology and pathology*. St. Paul, Minnesota. American Phytopathological Society, p.271-278.
- GREGORY, P.H.; GRIFFIN, M.J.; MADDISON, A.C. y WARD, M.R. 1984. Cocoa black pod: a reinterpretation. *Cocoa Growers Bulletin* 35:5-22.
- HEMMES, D.E. 1983. Cytology of *Phytophthora*. In Erwin D.C. et al., eds. *Phytophthora: its biology, taxonomy, ecology and pathology*. St. Paul, Minnesota. American Phytopathological Society, p.9-40.
- HINE, R.B.; ALABAN, C. y KLEMMER, H. 1964. Influence of soil temperature on root and heart rot of pineapple caused by *Phytophthora cinnamomi* and *Phytophthora parasitica*. *Phytopathology* 54:1287-1289.
- HOOKE, W.J., ed. 1981. Compendium of potato diseases. St. Paul, Minnesota. American Phytopathological Society, 125 p.
- JEFFERS, S.N. y ALDWINKLE, H.S. 1988. *Phytophthora* crown rot of apple trees: sources of *Phytophthora cactorum* and *Phytophthora cambivora* as primary inoculum. *Phytopathology* 78:328-335.
- KAOSIRI, T. y ZENTMYER, G.A. 1980. Protein, esterase and peroxidase patterns in the *Phytophthora palmivora* complex from cacao. *Mycologia* 72:988-1000.
- LARGE, E.C. 1940. The advance of the fungi. New York, Holt. 488 p.
- LINDERMAN, R.G. 1989. Organic amendments and soilborne disease. *Canadian Journal of Plant Pathology* 11:180-183.
- LINDERMAN, R.G.; MOORE, L.W.; BAKER, K.F. y COOKSEY, D.A. 1983. Strategies for detecting and characterizing systems for biological control of soilborne plant pathogens. *Plant Disease* 67:1058-1064.
- LUCAS, J.A.; SHATTOCK, R.C.; SHAW, D.S. y COOKE, L.R., eds. 1991. *Phytophthora*. Cambridge, Great Britain. British Mycological Society.
- MACKENZIE, D.R.; ELLIOT, V.J.; KIDNEY, B.A.; KING, E.D.; ROYER, M.H. y THEBERGE, R.L. 1983. Application of modern approaches to the study of the epidemiology of disease caused by *Phytophthora*. In Erwin D.C. et al., eds. *Phytophthora: its biology, taxonomy, ecology and pathology*. St. Paul, Minnesota. American Phytopathological Society, pp.303-313.
- NEWHOOK, F.J.; WATERHOUSE, G.M. y STAMPS, D.J. 1978. Tabular key to the species of *Phytophthora* de Bary. Kew, England. Commonwealth Mycological Institute. Mycological Papers no.143, 20 p.
- OLD, K.M.; OROS, J.M. y MALAFANT, K.W. 1984. Survival of *Phytophthora cinnamomi* in root fragments in Australian forest soils. *Transactions of the British Mycological Society* 82:605-613.
- RIBEIRO, O.K. 1983. Physiology of asexual sporulation and spore germination in *Phytophthora*. In Erwin D.C. et al., eds. *Phytophthora: its biology, taxonomy, ecology and pathology*. St. Paul, Minnesota. American Phytopathological Society, p. 55-70.
- RIBEIRO, O.K. y LINDERMAN, R.G. 1991. Chemical and biological control of *Phytophthora* species in woody plants. In Lucas, J.A.; Shattock, R.C.; Shaw, D.S. y Cooke, L.R., eds. 1991. *Phytophthora*. Cambridge, Great Britain. British Mycological Society, pp. 399-410.
- SCHMITTHENNER, A.F. 1985. Problems and progress in control of *Phytophthora* root rot of soybean. *Plant Disease* 69:362-368.
- SCHWINN, F.J. 1983. Recent developments in chemical control of *Phytophthora*. In Erwin D.C. et al., eds. *Phytophthora: its biology, taxonomy, ecology and pathology*. St. Paul, Minnesota. American Phytopathological Society. pp. 327-334.
- SHAW, D.S. 1983. The Cytogenesis and genetics of *Phytophthora*. In Erwin D.C. et al., eds. *Phytophthora: its biology, taxonomy, ecology, and pathology*. St. Paul, Minnesota. American Phytopathological Society, p. 81-94.
- SHEA, S.R. y BROADBENT, P. 1983. Developments in cultural and biological control of *Phytophthora* diseases. In Erwin D.C. et al., eds. *Phytophthora: its biology, taxonomy, ecology and pathology*. St. Paul, Minnesota. American Phytopathological Society pp. 335-350.
- STAMPS, D.J.; WATERHOUSE, G.M.; NEWHOOK, F.J. y HALL, G.S. 1990. Revised tabular key to the species of *Phytophthora*. Kew, England. Commonwealth Agricultural Bureau. Mycological Papers no.162. 28 p.
- TIMMER, L.W. y MENGE, J.A. 1989. *Phytophthora*-induced diseases. In Whiteside, J.O.; Gamsey, S.M.; Timmer, L.W., eds. Compendium of citrus diseases. St. Paul, Minnesota. American Phytopathological Society, p. 22-24.
- TSAO, P.H. y ALIZADEH, A. 1988. Recent advances in the taxonomy and nomenclature of the so-called '*Phytophthora palmivora*' MF4 occurring on cocoa and other tropical crops. In International Cocoa Research Conference, 10a, Santo Domingo, República Dominicana, 1987. pp.441-445.
- WATERHOUSE, G.M. 1963. Key to the species of *Phytophthora* de Bary. Kew, England. Commonwealth Agricultural Bureau. Mycological Papers no. 92. 22 p.
- WATERHOUSE, G.M.; NEWHOOK, F.J., y STAMPS, D.J. 1983. Present criteria for classification of *Phytophthora*. In Erwin D.C. et al., eds. *Phytophthora: its biology, taxonomy, ecology, and pathology*. St. Paul, Minnesota. American Phytopathological Society, p. 139-147.
- WESTE, G. y VITHANAGE, K. 1979. Survival of chlamydospores of *Phytophthora cinnamomi* in several non-sterile, host-free forest soils and gravels at different soil water potentials. *Australian Journal of Botany* 27:1-9.
- ZENTMYER, G. 1983. The world of *Phytophthora*. In Erwin D.C. et al., eds. *Phytophthora: its biology, taxonomy, ecology and pathology*. St. Paul, Minnesota. American Phytopathological Society, p. 1-7.
- \_\_\_\_\_. 1988. Taxonomic relationships and distribution of species of *Phytophthora* causing Black Pod of cacao. In International Cocoa Research Conference, 10a, Santo Domingo, República Dominicana, 1987. p. 391-395.
- ZENTMYER, G.A. y ERWIN, D.C. 1970. Development and reproduction of *Phytophthora*. *Phytopathology* 60:1120-1127.

## COMITE EDITORIAL DEL CATIE:

### **PRESIDENTE:**

Fernando **Ferrán**, PhD.

### **MIEMBROS ACTIVOS:**

José **Arze**, MSc.  
Laura **Coto**, Bibl.  
Luko, **Hilje**, PhD.  
Ian **Hutchinson**, BSc.  
Jan **Karremans**, Drs.  
Ricardo **Radulovich**, PhD.  
Carlos **Rivas A.**, MSc.  
Romeo **Solano**, MSc.

## GRUPO ASESOR DE REVISION:

### **CATIE**

Elkin **Bustamante**, PhD.  
Manuel **Carballo**, MSc.  
Daniel **Coto**, MSc.  
Ramiro **de la Cruz**, PhD.  
Israel **Garita**, Ing. Agr.  
Falguni **Guharay**, PhD.  
Luko **Hilje**, PhD.  
Arnoldo **Merayo**, MSc.  
David **Monterroso**, PhD.  
Wilberth **Phillips**, MSc.  
Gonzalo G. **Rivas**, MSc.  
Enrique **Rojas**, MSc.  
Joseph **Saunders**, PhD.  
Ana **Tapia**, Ing. Agr.  
Bernal **Valverde**, PhD.  
Tomás **Zoebisch**, PhD.

### **EAP (Honduras)**

Luis **del Río**, MSc.  
Hector **Barletta**, M.A.

### **UCR (Costa Rica)**

Paul **Hanson**, PhD.

### **MAG (Costa Rica)**

Gregorio **Leandro**, PhD.  
Jorge E. **Garro**, MSc.

### **CARE (Costa Rica)**

Mario **Pareja**, PhD.

## COORDINACION, EDICION Y DISTRIBUCION:

Orlando **Arboleda**, MSc.



# AREA DE FITOPROTECCION

## Publicaciones en Venta



\$ 9.50 c/u.

## **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)56-16-32, Telex: 8005 CATIE CR, Fax: (506)56-06-06 ó 56-15-33**

**Correo Electrónico: OARBOLED @UCRVM2 BITNET**