

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

Estrategia esencial

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

Junio, 1993

No. 28



Plantas de caminadora (*Paspalum conjugatum* (Lour.) W.D. Clayton) con diferentes características morfológicas. Pág. 30.

Programa
Agricultura Tropical Sostenible.



Turrialba, Costa Rica

Centro Agronómico
Tropical de Investigación y Enseñanza

"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

Junio, 1993

No. 28

CONTENIDO

	Pág.		Pág.
INFORMES DE INVESTIGACION		ESTUDIOS Y GUIAS TECNICAS	
Efecto de enmiendas foliares sobre el desarrollo del tizón temprano causado por <i>Alternaria solani</i> y sobre la población bacteriana en tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill)	1-6	Comportamiento de posibles ecotipos de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) W.D. Clayton bajo condiciones de campo	30-32
Shuichi Okumoto, Elkin Bustamante, CATIE, Turrialba, Costa Rica		Enrique Rojas, Arnoldo Merayo, Ramiro de la Cruz, CATIE, Turrialba, Costa Rica	
Selección <i>in vitro</i> de bacterias antagónicas a <i>Alternaria solani</i>	7-10	Evaluación del metsulfuron-metilo para el combate de <i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn. en pastos	33-35
Shuichi Okumoto, Elkin Bustamante, CATIE, Turrialba, Costa Rica		Israel Garita C., CATIE, Turrialba, Costa Rica	
Evaluación de dos aislamientos de <i>Verticillium</i> sp. como agente de control biológico de la roya (<i>H. vastatrix</i>) del café (<i>Coffea arabica</i> L.), en condiciones de invernadero.	11-16	Franklin Herrera, Universidad de Costa Rica, Estación Fabio Baudrit, Alajuela, Costa Rica	
Arnulfo Monzón, Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua		Insectos asociados con <i>Erythrina</i> spp. en Costa Rica	36-42
Elkin Bustamante, CATIE, Turrialba, Costa Rica		Luko Hilje, Philip J. Shannon, Daniel Coto, CATIE, Turrialba, Costa Rica	
Distribución de los estados inmaduros y el daño de <i>Heliothis zea</i> (Lepidoptera: Noctuidae) en la planta de tomate, en Costa Rica.	17-19	REVISION DE LITERATURA	
Felix P. Evo, Escuela Nacional de Agricultura, Catacamas, Olancho, Honduras		La evolución del control biológico de insectos en los cultivos de Costa Rica.	43-56
Luko Hilje, CATIE, Turrialba, Costa Rica		Carlos L. Rodríguez V., Del Monte Specialty Products, San José, Costa Rica	
Actividad diaria de los adultos de <i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius) en el tomate y hospedantes alternos del insecto.	20-25	Juan M. Hernández R., MAG, San José, Costa Rica	
Rafael Arias T., Universidad Centroamericana José Simeón Cañas, San Salvador, El Salvador		Evaristo Morales M., OIRSA, San José, Costa Rica	
Luko Hilje, CATIE, Turrialba, Costa Rica		Los conocimientos tradicionales y el combate de plagas en América Central: Revisión de los archivos del ICECU	57-63
Establecimiento y adaptación de coberturas vivas en el cultivo de café.	26-29	José Eladio Monge, Universidad de Costa Rica, Estación Fabio Baudrit, Alajuela, Costa Rica	
Rosa María Vallejos, CONCAFE, Managua, Nicaragua		Jaime E. García, Convenio UNED-UCR, San José, Costa Rica	
Ramiro de la Cruz, Arnoldo Merayo, CATIE, Turrialba, Costa Rica			



EFFECTO DE ENMIENDAS FOLIARES SOBRE EL DESARROLLO DEL TIZON TEMPRANO CAUSADO POR *Alternaria solani* Y SOBRE LA POBLACION BACTERIAL EN TOMATE (*Lycopersicon esculentum* MILL)*

Shuichi Okumoto
Elkin Bustamante

ABSTRACT

The chitin or milk application did not show any significant effect regarding early blight (*Alternaria solani*) severity and tomato yield. Phytotoxicity was observed on the plants sprayed with the mixture of chitin and fungicide alone and with milk. The chitin plus fungicide application caused a significant decrease in the tomato fruit yield and affected the microbial environment with a decrease in the bacterial population. The population changes of total bacteria, *Bacillus* spp. and fluorescent *Pseudomonas* spp. were not due to the amendment application, but to the sampling time during the field experimental periods.

RESUMEN

La aplicación de quitina o de leche no mostró efecto significativo sobre la severidad del tizón temprano (*Alternaria solani*) ni sobre el rendimiento de frutos de tomate. Se observó fitotoxicidad en las plantas asperjadas con una combinación de quitina, su fungicida y leche. La aplicación de quitina más fungicida, también causó una disminución significativa en el rendimiento de frutos de tomate y disminuyó la población bacteriana. Durante el experimento de campo, los cambios en la población de bacterias, *Bacillus* spp. y *Pseudomonas* spp. fluorescentes, no se debieron a la aplicación de las enmiendas, sino al tiempo de muestreo.

INTRODUCCION

Ploper y Backman (1991) reportaron el efecto de enmiendas foliares, especialmente de quitina y de celulosa, sobre la modificación de la ecología microbiana y el control del tizón temprano. Es importante por consiguiente encontrar si en las condiciones del trópico húmedo, existe relación entre las enmiendas y la severidad de enfermedades de importancia económica, como el tizón temprano en el tomate con el fin de buscar alternativas de control que disminuyan las aplicaciones de fungicidas. Por este motivo, se proyectó este estudio de laboratorio y campo, con los siguientes objetivos: - Evaluar el efecto de enmiendas sobre el desarrollo de *A. solani* en el campo, y - estudiar la variación de la población bacteriana con la aplicación de enmiendas en las hojas de tomate.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó a partir del 27 de febrero hasta el 26 de julio de 1992, en el laboratorio e invernadero de Fitopatología y en la Estación Experimental La Montaña, del CATIE.

Recibido: 09/06/93. Aprobado: 08/10/93.

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

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

Efecto de enmiendas sobre la enfermedad en el campo. Se utilizó el cultivar de tomate 'Dina Panamá', moderadamente susceptible al patógeno. Se evaluaron ocho tratamientos correspondientes a tres factores (quitina, leche, clorotalonil) y dos niveles (aplicar o no aplicar). Se utilizó como fungicida el clorotalonil a una concentración de 500 g/200 L de agua. La suspensión coloidal de quitina fue aplicada a una concentración de 0.5 %. La formulación con quitina para la primera aplicación fue ajustada aproximadamente a un pH de 7, agregando solución de NaOH 1 N. La quitina coloidal fue preparada a partir de conchas de camarones por el método de Backman modificado (P.A. Backman, Comunicación personal).

Se utilizó leche cruda de la finca de ganadería, CATIE y se aplicó a una concentración de 4.8 L/200 L de agua. Algunos agricultores costarricenses la usan para control de enfermedades aún sin conocer su mecanismo de acción.

Las formulaciones de los tratamientos se prepararon con una mezcla de aceite de soya y Tween 20 como surfactante. Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones y se evaluaron las siguientes variables:

1. La severidad de *A. solani*, iniciando las lecturas al aparecer las primeras manchas y continuando cada 7 a 10 días durante el ciclo de cultivo. La severidad del patógeno se evaluó con base en la escala de Horsfall-Barratt modificada por Large (1966), para luego calcular dos parámetros; la tasa de infección aparente (r) mediante el modelo logístico del porcentaje de la enfermedad a través del tiempo (Van der Plank 1963) y el área debajo de

del tiempo (Van der Plank 1963) y el área debajo de la curva de progreso de la enfermedad (Shaner y Finney 1977).

2. Los rendimientos se midieron en tres clases de acuerdo a las categorías de calidad de la fruta, empleadas en el CENADA (Centro Nacional de Abastecimientos, Costa Rica).

A la información obtenida se le hizo análisis de varianza, con las correspondientes pruebas de los efectos de los factores e Interacciones.

Efecto de enmiendas sobre bacterias, *Pseudomonas* spp. fluorescentes y *Bacillus* spp. La población total de bacterias y los dos géneros de bacterias *Pseudomonas* spp. fluorescentes y *Bacillus* spp., que representan el mayor potencial de control biológico, en la superficie foliar de las hojas de tomate, se estimaron entre 7 y 10 días después de la aplicación de los tratamientos (a los 35, 44, 53, 72, 82, 92, 106 y 115 días después del trasplante).

Se tomaron los 15 discos (diámetro de 6 mm) de cinco folíolos por tratamiento y se colocaron en un Erlenmeyer de 125 ml con 50 ml de agua destilada estéril. Se mantuvo por 30-40 min. en el agitador y se colocó 1 ml de dicha solución en un tubo de ensayo con 9 ml de agua destilada estéril, haciéndose diluciones decimales hasta 10^4 . Para el conteo de número de bacterias, una gota (0.05) ml de las diluciones de 10^2 y 10^4 fueron sembradas cada una en los tres platos de agar nutritivo (AN). Se dejaron crecer en incubación a 30°C . La colonia de bacterias se contó entre 48 y 96 horas, estimándose el número de unidades formadoras de colonia por un área de cm^2 (cfu/ cm^2) (Leben *et al.* 1961).

Tres platos con el medio de B de King en los cuales se efectuó el conteo de *Pseudomonas* spp. fluorescentes (King *et al.* 1954), fueron inoculados

con una gota (0.05 ml) de la dilución de 10^{-1} . El número de colonias fluorescentes se contó bajo luz ultravioleta.

Para la estimación de la población de *Bacillus* spp., tres platos de AN fueron sembrados con la dilución original. Se colocaron en una incubadora a 41°C por 24 a 48 horas. Se contó el número de colonias de *Bacillus* spp., tomando en cuenta a la morfología de colonia, tinción de Gram y observación de la presencia de esporas (Gordon *et al.* 1973).

La información se sometió a un análisis de varianza con las parcelas divididas en el tiempo y las correspondientes pruebas de los efectos de los factores e interacciones.

RESULTADOS Y DISCUSION

Al analizar los datos, no se encontraron interacciones significativas entre los factores principales (quitina, leche y clorotalonil) sobre la severidad del tizón temprano (Fig. 1).

El clorotalonil tuvo un efecto de reducción del grado de severidad del tizón temprano, ya que se encontró una diferencia altamente significativa ($p < 0.01$) en el efecto del fungicida, con respecto a la tasa de infección aparente (r) y el área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ACPE) (Cuadro 1).

La aplicación de leche no presentó efecto positivo, más bien mostró un incremento del tizón temprano, de acuerdo con los resultados del ACPE (Cuadro 1).

La aplicación de quitina no mostró ningún efecto con respecto a la severidad de la enfermedad, ya que no se presentó diferencia significativa en el análisis de varianza para la r y el ACPE (Cuadro 1). Este

CUADRO 1. Efecto de los factores principales sobre la severidad de *A. solani* y el nivel de significancia estadística mediante análisis de varianza, en los diferentes parámetros.

(a) tasa de infección aparente (r)					
FACTOR* PRINCIPAL	APLICACION				Pr < F
	con		sin		
Quitina	0.179	0.033	0.179	0.022	ns.
Leche	0.185	0.032	0.174	0.022	ns.
Fungicida	0.159	0.012	0.200	0.022	P < 0.01
b) área debajo de la curva de progreso de la enfermedad (ACPE).					
Quitina	23.3	11.3	25.1	11.0	ns.
Leche	25.5	10.2	23.0	12.0	P < 0.05
Fungicida	14.1	5.3	34.4	3.6	P < 0.01

*: No se observó interacciones significativas entre los tratamientos.

resultado difiere del encontrado por Ploper y Backman (1991), los cuales reportaron que el tizón temprano fue reducido con la aspersión foliar de polímeros insolubles como quitina y celulosa, siendo la quitina la que presentó menor severidad.

Después de la primera aplicación, se observaron manchas necróticas de 2-3 mm de color claro en las plantas asperjadas con la mezcla de quitina, fungicida y leche. El clorotalonil se ha reportado como fitotóxico usado con algunos coadyuvantes (Jiménez Fernández 1982). Sin embargo, el clorotalonil solo no presentó fitotoxicidad. Al corregir el pH a más de 8 a partir de la segunda aplicación, el síntoma no apareció más. La verdadera causa de la fitotoxicidad no fue estudiada.

Esta fitotoxicidad, con daño visible o no, podría ser la causa de una disminución en el rendimiento de frutos de tomate, ya que en la aplicación de quitina y fungicida se encontró una interacción negativa altamente significativa con respecto a la calidad de fruto de la clase II y rendimiento total (Fig. 2), una interacción significativa con respecto al rendimiento de la clase I (Cuadro 2).

Durante el período experimental, los cambios de la población de *Bacillus* spp. y *Pseudomonas* spp. fluorescentes no se debieron a la aplicación de las enmiendas, sino al tiempo de muestreo (Cuadro 3). La variación de la población total de bacterias mostró una diferencia altamente significativa ($p < 0.01$) en el tiempo de muestreo. Por lo tanto, se puede concluir que la población de ellas, inclusive la población total de bacterias, fue afectada por los factores ambientales.

Al observar la Fig. 3, se encuentra alguna similitud en el comportamiento de las curvas entre la población total de bacterias, *Bacillus* spp. y

Pseudomonas spp. fluorescentes. El comportamiento de las curvas corresponde a la fluctuación de la humedad relativa, es decir, la población de bacterias es susceptible al desecamiento. Esto coincide con Kundsén (1984) citado por Spurr y Kundsén (1985) quien afirma que la población de bacterias fue altamente sensitiva a la humedad de las hojas, ya que el período de secamiento (3-4 hr.) causó una disminución grande y rápida en el número de bacterias. La población de *Bacillus* spp. fue menos variable que la de *Pseudomonas* spp. fluorescentes, confirmando los datos de Kundsén y Spurr (1987), sobre la supervivencia de bacterias gram-positivas formadoras de esporas (*Bacillus* spp.) la cual fue menos variable que la de gram-negativas no formadoras de esporas.

Las *Pseudomonas* spp. fluorescentes son más afectadas por la exposición al sol que *Bacillus* spp. Szejnberg y Blakeman (1973) informaron que las bacterias aumentaron en una gota de agua en la superficie de hojas y disminuyeron rápidamente en corto tiempo de exposición a la luz ultravioleta.

El análisis de varianza, con respecto a la población bacteriana, mostró también una interacción significativa ($p < 0.05$) entre quitina y fungicida (Cuadro 3). Por consiguiente, bajo condiciones climáticas muy variadas, la aplicación de quitina con fungicida, posible causante de fitotoxicidad, afecta al ambiente microbiano con una disminución en la población de bacterias, comparado con cualquiera de los factores individuales (Fig. 4).

De acuerdo con los resultados obtenidos, se concluye que la quitina y clorotalonil se deben aplicar en forma separada para no inducir fitotoxicidad en las plantas. La aplicación de quitina permitió aumentar la población de *Bacillus* spp. quitinolíficas (Okumoto 1992), aunque no era suficiente para el control de la

CUADRO 2. Rendimiento total por tratamiento y el nivel de significancia estadística, de acuerdo a la calidad de fruto. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1992.

	TRATAMIENTO ^a			RENDIMIENTO (ton/ha)			
	Quit.	Leche	Fung.	(Categorías del fruto)			Total
				I	II	III	
T1	0	0	0	6.5	3.8	3.9	14.2
T2	0	0	1	16.5	10.8	7.2	34.5
T3	0	1	0	5.2	3.2	3.7	12.1
T4	0	1	1	11.8	8.5	7.2	27.5
T5	1	0	0	8.0	4.2	3.3	15.5
T6	1	0	1	9.3	6.8	5.4	21.5
T7	1	1	0	7.4	4.3	3.9	15.6
T8	1	1	1	10.9	5.4	6.7	23.0

Nivel de significancia estadística						
Bloque	.....	p<0.01	ns.	ns.	ns.	p<0.01
Quitina	.....	ns.	p<0.05	ns.	ns.	p<0.05
Leche	.....	ns.	ns.	ns.	ns.	ns.
Quitina*Leche	.....	ns.	ns.	ns.	ns.	ns.
Fungicida	.....	p<0.01	p<0.01	p<0.01	p<0.01	p<0.01
Fungicida*Quitina	.....	p<0.05	p<0.01	ns.	ns.	p<0.01
Fungicida*Leche	.....	ns.	ns.	ns.	ns.	ns.
Fungicida*Quitina*Leche	.....	ns.	ns.	ns.	ns.	ns.

a: 0 = No aplicar, 1 = aplicar.
ns.: No significativo.

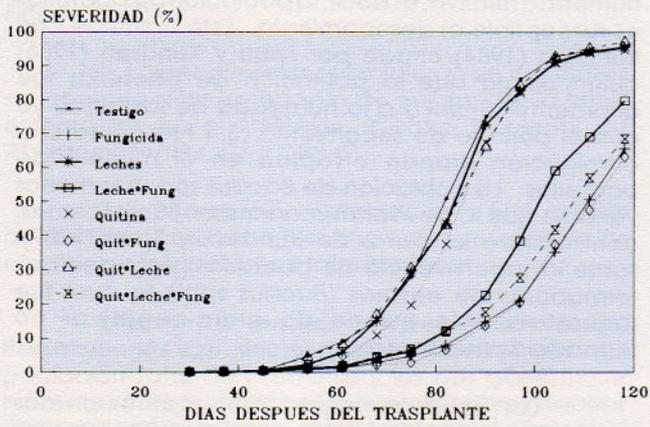


Fig. 1. Efecto de los tratamientos sobre el desarrollo de la enfermedad. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1992.

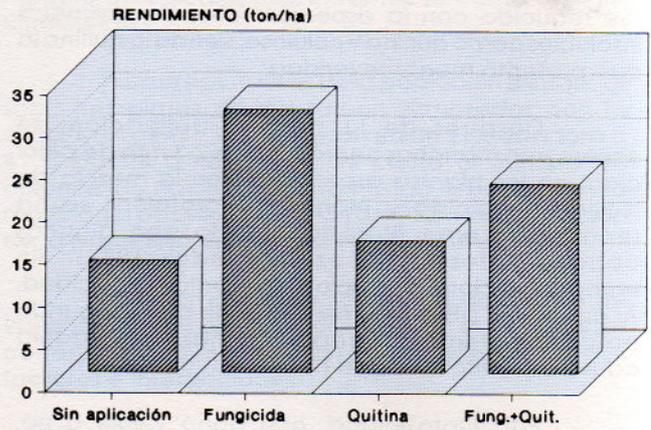


Fig. 2. Interacción entre quitina y fungicida en el rendimiento total. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1992.

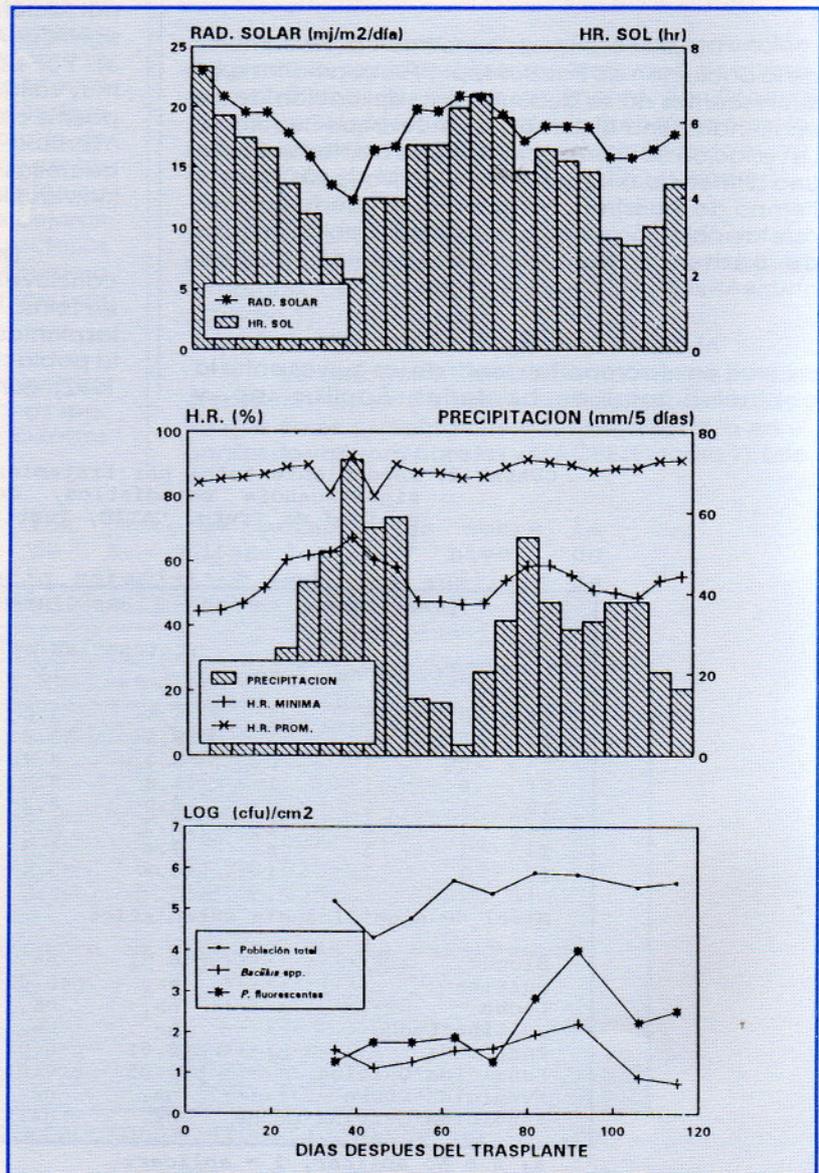


Fig. 3. Variación de las condiciones climáticas (radiación solar, h. de sol, precipitación, h. de H.R. mínima y promedio) y población de bacterias, *Bacillus* spp. y *Pseudomonas* spp. fluorescentes durante el ciclo de cultivo del tomate. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1992.

CUADRO 3. Nivel de significancia estadística mediante análisis de varianza para la población total de bacteria, *Pseudomonas* spp. fluorescentes y *Bacillus* spp., respecto a la aplicación de los tratamientos. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1992.

F.V.	G.L.	Bacteria	Bacillus	Pseudomonas
Bloque	2	ns.	ns.	ns.
Quitina	1	ns.	ns.	ns.
Leche	1	ns.	ns.	ns.
Quit.*Leche	1	ns.	ns.	ns.
Fungicida	1	ns.	ns.	ns.
Quit.*Fung.	1	p<0.05	ns.	ns.
Leche*Fung.	1	ns.	ns.	ns.
Quit.*Leche*Fung.	1	ns.	ns.	ns.
Error(a)	14			
Tiempo	7	p<0.01	p<0.01	p<0.01
Otros posibles combinaciones ¹	49	ns.	ns.	ns.
Error(b)	112			
Total	191			

ns.: No significativo.

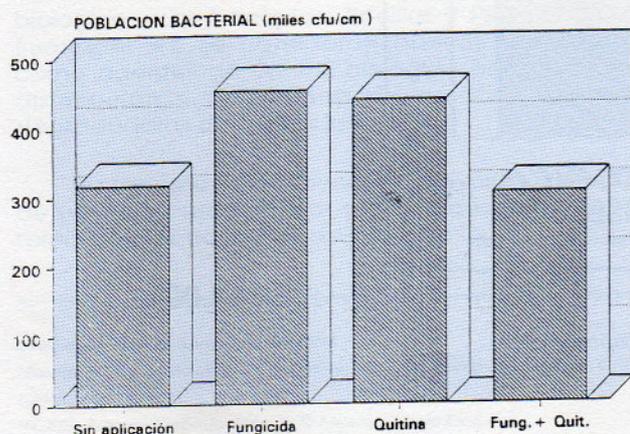
1: Iteraciones que no presentaron significancia:

quitina *tiempo, leche*tiempo, quitina*leche*tiempo, fungicida*tiempo, quitina*fungicida*tiempo, leche*fungicida*tiempo, quitina*leche*fungicida*tiempo.

enfermedad. Por lo tanto, es importante probar en un futuro trabajo, la aplicación de quitina con algunas de las bacterias quitinolíticas sobre el control de la enfermedad y conocer el comportamiento de ellas bajo condiciones del trópico húmedo.

CONCLUSIONES

- La aplicación de quitina sola no presenta disminución del tizón temprano, ya que no aumentó la población microbial.



4 Interacción entre quitina y fungicida en la población bacteriana. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1992.

- La mezcla de quitina y fungicida presentó un efecto negativo para el rendimiento de frutos de tomate y la población de bacterias.

- La aplicación de leche no afectó el rendimiento y funcionó negativamente en la supresión de la enfermedad.

- Durante el experimento de campo, no hubo diferencias por tratamiento en la población de bacterias, *Bacillus* spp. y *Pseudomonas* spp. fluorescentes.

- La población de bacterias, *Bacillus* spp. y *Pseudomonas* spp. fluorescentes fueron aparentemente afectadas por cambios bruscos del clima, en especial la humedad relativa y la radiación solar.

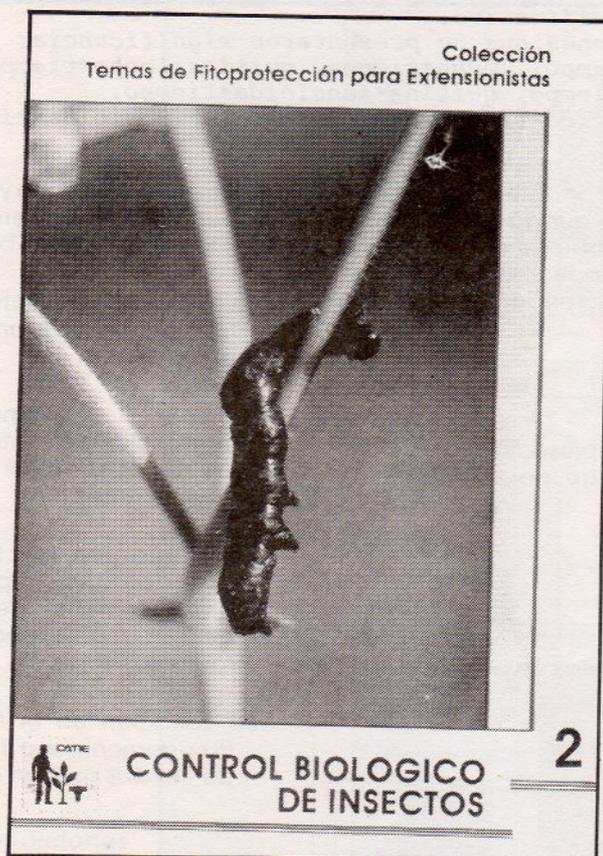
- La variación en el tiempo de la población de *Pseudomonas* spp. fluorescentes fue mayor que la de *Bacillus* spp. en el período experimental.

RECONOCIMIENTO

Al Natural Resources Institute de Gran Bretaña, por la ayuda financiera para este estudio mediante el contrato extra-mural EMCX-0179, Manejo Integrado de Plagas del Suelo en América Central y AID/ROCAP/RENARM, por el apoyo adicional.

BIBLIOGRAFIA

- GORDON, R.E.; HAYNES, W.C.; HOR-NAY PANG, C. 1973. The genus *Bacillus*. USDA. Agriculture Handbook No. 427. 283 p.
- JIMENEZ, G.M.; FERNANDEZ, F.V. 1982. Manual técnico para uso y manejo de agroquímicos. San José, Costa Rica. Colegio de Ingenieros agrónomos. Costa Rica. 171 p.
- KING, E.O.; WORD, N.K.; RANEY, D.E. 1954. Two simple media for the demonstration of pyocyanin and fluorescin. J. Lab. Clin. Med. 44: 301-307.
- KNUDSEN, G.R.; SPURR, H.W., JR. 1987. Field persistence and efficacy of five bacterial preparations for control of peanut leaf spot. Plant Disease. 71: 442-445.
- LARGE, E.C. 1966. Measuring plant disease. Ann. Rev. Phytopathology. 4: 9-28.
- LEBEN, C. 1961. Microorganisms on cucumber seedlings. Phytopathology 51: 553-557.
- OKUMOTO, S. 1992. Efecto de enmiendas sobre bacterias antagonicas en *Alternaria solani* en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Tesis Mag. Sc. Turrialba (Costa Rica). CATIE. 114 p.
- PLOPER, L.D.; BACKMAN, P.A. 1991. Modification of leaf microflora by foliar amendments and effects on disease of tomato, potato and apple. (Abstr.). Phytopathology. 81: 1152.
- SHANER, G.; FINNEY, R.E. 1977. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-midewing resistance in knox wheat. Phytopathology. 67: 1051-1056.
- SPURR, H.W., JR.; KNUDSEN, G.R. 1985. Biological control of leaf disease with bacteria. In Biological control on the phylloplane. WINDELS, C.E.; LINDOW, S.E. (Ed.). St. Paul. APS. 169 p.
- STEJNBERG, A; BLAKEMAN, J.P. 1973. Ultraviolet-induced changes in populations of epiphytic bacteria on beet root leaves and their effect on germination of *Botrytis cinerea* spores. Physiological Plant Pathology. 3: 443-451.
- VAN DER PLANK, J.E. 1963. Plant diseases: Epidemics and control. New York. Academic Press. 349 p.



US\$4.00

Centro de Información en Fitoprotección
CATIE, 7170
Turrialba, COSTA RICA

SELECCION IN VITRO DE BACTERIAS ANTAGONICAS A *Alternaria solani**

Shuichi Okumoto**
Elkin Bustamante**

ABSTRACT

Bacillus spp. and fluorescent *Pseudomonas* spp. isolates collected from the field were tested under laboratory conditions for their antagonism to *A. solani*. Some of them showed antagonism when the fungus's germ-tubes growth decreased. Antagonistic isolates simultaneously reduced the growth of germ-tubes and number of thier ramifications. However, the number of germ-tubes were not reduced. The *Bacillus* spp. isolates evaluated were more antagonistic and numerous than those of the fluorescent *Pseudomonas* spp. Some of the antagonistic isolates presented the characteristic of chitinase production, which can degrade the fungi cell wall. Most of the chitinolytic isolates were collected from the field treatment, with chitin alone or combined with other products.

RESUMEN

Cepas de *Bacillus* spp. y *Pseudomonas* spp. fluorescentes aisladas del campo fueron probadas bajo condiciones de laboratorio por su antagonismo a *A. solani*. Varias de ellas mostraron antagonismo al disminuir el crecimiento de tubos germinativos del hongo. Las cepas antagonicas redujeron simultaneamente el crecimiento de tubos germinativos y el número de sus ramificaciones. Sin embargo, no disminuyeron el número de tubos germinativos. Las cepas evaluadas de *Bacillus* spp. fueron más antagonicas y numerosas que las de *Pseudomonas* spp. fluorescentes. Algunas cepas antagonicas presentan la característica de producir quitinasa, la cual puede degradar la pared celular del hongo. La mayoría de las cepas quitinolíticas se aislaron del tratamiento de campo de quitina sola o combinada con otros productos.

INTRODUCCION

El control biológico de patógenos de plantas se considera un componente importante del manejo integrado de plagas, en especial como una alternativa a otros componentes que pueden traer riesgos de contaminación, promover otras plagas u otros efectos secundarios.

El tizón temprano, causado por *Alternaria solani*, afecta el follaje y frutos del tomate. La enfermedad se maneja regularmente con fungicidas químicos, cuyos residuos llegan a la mesa de los consumidores en frutos frescos. Para eliminar estas contaminaciones y disminuir los costos de control se emplean prácticas culturales, variedades resistentes y agentes de control biológico. Las bacterias, *Bacillus* y *Pseudomonas* fluorescentes, se consideran buenos candidatos como agentes de control biológico por su amplia distribución y capacidad de producir enzimas degradadoras de tejidos fungosos.

El propósito de este ensayo fué evaluar el efecto de bacterias antagonicas sobre el desarrollo de *A. solani* bajo condiciones de laboratorio.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en el laboratorio de Fitopatología del CATIE. Se consideraron como tratamiento de este experimento cepas de bacterias evaluadas así: 15 de *Bacillus* spp. y 18 de *Pseudomonas* spp. fluorescentes aisladas el 9 de Enero de 1992 y 11 de *Bacillus* spp. y 49 de *Pseudomonas* spp. fluorescentes aisladas el 17 de Enero de 1992, las cuales provenian de hojas de tomate con tratamientos iguales a los descritos en el primer experimento realizado por Okumoto (1992), en el cultivo sembrado el 3 de Septiembre de 1991.

Se prepararon las suspensiones bacteriales a partir de cultivos crecidos por 24 horas en AN (Agar Nutriente), a 30°C y se ajustaron a 10⁹ células/ml con la ayuda de la cámara de conteo Petroff-Hausser (French y Herbert 1982).

El aislamiento de *A. solani* se obtuvo de las hojas de tomate no asperjadas con químicos, utilizando los medios de cultivo agar-agua y V-8. La esporulación de *A. solani* se indujo mediante el método de luz ultravioleta, combinado con el de Dhingra y Sinclair (1985). La concentración de conidias se ajustó a 2x10⁴ conidias/ml e inmediatamente se mezcló con igual volumen de suspensión bacterial o con agua destilada esteril (Testigo).

El porta-objeto cubierto con agar-agua se colocó en una placa petri que disponía en su base, de papel filtro mojado y un tubo de vidrio en forma de

Recibido: 14/06/93. Aprobado: 08/10/93.

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

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

V. De cada suspensión bacteriana se colocó una gota (0.01 ml) con conidias en la superficie del portaobjeto, la temperatura de incubación varió de 25-28°C. Las conidias y el tubo germinativo fueron teñidos con azul de algodón en lactofenol después de 24 horas (Fravel y Spurr Jr. 1977).

Se tomaron en cuenta las siguientes mediciones microscópicas: porcentaje de germinación, número de tubos germinativos por conidia, longitud del tubo germinativo más largo de la conidia y su número de ramificaciones.

El nivel de antagonismo se determinó mediante la prueba de Dunnett (Steel y Torrie 1980) para comparar los tratamientos contra el testigo, de acuerdo con cada categoría de medición en diferentes períodos.

Algunas cepas antagonistas fueron probadas por su característica de producción de quitinasa, confirmada por la presencia de zonas transparentes alrededor del crecimiento de bacterias en el medio agar nutriente+quitina (2.3% de agar nutriente y 0.5% de suspensión coloidal de quitina). La suspensión coloidal de quitina se preparó de exoesqueletos de camarones, mediante el método de Backman modificado (comunicación personal).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la mayoría de los tratamientos se presentó más del 90% de germinación de las conidias de hongo. Sin embargo, muchas cepas bacteriales mostraron el antagonismo a *A. solani*, al afectar el crecimiento del tubo germinativo, en especial su longitud (Cuadro 1).

Los aislados del género *Bacillus* fueron los más antagonistas (medido como el % de inhibición del crecimiento de los tubos germinativos). La mayoría de *Pseudomonas* spp. fluorescentes no fueron tan efectivas en la inhibición del crecimiento del hongo. Además, se observó el antagonismo de las cepas de *Bacillus* en un número mayor que en las de *Pseudomonas* fluorescentes. Las 11 mejores cepas de *Bacillus* tienen la capacidad de inhibir el crecimiento del hongo en más de 80% (Fig. 1).

El crecimiento de tubos germinativos y el número de ramificaciones en estos tubos fueron inhibidos simultáneamente por las bacterias y se encontró una correlación altamente significativa ($p < 0.01$) entre la longitud del tubo germinativo más largo y número de ramificaciones del mismo. Sin embargo, no disminuyó el número de tubos germinativos (Cuadro 1).

CUADRO 1. Correlación entre el número de tubos germinativos, longitud de tubo germinativo más largo y número de ramificaciones en el tubo germinativo, con la presencia de las diferentes cepas de *Bacillus* spp. y *Pseudomonas* spp fluorescentes, aisladas el 9 y el 17 de enero de 1992. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1992.

VARIABLE	COEFICIENTE DE CORRELACION					
	<i>Bacillus</i>	<i>Pseudomonas</i>	<i>Bacillus</i>	<i>Pseudomonas</i>	<i>Bacillus</i>	<i>Pseudomonas</i>
Aisladas 9 de enero, 1992						
X1: Número de tubos germ.	1.000	1.000	-0.031	0.045	0.023	0.367**
X2: Longitud de tubo germ. más largo			1.000	1.000	0.898**	0.570**
X3: Número de ramificaciones en tubo germ.					1.000	1.000
Aisladas 17 de enero, 1992						
X1: Número de tubos germ.	1.000	1.000	0.331	0.069	0.303	0.264
X2: Longitud de tubo germ. más largo			1.000	1.000	0.941**	0.757**
X3: Número de ramificaciones en tubo germ.					1.000	1.000

**Nivel de significancia al 1%.

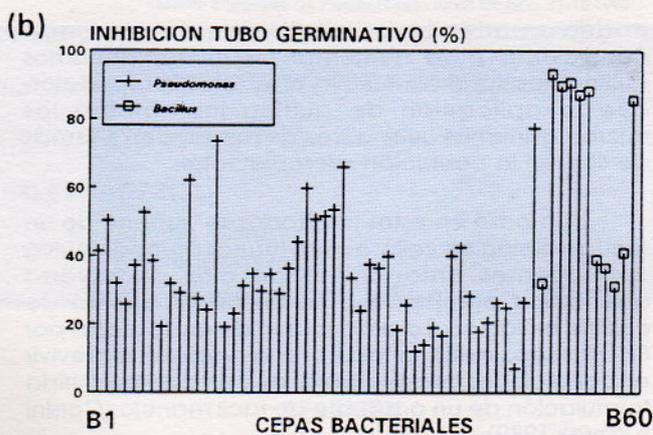
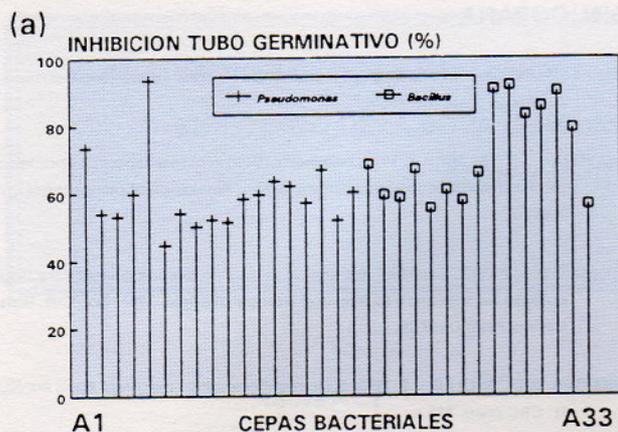


Fig. 1. Porcentaje de inhibición a *A. solani* de *Pseudomonas* spp. fluorescentes y *Bacillus* spp., aisladas el 9 (a) y 17 (b) de enero de 1992. CATIE, Turrialba, Costa Rica, 1992.

En la observación microscópica, se encontró un crecimiento anormal de los tubos germinativos, los cuales se dilataban y formaban bulbos. Observaciones similares fueron hechas por Vasudeva Y Chakravarthi (1951) en un filtrado del cultivo de un aislado de *Bacillus subtilis* antagonístico a *A. solani*. La bacteria produjo malformación de los tubos germinativos con un desarrollo posterior de bulbos. Este filtrado mostró una acción fungistática y fungicida.

De acuerdo con las observaciones microscópicas, no se detectó la producción de lisis en los tubos germinativos de las conidias de *A. solani* estudiadas. Otros estudios señalan que la producción de lisis, debido a la interacción entre bacteria y hongo, es una probable causa de inhibición del hongo (Baker y Cook 1974, Blakeman y Fraser 1974, Fokkema y Lorbeer 1974, Morgan 1963). Sin embargo, Fravel y Spurr Jr. (1977) afirman que diferentes mecanismos se involucraron en la supresión del

crecimiento del hongo; sustancias tóxicas producidas por bacterias tienen una mayor influencia que la producción de lisis por enzimas, lo cual coincide con el resultado de este estudio.

Algunas cepas que presentan antagonismo, a su vez producen quitinasa que tiene la habilidad de degradar la pared celular del hongo. Se encontró una relación de 1:20 entre las cepas quitinolíticas y no quitinolíticas de *Pseudomonas* spp. fluorescentes, en cambio, en las cepas de *Bacillus* spp., esta fue 1:2.6 (Cuadro 2). Esto significa que se pueden aislar más cepas quitinolíticas en la población de *Bacillus* spp. que en la de *Pseudomonas* fluorescentes.

La mayoría de las cepas caracterizadas como quitinolíticas fueron aisladas de las plantas asperjadas con la sola quitina o en mezcla con otros productos (Cuadro 2). Se considera que la aplicación de quitina, aunque no aumenta la población de bacterias, si

CUADRO 2. Respuesta a la producción de quitinasa de cepas bacteriales antagonísticas de acuerdo a su tratamiento de origen y a la formación de zonas transparentes en el medio agar nutriente+quitina. CATIE, Turrialba, Costa Rica, 1992.

TRATAMIENTO DE ORIGEN	TRANSPARENCIA EN ANQ DE			
	P. fluorescentes		<i>Bacillus</i> spp.	
	+	-	+	-
Testigo	0	9	0	1
Fungicida	1	7	0	9
Leche	0	4	0	7
Fung. +Leche	0	5	0	1
Quitina	0	9	2	1
Quit. +Fung.	0	1	6	0
Quit. +Leche	0	4	1	3
Quit. +Fung. +Leche	1	1	0	1

podría cambiarla cualitativamente, creando condiciones para aumentar los microorganismos quitinolíticos. Kokalis-Burelle *et al.* (1991) reportaron que la aplicación de quitina incrementó los microorganismos quitinolíticos de menos de 1% a más de 40% en la población microbiana total.

Con base en estos resultados se dispone de un recurso biológico valioso para futuras pruebas *in vivo* con agentes antagonistas de alta capacidad quitinolítica apropiada para un futuro agente de control biológico. La producción de endosporas por *Bacillus* spp., debería facilitar a la bacteria sobrevivir en condiciones desfavorables de campo y permitir la formulación de un producto de fácil manejo (Corsini y Pavek 1989).

CONCLUSIONES

- En el experimento de antagonismo *in vitro*, las cepas de bacterias antagonistas a *A. solani* presentaron una amplia variación en el grado de antagonismo.
- El antagonismo de las cepas bacteriales se manifiesta en la reducción simultánea del crecimiento de tubos germinativos y su número de ramificaciones. Sin embargo, no afecta el número de tubos germinativos.
- Las cepas más antagonistas de *Bacillus* spp., con respecto a inhibición del crecimiento de los tubos germinativos, son más numerosas y menos variables en su antagonismo que las de *Pseudomonas* spp. fluorescentes.
- Algunas cepas antagonistas mostraron capacidad quitinolítica.
- La relación entre cepas quitinolíticas: no quitinolíticas para *Pseudomonas* spp. fluorescentes es de 1:20 y para *Bacillus* spp. es de 1:2.6
- La mayoría de las cepas quitinolíticas se aislaron en el tratamiento de quitina sola o combinada con otros productos.

RECONOCIMIENTO

Al Natural Resources Institute de Gran Bretaña, por la ayuda financiera para este estudio mediante el contrato extra-mural EMCX-0179, Manejo Integrado de Plagas del suelo en América Central y AID/ROCAP/RENARM, por el apoyo adicional.

BIBLIOGRAFIA

- BAKER, K.F.; COOK, R.J. 1974. *Biological control of plant pathogens*. San Francisco, California. Freeman 433 p.
- BLAKEMAN, J.P.; FRASER, A.K. 1974. Inhibition of *Botrytis cinerea* spores by bacteria on the surface of chrysanthemum leaves. *Physiological plant pathology* 1:45-54.
- CORSINI, D.L.; PAVEK, J.J. 1988. Evaluation of potato breeding selections and cultivars for resistance to field and storage diseases, 1987. *Biol. Cult. Tests Control Plant Dis.* 3:25.
- DHINGRA, O.D.; SINCLAIR, J.B. 1985. *Basic plant pathology methods*. Boca Raton, FL. CRC press. 335 p.
- FOKKEMA, N.J.; LORBEER, J.W. 1974. Interactions between *Alternaria porii* and the saprophytic microflora of onion leaves. *Phytopathology*. 64:1128-1133.
- FRAVEL, D.R.; SPURR, H.W.Jr. 1977. Biocontrol of tobacco brown-spot disease by *Bacillus cereus* subsp. *mycoides* in controlled environment. *Phytopathology*. 67:930-932.
- FRENCH, E.D.; HERBERT, T.T. 1982. *Metodos de investigación fitopatológica*. San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 289 p.
- KOKALIS-BURELLE, N.; BACKMAN, D.A.; RODRIGUEZ-KABANA, R.; PLOPER, L.D. 1991. Chitin as foliar amendment to modify microbial ecology and control disease. (Abstr.). *Phytopathology*. 81:1152.
- MORGAN, F.L. 1963. Infection inhibition and germ-tube lysis of three cereal rusts by *Bacillus pumilus*. *Phytopathology*. 53:1346-1348.
- OKUMOTO, S. 1992. Efecto de enmienda sobre bacterias antagonistas a *Alternaria solani* en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 114 p.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. 1980. *Principles and procedures of statistics*. 2nd ed. New York. McGRAW-HILL. 633 p.
- VASUDEVA, R.S.; CHAKRAVARTHI, B.P. 1954. The antibiotic action of *Bacillus subtilis* in relation to certain parasitic fungi, with special reference to *Alternaria solani* (ELL. & MART) JONES & GROU. *Ann. Appl. Biol.* 41(4):612-618.

EVALUACION DE DOS AISLAMIENTOS DE *Verticillium* sp. COMO AGENTE DE CONTROL BIOLÓGICO DE LA ROYA (*H. vastatrix*) DEL CAFETO (*Coffea arabica* L.), EN CONDICIONES DE INVERNADERO*

Arnulfo Monzón**
Elkin Bustamante***

ABSTRACT

The effect of *Verticillium* sp. as hyperparasite of *H. vastatrix* and the effect on the germination of *H. vastatrix* uredospores were studied. Hyperparasitic activity of different fungus isolations and concentrations applied to rust spots showed that the incidence level increases during the first 10 days, attaining values from 50 to 80%. This indicates an efficient performance of the fungus as a hyperparasite. The highest incidence level was observed with the isolation from "El Coyolar", Matagalpa at concentrations of 105 and 2.5*105 spores/ml. After 10 days the hyperparasite's incidence tended to become stable. The effect of *Verticillium* sp. on the spore germination was determined by placing the spores in an agar-water medium at 2%. Germination was significantly lower in the presence of *Verticillium* sp. *Verticillium* sp. demonstrated important qualities as a control agent of *H. vastatrix*, based on its ability to colonize established spots and its effect on pathogen spore germination.

INTRODUCCION

A pesar de la importancia del cultivo del café en la actividad económica y social de Nicaragua, la producción cafetalera enfrenta grandes problemas por los altos costos de producción y los bajos precios que se pagan al productor. Estos problemas se agudizan debido al efecto que sufre la producción por la incidencia de plagas y enfermedades. Entre los problemas fitosanitarios, la roya del café (*Hemileia vastatrix*), ocupa un lugar de importancia en la caficultura nacional. La principal forma de control la constituyen los fungicidas.

Carrión (1988), afirma que *H. vastatrix* tiene enemigos naturales capaces de afectar su población, tal es el caso de *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viegas, el cual se desarrolla sobre las uredosporas impidiendo su dispersión y afectando su viabilidad. Esto motivó la realización de este trabajo, cuyos objetivos fueron: evaluar la actividad hiperparasítica de *Verticillium* sp. sobre pústulas de roya y conocer el efecto de este hongo sobre la germinación de las uredosporas de *H. vastatrix*.

Recibido: 18/12/92. Aprobado: 05/07/93.

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

**Universidad Nacional Agraria. Escuela de Sanidad Vegetal. Apdo. 453 Managua, Nicaragua.

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

RESUMEN

Se estudió el efecto del hongo *Verticillium* sp. como hiperparásito de *H. vastatrix* y su efecto sobre la germinación de uredosporas de *H. vastatrix*. Se evaluó su actividad hiperparasítica aplicando dos aislamientos y dos concentraciones del hongo sobre pústulas de roya. El nivel de incidencia aumentó en los primeros 10 días hasta alcanzar valores de 50 hasta 80%. Esto indica que el hongo se comporta con eficacia como hiperparásito. Se observó el mayor grado de incidencia en el aislamiento procedente de El Coyolar, Matagalpa, en concentraciones de 105 y 2.5*105 esporas/ml. La incidencia del hiperparásito tiende a estabilizarse después de 10 días. Se evaluó el efecto de *Verticillium* sp. sobre la germinación de uredosporas, sometiéndolas a la acción del hiperparásito, en medio agar-agua al 2%, encontrando que la germinación es significativamente menor en presencia de *Verticillium* sp. se encontró que *Verticillium* sp. usado como agente de control de *H. vastatrix*, posee propiedades importantes basadas en su capacidad de colonizar pústulas establecidas, y el efecto que presenta sobre la germinación de uredosporas del patógeno.

METODOLOGIA

El trabajo se llevó a cabo en el Centro Experimental del Café, en San Ramón, Matagalpa, y en los laboratorios de la Escuela de Sanidad Vegetal de la Universidad Nacional Agraria, Nicaragua durante los meses de julio a octubre 1992 y constó de dos etapas: evaluación de *Verticillium* como hiperparásito de *H. vastatrix*, y evaluación del efecto de *Verticillium* sobre la germinación de las uredosporas de *H. vastatrix*.

Aislamiento y producción de *Verticillium* sp., para ser utilizado en experimentos de invernadero. El hongo se aisló de muestras frescas de roya hiperparasitadas, provenientes de El Coyolar, Matagalpa y el Crucero, Managua, a partir de cafetos variedad Caturra. El aislamiento se realizó 35 días antes de establecer el experimento; posteriormente el hongo se cultivó en placas de Petri con el medio de cultivo PDA (Papa-Dextrosa-Agar) y se mantuvo a temperaturas entre 23 y 25°C. Cuando las colonias del hongo estaban bien desarrolladas (15 días), fue transferido a un medio líquido contenido en erlenmeyers de 250 ml. El soporte lo constituía: Afrecho (25 g), levadura de cerveza (10 g), CaCl₂ (0.25 g), KH₂PO₄ (13.60 g), NaOH (2.32 g), agua destilada (1 litro).

El hongo colonizó completamente la superficie del soporte a los 15 días. Entonces se procedió a cultivarlo en un medio sólido que consistía en sorgo precocido, a una proporción de 30 ml de inóculo por 100 g de sorgo, en erlenmeyers de 500 ml.

El hongo se estableció plenamente al mes de sembrado en el medio sólido y estuvo listo para su cosecha, de la siguiente manera:

- Cada erlenmeyer con el cultivo se lavó con dos l de agua destilada estéril con tween-20 al 0.01%. Se filtró el lavado en un tamiz de 200 micras. Este lavado fue centrifugado a 3800 rpm durante 20 minutos y se obtuvo una crema del hongo, a partir de la cual se prepararon las diferentes concentraciones.

El cultivo del hongo proporcionó el material suficiente, con una buena producción de conidias. Esta metodología se utilizó en vista de que su producción en PDA era muy baja. Sin embargo, al final se observó que en el soporte se presentaba buena producción de conidias, y que su viabilidad era superior a la de las producidas en el medio sólido (sorgo precocido). Por esta razón, la fuente de material del *Verticillium* para las evaluaciones en el experimento de invernadero fueron los cultivos en el soporte líquido.

Establecimiento de Experimentos. Este se desarrolló de Agosto a Octubre 1992, en el Centro Experimental del Café, San Ramón, Matagalpa. Se emplearon plantas de café variedad catuaí amarillo de ocho meses de edad y sembradas en bolsas de polietileno en un sustrato de suelo.

Inoculación de la roya. La inoculación de la roya en las plantas de café se hizo por aspersión de un volumen de 5 ml de suspensión de uredosporas en concentración de 2 mg/ml en Tween-20 al 0.2% en agua destilada estéril. La suspensión de uredosporas era aplicada en el envés de las hojas, inoculando todas las hojas de la planta. La aspersión de la suspensión de esporas se hizo con un atomizador De Vilbiss Nº 15.

Las plantas se mantuvieron en la oscuridad, con alta humedad relativa (99%), y temperatura entre 23 y 25°C durante 36 horas después de la inoculación. Para garantizar condiciones de alta humedad relativa se utilizó una cámara húmeda con cubierta plástica, además al momento de depositar las plantas inoculadas en la cámara, se mantuvo un humidificador durante 18 horas.

De la cámara húmeda las plantas se trasladaron al invernadero, para darles el seguimiento establecido en el experimento. Las condiciones de humedad en el invernadero fueron estables, variando durante el día desde 75% hasta 99% de humedad relativa. La temperatura varió desde 21°C por las noches, hasta 29°C en las horas más calientes durante el experimento.

El inóculo de roya consistió en una mezcla de uredosporas frescas (colectadas inmediatamente antes de ser inoculadas), más uredosporas almacenadas por 7 días mediante el método descrito por Zambolín (1973), citado por Alvarez y Sierra (1989). Este método consiste en coleccionar las esporas directamente de las pústulas e introducir las en cápsulas de gelatina, las cuales se depositan en

tubos de ensayo sumergidos hasta 1/3 del tubo, en un medio de ácido sulfúrico al 32.6% (v/v). El recipiente con los tubos se coloca a temperatura de 4°C. El nivel de germinación de las uredosporas empleadas como inóculo fue de 80%.

Evaluación de *Verticillium* sp. como hiperparásito de *H. vastatrix*. Estas evaluaciones se realizaron con plantas, inoculadas con roya y que presentaban pústulas esporulantes al momento de establecer el experimento.

Los tratamientos consistieron en dos aislamientos de *Verticillium* sp. provenientes de la zona Norte Central (El Coyolar, Tuma, Matagalpa) y del Pacífico Sur del país (El Crucero, Managua) respectivamente, aplicados en dos concentraciones, siendo éstas: 10^5 y 2.5×10^5 esporas/ml en una solución de Tween-20 al 0.01%. Estas concentraciones se determinaron en un hematocímetro con cámara de conteo Neubauer de 0.1 mm de profundidad.

La aplicación de las esporas de los dos aislamientos se hizo en el envés de la hoja, y el volumen asperjado fue de 5 ml por planta. Los datos se tomaron cada 5 días, a partir del quinto día de la aplicación de *Verticillium* sp. Además se cuantificó la incidencia de roya al momento de establecer el experimento.

La planta constituía la unidad experimental con 10 repeticiones, incluyendo un testigo al cual sólo se le aplicó agua destilada al momento de aplicar los demás tratamientos. A los 33 días de la inoculación (15/09/93) se inició la toma de datos, los cuales fueron:

- Número de hojas totales (NHT).
- Número de hojas con roya (NHR).
- Número de hojas con roya y *Verticillium* (NHRV).
- Número de pústulas (NP).
- Número de pústulas hiperparasitadas (NPV).

El NPV se determinó visualmente, observando el crecimiento del hiperparásito sobre las uredosporas de roya.

Con éstos datos se procedió a calcular las incidencias de la siguiente manera:

Incidencia de roya = $(NHR/NHT) \times 100$
Incidencia de *Verticillium* = $(NHRV/NHR) \times 100$
Incidencia de *Verticillium* (a nivel de pústula) = $NPV/ NP \times 100$

Evaluación de *Verticillium* sp. como inhibidor de la germinación de uredosporas de *H. vastatrix*. Las pruebas de germinación de uredosporas de roya se hicieron en platos Petri con el medio de agar-agua al 2%. Sobre la superficie del medio se depositaban de manera distribuida cinco gotas de la suspensión de uredosporas. Para el caso de prueba de germinación con *Verticillium* sp., sobre la gota de la suspensión de uredosporas se colocaba la gota de la suspensión conidial de *Verticillium* sp.

Una vez depositadas las esporas de ambos hongos en el medio, los platos Petri se colocaban en incubadora a temperatura de 21°C. Las lecturas de germinación de las uredosporas de roya se hacían 16 horas después, observando cinco campos microscópicos en cada una de las cinco gotas de las suspensiones colocadas en el medio.

Análisis de los datos. Dentro del experimento establecido para evaluar el hiperparasitismo de *Verticillium sp.* sobre las pústulas de roya, se realizó análisis de varianza mediante contrastes ortogonales para la incidencia de roya y de *Verticillium*.

Se estimó el parámetro área debajo de la curva de progreso para cada tratamiento, para roya y *Verticillium sp.*, el cual fue sometido a análisis de varianza mediante contrastes ortogonales.

La variable porcentaje de germinación de uredosporas de roya en presencia y/o en ausencia de *Verticillium sp.* se analizó mediante una prueba de t de Student, con el fin de evaluar el efecto de *Verticillium sp.* sobre la germinación de las royas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Evaluación de *Verticillium sp.* como hiperparásito de *H. vastatrix*. El análisis de varianza mediante la técnica de contrastes ortogonales para las variables incidencia de roya (NHR/NHT)*100, e incidencia de *Verticillium* (NHRV/NHR)*100, demostró que para ambas variables no hubo diferencias significativas entre los tratamientos en estudio. Sin embargo, el análisis de varianza para el parámetro área debajo de la curva, demostró que no hay diferencias entre los tratamientos para la variable incidencia de roya, pero sí para incidencia de *Verticillium sp.* Es decir, que la roya se comportó del mismo modo para todos los tratamientos. Aunque para los dos aislamientos y las dos concentraciones, la tendencia de la roya fue descendente a partir del primer momento de muestreo. No así para el tratamiento testigo, el cual presentó tendencia ascendente, aunque los valores de incidencia no fueron los mayores (Fig. 1).

Durante el experimento los valores de incidencia menores se observaron en ambos aislamientos en la concentración 105 esporas/ml. En cambio el aislamiento procedente de El Coyolar en la concentración 2.5×10^5 , presenta la mayor incidencia de la enfermedad.

Al analizar el área debajo de la curva para la incidencia de *Verticillium sp.*, los dos aislamientos difirieron significativamente ($P=0.03$), además todos los tratamientos difieren significativamente del testigo ($P=0.0001$). Sin embargo no se encontraron diferencias significativas entre las concentraciones dentro de cada aislamiento (Cuadro 1).

Entre los valores promedios de área debajo de la curva de incidencia de *Verticillium sp.* para cada tratamiento, se observó que ambas concentraciones del aislamiento procedente de El Coyolar, acumulan los mayores valores (Cuadro 2).

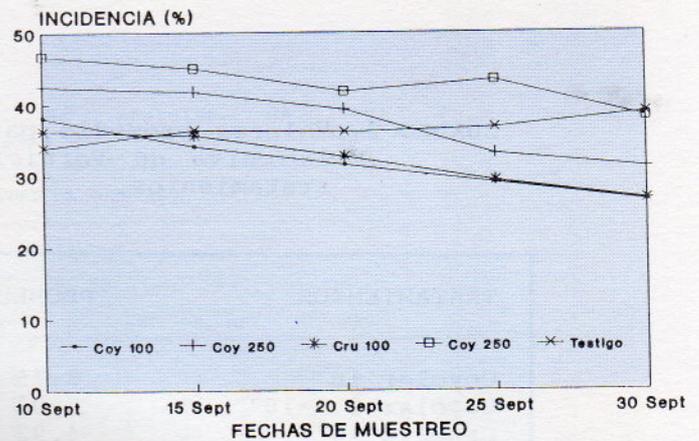


Fig. 1. Incidencia de la roya del cafeto sometida a la actividad hiperparasítica de *Verticillium sp.*, en condiciones de invernadero.

CUADRO 1. Resultados de análisis de varianza para el parámetro área debajo de la curva de incidencia de *Verticillium sp.*

F.V	GL	S de C	C M	Valor F	Valor P
Coyolar vs Crucero	1	32.85	32.85	4.79	0.003
Coyolar, Crucero vs Testigo	1	336.83	336.83	49.14	0.0001
Coyolar 10^5 vs Coyolar 2.5×10^5	1	21.53	21.53	3.14	0.08
Crucero 10^5 vs Crucero 2.5×10^5	1	1.74	1.74	0.25	0.61
Error	45	308.45	6.85		
Total	49	701.4			

$R^2 = 0.56$ C.V. = 50

Quando se analizó incidencia de roya como NHRV/NHR, encontramos alto nivel de hiperparasitismo para los aislamientos y concentraciones de *Verticillium sp.*. Durante los primeros 10 días se observó el incremento de la incidencia, hasta alcanzar valores desde 50% hasta 80% durante el tercer muestreo. Pasado éste período la incidencia del hongo tiende a decaer.

El comportamiento del hiperparasitismo para los diferentes tratamientos, se muestra en la Fig. 2, donde además se observa que la incidencia de *Verticillium sp.* en el tratamiento testigo es apenas de 0.1% en el último muestreo.

Los mayores números de pústulas hiperparasitadas, aparecen a los 15 y 20 días después de la aplicación de *Verticillium*. En general el número promedio de pústulas fue bajo, sobre todo al final del estudio, lo cual se debe a que las hojas más afectadas por la roya tienden a caer de la planta. Por otro lado, la incidencia de *Verticillium* que aparece al final del muestreo, se debe probablemente a contaminación de los demás tratamientos, y no a efecto del ambiente (Cuadro 3).

Quando se calculó incidencia de *Verticillium* como NPV/NP, los mayores valores siempre se observaron para el aislamiento de El Coyolar, en la

CUADRO 2. Valores promedio para el parámetro área debajo de la curva de *Verticillium* sp. para los diferentes tratamientos.

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	DESVIACION ESTANDAR
Coyolar 10^5	6.75	2.68
Coyolar $2.5 \cdot 10^5$	5.06	2.85
Crucero 10^5	4.92	2.67
Crucero $2.5 \cdot 10^5$	3.66	1.5
Testigo	0.02	0.06

concentración 10^5 esporas/ml. Entre los tratamientos, el aislamiento procedente de El Crucero a concentración de $2.5 \cdot 10^5$ presentó menores valores de área debajo de la curva de progreso, además la incidencia para éste tratamiento, comenzó a decaer a partir del tercer muestreo. Para todos los tratamientos, la tendencia siempre fue ascendente, contrario a cuando analizamos incidencia como NHRV/NHR, donde la incidencia tiende a decaer para todos los tratamientos a partir del tercer muestreo (Fig. 3).

Este comportamiento puede deberse a que el número de pustulas con *Verticillium* en las hojas hiperparasitadas aumenta, en cambio el número total de pustulas disminuye en la medida en que las hojas más afectadas con roya caen de la planta.

El análisis de varianza para incidencia de *Verticillium* sp. a nivel de pustula arrojó resultados similares a los de nivel de planta.

Los valores altos de incidencia, tanto a nivel de hoja como en pustula, reflejan la eficiencia del hiperparásito para establecerse sobre las pustulas de roya. Esta capacidad de *Verticillium* para hiperparasitar las pustulas es una propiedad importante, dado que el efecto de *Verticillium* sp.

sobre la enfermedad se basa principalmente en la reducción del inóculo para los ciclos epidemiológicos subsiguientes.

Los resultados de este experimento coinciden con Vélez (1989), quien al aplicar cultivo licuado (micelio y conidias) de *V. lecanii* sobre lesiones establecidas de *H. vastatrix*, observó cubrimiento e invasión de la pustula por el micelio blanco del hongo con la subsecuente pérdida de ésta. El hongo origina una depresión central en la pustula, la cual se acentúa con el tiempo.

El hecho de encontrar diferencias entre los tratamientos cuando se analiza el parámetro área debajo de la curva, y no al analizar incidencia para la misma variable, señala que el parámetro área debajo de la curva indica mejor el desarrollo de la epidemia de la enfermedad, lo mismo que el desarrollo del hiperparasitismo de *Verticillium* sobre la roya.

Shaner y Finney (1977), Hernández (1984 y 1986), citados por Hernández y Montoya (1987), plantean que además de la tasa de infección, el área debajo de la curva de progreso de la enfermedad es un parámetro generalmente usado en epidemiología comparativa.

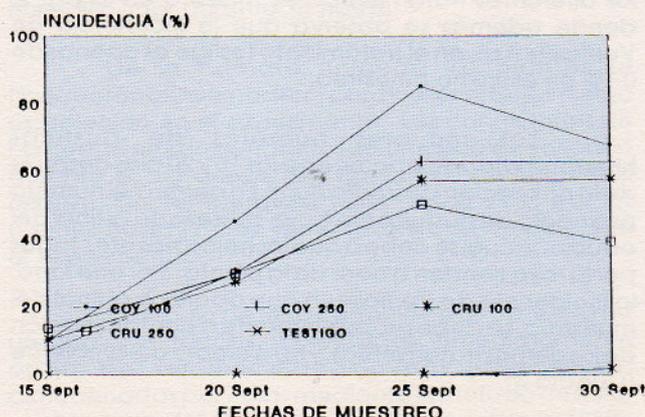


Fig. 2. Incidencia de *Verticillium* sp. sobre pustulas de roya del café en condiciones de invernadero.

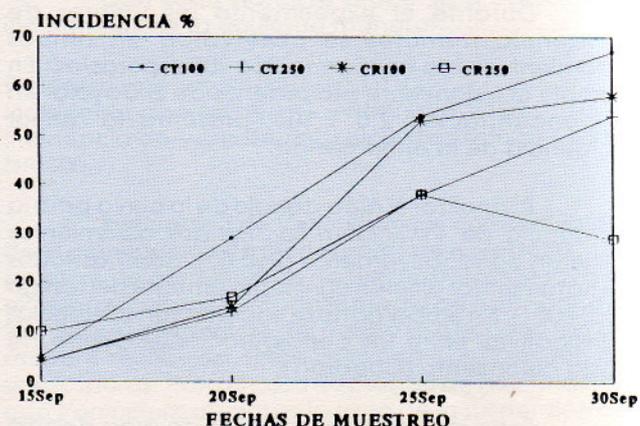


Fig. 3. Incidencia de *Verticillium* sp. sobre roya, a nivel de pustula en condiciones de invernadero.

CUADRO 3. Número promedios/planta de pústulas de roya y pústulas hiperparasitadas para los diferentes tratamientos.

TRATAMIENTOS	FECHAS DE MUESTREO									
	SEPTIEMBRE									
	10		15		20		25		30	
	NP	NPV	NP	NPV	NP	NPV	NP	NPV	NP	NPV
Coyolar 10 ⁵	19	0	21	1	21	6	13	7	12	8
Coyolar 2.5*10 ⁵	34	0	28	1	22	3	16	6	13	7
Crucero 10 ⁵	25	0	24	1	20	3	15	8	12	7
Crucero 2.5*10 ⁵	23	0	20	2	18	3	16	6	14	4
Testigo	11	0	12	0	11	0	11	0	11	0.1

NP = Número promedio de pústulas de roya.
NPV= Número promedio de pústulas hiperparasitadas.

A éste respecto Hernández y Montoya (1987), al evaluar el desarrollo de la epidemia de la roya del café a diferentes altitudes, plantean que la tasa de infección es un parámetro comunmente usado por los investigadores en el análisis cuantitativo de epidemias, sin embargo encuentra limitaciones cuando la cantidad inicial de inóculo difiere significativamente entre tratamientos. En tal caso se procede a calcular el parámetro área debajo de la curva de progreso de la enfermedad.

Efecto de *Verticillium sp.* sobre la germinación de uredosporas de *H. vastatrix*. La comparación de medias para el porcentaje de germinación de uredosporas realizada a través de la prueba t de Student, demuestra que el porcentaje de germinación es significativamente menor ($\text{prob} > t = 0.0001$) cuando se aplica *Verticillium sp.* sobre las uredosporas de la roya (Fig. 4).

El porcentaje promedio de germinación fue de 15% al aplicar *Verticillium sp.* y 75% cuando no se aplicó. Por tanto se puede afirmar que *Verticillium sp.* inhibe la germinación de uredosporas de roya, ya que las esporas afectadas no desarrollaron tubos germinativos.

A éste respecto otros autores han evaluado el efecto de *Verticillium sp.* sobre la germinación de uredosporas de *H. vastatrix*. Leguizamón y Vélez (1988), observaron que el crecimiento micelial de 15 días del hiperparásito de la roya del café (*Verticillium lecanii*) en cultivo líquido de papa-dextrosa, centrifugado y filtrado a través de una membrana estéril, afecta la germinación de uredosporas de *H. vastatrix*, sus períodos de incubación y latencia y la tasa de infección.

Esques et al. (1987) observaron que filtrados de maceración del micelio y esporas de *V. lecanii* y *V. leptobactrum* inhibieron parcialmente la germinación de las uredosporas de *H. vastatrix*.

Una especie de *Verticillium* inhibió el crecimiento de esporas de *H. vastatrix*, por medio de secreciones extracelulares en medio de agua.

Esporas de *H. vastatrix* fueron suspendidas en agua destilada e incubadas con un inóculo de *Verticillium sp.* El hiperparásito se desarrolló muy bien sobre las esporas de la roya durante los dos primeros días, después de dos semanas se encontraron pocas esporas de *H. vastatrix* capaces de observar al colorante azul de lactofenol. En algunos casos parece que las paredes de las uredosporas no fueron afectadas (Leal y Villanueva 1962).

Lim y Nik (1983), reportan que el micoparásito *V. psalliotae* se desarrolló bien entre las rugosidades de la superficie de las uredosporas de roya, además creció dentro de las uredosporas vivas de roya, y las esporas infectadas eventualmente perdieron su citoplasma, exceptuando cuerpos grasos, y se volvieron no viables. Además se observó que no hubo penetración de tubos germinales de *H. vastatrix* o de micelio.

Vélez (1989) observó que crecimiento micelial de *V. lecanii* cultivado en medio de Papa-Dextrosa-Agar afectan la lesión y la germinación de uredosporas de *H. vastatrix*.

Como se ha observado de acuerdo con estos resultados la actividad de *Verticillium sp.* sobre la roya del café radica en su efecto como inhibidor

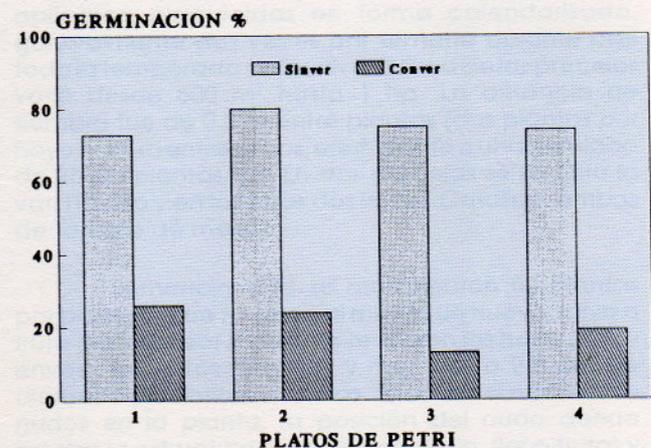


Fig. 4. Efecto de *Verticillium sp.* sobre la germinación de uredosporas de *H. vastatrix*.

de la germinación de las uredosporas, y en el poder que tiene de hiperparasitar pústulas de roya establecidas.

Contrario a lo observado en el campo, donde la incidencia del hiperparásito fue estable en el tiempo, en invernadero la incidencia del hiperparásito aumentó durante los primeros 10 días. Esto se explica, por las limitaciones ambientales que se presentaron durante el estudio. En cambio en el invernadero se presentaron menos factores limitantes para el desarrollo del hiperparásito.

La actividad hiperparasítica de *Verticillium sp.* sobre la roya del café, resulta en una reducción de inóculo para los ciclos posteriores. Es decir, que una alta incidencia de *Verticillium sp.* en un ciclo, causa una menor disponibilidad de inóculo de roya para el ciclo subsiguiente. Esto se debe a la capacidad que tiene *Verticillium sp.* para inhibir la germinación de las esporas de la roya, y afectar su viabilidad al causar la ruptura y pérdida del citoplasma de las esporas.

CONCLUSIONES

Se observó un hiperparasitismo efectivo, al aplicar *Verticillium sp.* en condiciones de invernadero sobre pústulas esporulantes de roya. En algunos casos la incidencia alcanzó hasta 80%.

Verticillium sp. afectó la germinación de uredosporas de roya en condiciones de laboratorio, inhibiendo en un 80% el desarrollo de tubos germinativos.

Verticillium sp. se puede obtener en el campo y se puede producir artificialmente, lo cual facilitaría estudios posteriores de campo.

RECOMENDACIONES

- Evaluar diferentes concentraciones de *Verticillium sp.* para seleccionarlos de mejor comportamiento como hiperparásitos, con mayores niveles de enfermedad que los encontrados en el presente experimento.
- La búsqueda de cepas de *Verticillium sp.* con alto valor como agente de control de la roya del café, debe basarse en las buenas propiedades del hongo, por su alta capacidad hiperparasítica, adaptabilidad y ambiente, así como el valioso efecto que éste tiene sobre la germinación de las uredosporas.

BIBLIOGRAFIA

- CARRION, G. 1988. Estudios sobre Control Biológico de la roya del café por *Verticillium lecanii* en México. *Micología Neotropical Aplicada* 1:79-86.
- ESKES, A.B.; MENDES, M.D.L.; ROBBS, C.F.; Gams, W. (EMBRAPA/CNPDA, CEP 13820-Jaguariuna, SP). 1987. Studies on the hiperparasitism of *Hemileia vastatrix* by *Verticillium spp.* In Congreso Paulista de Fitopatología, 10ª, Piracicaba S.P. febrero 1987. Resúmenes. Piracicaba, Grupo Paulista de Fitopatología.
- HERNANDEZ T., T. y MONTOYA, R. 1987. Epidemiología Cuantitativa y Su Aplicación al Análisis de Algunas Enfermedades de Cultivos Tropicales. Lima, Perú. Escuela de sanidad vegetal, IICA.
- LEAL, J.A.; VILLANUEVA, J.R. 1962. Actividad fungilítica de especies de *Verticillium*. *Science*. 136(5317):715-716.
- LEGUZAMON C., J.E.; VELEZ A., P.E. 1988. Efecto de extractos de *Verticillium lecanii* sobre la roya del café *Hemileia vastatrix* Berk y Br. In Congreso ASCOLFI 9º, Pasto, Colombia, Junio 22-24. 1988. Resúmenes p. 68 esp.
- LIM, T.K. y NIK, W.Z. 1983. Mycoparasitism of the coffee rust pathogen (*Hemileia vastatrix*, by *Verticillium psalliotae* in Malaysia. *Pertanika*, Malasia 6(2):23-25.
- VELEZ, P.E. 1988. Estudio macro y microscópico del efecto de *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viegas sobre *Hemileia vastatrix* Berk y Br., agente causal de la roya del café. In X congreso ASCOLFI; V Reunión ALF; XXX Reunión Anual APS-CD. Cali Colombia, 10-14 Jul. 1989.

DISTRIBUCION DE LOS ESTADOS INMADUROS Y EL DAÑO DE *Heliothis zea* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EN LA PLANTA DE TOMATE, EN COSTA RICA*

Felix P. Evo**
Luko Hilje***

RESUMEN

Se estudió la distribución de huevos, larvas y frutos dañados por *Heliothis zea* (Boddie), dentro de la planta de tomate, durante la estación seca de 1992, en Grecia, la principal zona productora de tomate de mesa en Costa Rica. Estos datos se complementaron con observaciones en el invernadero. Los mayores valores para las tres variables se presentaron en los estratos superior y medio, donde se concentra mayor cantidad de flores y frutos pequeños. Hubo mayor número de huevos en el follaje y de larvas en los frutos. Las larvas pueden afectar por igual a frutos pequeños y grandes, lo cual depende de la posición de éstos dentro de la planta, de la abundancia relativa en cada estrato, según su tamaño, así como de la edad y movilidad de las larvas.

INTRODUCCION

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es una de las hortalizas de mayor importancia en América Central. Históricamente, sus principales plagas han sido los gusanos del fruto, un complejo de la familia Noctuidae formado por *Heliothis* spp. y *Spodoptera* spp. (CATIE 1990). Ellos disminuyen el rendimiento en 10% en Panamá y Costa Rica, y en 20-40% en Guatemala. Su combate mediante insecticidas representa el 20-30% de los costos de producción invertidos en el combate de plagas (CATIE 1990).

En la principal zona productora de tomate de Costa Rica, el Valle Central Occidental, *Heliothis zea* (Boddie) es la especie más importante del complejo (Evo y Hilje 1993). En dicha región actualmente se desarrollan trabajos de validación de tecnologías de manejo integrado de plagas (MIP) en fincas de agricultores, que incluyen umbrales de acción para esta plaga (Calvo *et al.* 1993). Para la utilización de umbrales, se requieren métodos de muestreo confiables, y éstos dependen de la distribución de la plaga dentro de las parcelas y las plantas.

La distribución de las formas inmaduras y de frutos dañados por *H. zea*, dentro de la planta, ha sido estudiada en el tomate en latitudes templadas (Alvarado-Rodríguez *et al.* 1982, Snodderly y Lambdin

ABSTRACT

Within-plant distribution of eggs, larvae, and fruits damaged by *Heliothis zea* (Boddie) was studied during the 1992 dry season in Grecia, the main fresh tomato growing area in Costa Rica. Field data were complemented with observations in a greenhouse. All variables showed their highest values in the upper and middle strata, where flowers and small fruits concentrate. Numbers of eggs and larvae were higher in foliage and fruits, respectively. Larvae can affect both small and large fruits, which depends on their position within the plant, their relative abundance in each stratum, according to their size, as well as on age and mobility of larvae.

1982, Burket *et al.* 1983, Zalom *et al.* 1983), pero el comportamiento del insecto podría diferir bajo condiciones tropicales. El propósito del presente trabajo fue estudiar la distribución, dentro de la planta, de las formas inmaduras y el daño de *H. zea* en tomate de mesa, en Costa Rica.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó de enero a julio de 1992, en Santa Gertrudis Norte y Bodegas, cantón de Grecia, Alajuela, Costa Rica, 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 la precipitación anual de 2196 mm.

Se trabajó en cuatro parcelas de agricultores, manejadas por ellos según sus prácticas habituales; aplicaron plaguicidas en forma calendarizada, generalmente dos veces por semana durante casi toda la temporada del cultivo. El área de las parcelas varió desde 500 m² 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 25000 plantas/ha. En dos parcelas se sembró la var. Hayslip y en las otras dos la var. Catalina, ambas de tomate de mesa.

Semanalmente se muestrearon 50 plantas por parcela, que tuvieran al menos un huevo, larva o fruto dañado por *H. zea*. Se revisaron las hojas (haz y envés), los frutos mayores y menores a 2.5 cm de diámetro y las inflorescencias. Se anotó el número de nudos en la planta, la posición del nudo donde estaba la estructura muestreada (hoja, flor o fruto) y el número de huevos o larvas, según su estado de desarrollo y la ubicación específica en la planta.

Recibido: 30/09/93. Aprobado: 08/10/93.

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

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

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

Complementariamente, en un invernadero en el CATIE, en Turrialba, se colocaron 30 plantas en pilas de cemento de 1.2 m de altura, 6 m de longitud y 1 m de ancho, cubiertas con una malla fina. Las plantas, de 75 días de edad, tenían flores y frutos menores de 2.5 cm en diámetro. Se introdujeron, por una semana, cinco parejas de *H. zea* de 3-8 días de edad; las larvas fueron criadas en una dieta artificial (Shorey y Hale 1965). Para alimentar los adultos, se colocó una solución de agua y miel en vasos plásticos con la tapa perforada, por donde se insertó un filtro de cigarrillo de 12 cm de longitud. Al retirar los adultos, se contaron los huevos depositados en las plantas, las cuales se colocaron sobre mesas, para observar diariamente los desplazamientos de las larvas.

Para ambos experimentos la planta se dividió en tres estratos: inferior, medio y superior, dependiendo del número de nudos presentes en el momento del muestreo; la estructura donde había huevos o larvas se asignó al estrato correspondiente, según el nudo donde estuviera en la fecha de muestreo. Las frecuencias observadas en cada estrato se compararon mediante una prueba de *t*, para determinar el estrato con mayor concentración de huevos, larvas o frutos dañados; con una prueba similar, se comparó el daño en relación con el tamaño de fruto en los estratos.

RESULTADOS

En el campo, las mayores cantidades de huevos y larvas se encontraron en el estrato superior de la planta (Cuadro 1). Sin embargo, las diferencias entre éste y el estrato medio no fueron significativas (huevos: $t=1.54$, $p>0.15$; larvas: $t=1.022$, $p>0.33$). Entre el superior y el inferior fueron altamente significativas (huevos: $t=5.27$, $p<0.002$; larvas: $t=4.24$, $p<0.001$), y significativas entre el medio y el inferior (huevos: $t=2.44$, $p<0.05$; larvas: $t=2.854$, $p<0.033$).

En el invernadero, las mayores cantidades de huevos y larvas se encontraron en el estrato superior (Cuadro 2). Este mostró diferencias altamente significativas con el estrato medio (huevos: $t=11.83$, $p<0.0001$; larvas: $t=25.43$, $p<0.0001$) y con el inferior (huevos: $t=12.9$, $p<0.0001$; larvas: $t=36.35$, $p<0.0001$); entre el medio y el inferior, las diferencias también fueron altamente significativas (huevos: $t=4.97$, $p<0.002$; larvas: $t=4.02$, $p<0.002$). El 95% de los huevos apareció en el follaje, y el 86% de las larvas en los frutos (Cuadro 2).

CUADRO 1. Número de huevos (H), larvas (L) y frutos dañados (FD), según su tamaño, en tres estratos de la planta, en campos de tomate, en diferentes fechas. Grecia, Alajuela. Estación seca, 1992.

sds	PN	INFERIOR			MEDIO			SUPERIOR					
		H	L	FD	H	L	FD	H	L	FD			
		a		b	a		b	a		b			
9	10	1	0	0	11	22	2	11	11	20	6	17	0
10	11	0	0	0	6	18	0	3	16	36	6	25	6
11	12	0	0	0	7	1	12	8	14	20	17	21	0
12	13	1	3	0	8	2	18	7	15	7	20	15	5
13	13	0	3	0	6	8	14	8	15	14	17	17	7
14	13	0	2	0	6	0	18	11	14	4	20	17	2
Total		2	8	0	44	41	64	48	75	101	82	109	20

sds = semanas después de la siembra; PN = promedio de nudos;
a = diámetro menor de 2.5 cm; b = diámetro mayor a 2.5 cm

CUADRO 2. Número de huevos y larvas encontrados en tres estratos de las plantas de tomate en el invernadero. CATIE, Turrialba. 1992.

ESTRATOS	No. NUDOS	No. EN FOLLAJE	No. EN FRUTOS	TOTAL
Huevos				
Inferior	0-4	18	1	19
Medio	5-8	35	3	38
Superior	9-14	92	4	96
Larvas				
Inferior	0-4	2	0	2
Medio	5-8	5	6	11
Superior	9-14	4	65	69

La cantidad de frutos dañados en el campo fue similar en los estratos superior y medio (Cuadro 1), sin que existieran diferencias significativas entre ellos ($t=1.78$, $p>0.056$). Tanto el superior ($t=10.53$, $p<0.001$) como el medio ($t=12.68$, $p<0.001$), mostraron diferencias altamente significativas con el inferior. Sin embargo, al separar los frutos en dos categorías de tamaño, estas relaciones variaron. Para los frutos de diámetro menor a 2.5 cm, el estrato superior mostró diferencias altamente significativas con el inferior ($t=10.8$, $p<0.0001$) y con el medio ($t=4.9$, $p<0.0006$), y el medio con el inferior ($t=6.6$, $p<0.0001$). Para los de diámetro mayor a 2.5 cm, el estrato medio mostró diferencias altamente significativas con el inferior ($t=6.40$, $p<0.0001$) y con el superior ($t=7.52$, $p<0.0001$), y las diferencias entre el superior y el inferior fueron significativas ($t=6.6$, $p<0.023$).

DISCUSION

Casi todos los huevos aparecieron sobre el follaje, y casi todas las larvas sobre los frutos, lo cual confirma datos previos (Alvarado-Rodríguez *et al.* 1982, Snodderly y Lambdin 1982).

Las diferencias observadas en la distribución de los huevos de *H. zea* entre estratos, tanto en el campo como el invernadero, debe obedecer a la presencia de estructuras florales (botones, flores cerradas y abiertas), que se concentra en los estratos superior y medio. Es durante la floración cuando hay mayor afluencia de adultos hacia el cultivo (Evo y Hilje 1993). Existe una fuerte relación entre la hoja de tomate seleccionada para ovipositar y la cercanía y cantidad de flores (Alvarado-Rodríguez *et al.* 1982); la hoja inmediatamente inferior a la inflorescencia más alta con flores abiertas, es el sitio favorito de oviposición (Zalom *et al.* 1983). Los huevos son colocados en la periferia del follaje, preferiblemente de la parte media de la planta hacia arriba (Snodderly y Lambdin 1982, Zalom *et al.* 1983).

El contraste entre los estratos superior y medio en los experimentos de campo e invernadero, posiblemente se debió a que, por encontrarse las plantas en un espacio reducido en el invernadero, el comportamiento de las hembras se alteró, y ovipositaron más en la parte superior.

El bajo número de huevos en el estrato inferior, tanto en el campo como el invernadero, deben obedecer a que en él hay pocas o ninguna flor y el follaje es más viejo, por lo que ofrece poco alimento para las larvas. Las larvas pueden alimentarse de follaje tierno en los primeros instares (Burket *et al.* 1983, Snodderly y Lambdin 1982). Las tendencias en la distribución de las larvas fueron análogas a las de los huevos. Su mayor presencia en los estratos medio y superior, se debe a que son los sitios de mayor oviposición y en los que se concentran las flores y frutos pequeños, que son sus alimentos preferidos. En el estrato inferior generalmente los frutos son más grandes y, además, en él se encuentran larvas de mayor tamaño, algunas próximas a empupar en el suelo.

En concordancia con la distribución de huevos y larvas, la cantidad de frutos dañados en el campo fue mayor en los estratos superior y medio. Podría ser que los frutos del estrato inferior fueran atacados más temprano, por lo que al realizar el muestreo ya hubieran caído de la planta por la lesión de la larva y la posterior invasión de patógenos, o porque el agricultor los hubiera desechado. Sin embargo, las evidencias sugieren una explicación biológica, y no artificial, de este fenómeno.

La larva de *H. zea* necesita alimentarse de varios frutos, generalmente en forma parcial, para completar su desarrollo. Por ello, muestra mucha movilidad dentro de una planta. Sin embargo, los primeros instares, muy pequeños, recorren distancias cortas para conseguir su alimento (Burket *et al.* 1983). Por haber mayor abundancia de frutos en los estratos superior y medio, las larvas tenderán a incrementar su daño ahí.

Los frutos verdes de diámetro menor a 2.5 cm son dañados tempranamente, pues por lo general están asociados con flores, que atraen a las hembras para ovipositar (Wilson *et al.* 1983). De los frutos dañados, los de diámetro menor a 2.5 cm predominaron en el estrato superior, mientras que los de diámetro mayor de 2.5 cm estuvieron mejor representados en el estrato medio e incluso en el inferior (Cuadro 1). Esto demuestra que el daño, que puede afectar por igual a frutos pequeños y grandes, depende de la posición de los frutos dentro de la planta, de su abundancia relativa en cada estrato, así como de la edad y movilidad de la larva.

Para el manejo integrado de *H. zea*, los umbrales de acción deben ser preventivos, basados en el recuento de huevos y larvas recién emergidas, y de frutos pequeños, menores de 2.5 cm en diámetro (University of California 1990). Los resultados de este trabajo confirman que los muestreos deben realizarse en los estratos superiores de la planta y sustentan los avances logrados en la aplicación de los umbrales de acción generados en California (University of California 1990), validados con éxito en Guatemala (CATIE 1990) y Costa Rica (Calvo *et al.* 1993).

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

- ALVARADO-RODRIGUEZ, B.; LEIGH, T.F.; LANGE, W.H. 1982. Oviposition site preference by the tomato fruitworm (Lepidoptera: Noctuidae) on tomato, with notes on plant phenology. *J. Econ. Entomol.* 75(5):895-898.
- BURKET, G.R.; SCHNEIDER, J.C.; DAVIS, F.M. 1983. Behavior of the tomato fruitworm, *Heliothis zea* (Boddie) on tomato. *Environ. Entomol.* 12:905-910.
- CALVO, G.; BARRANTES, L.; HILJE, L.; SEGURA, L.; RAMIREZ, O.; KOPPER, N.; RAMIREZ, A.; CAMPOS, J.L. 1993. Un esquema comprensivo y funcional para el manejo integrado de plagas del tomate en Costa Rica. In L. Hilje (comp.). *Lecturas sobre manejo integrado de plagas*. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No.... Colección Temas de Fitoprotección para Extensionistas. (En prensa).
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de tomate. Serie Técnica. Informe Técnico No. 151. 138 p.
- EVO, F.P. 1992. Importancia del género *Heliothis* dentro del complejo de gusanos del fruto, distribución del daño en la planta de tomate y la evaluación de la asociación tomate-frijol como una opción de manejo. *Tesis Mag. Sc. Turrialba* (Costa Rica). CATIE. 125 p.
- _____; HILJE, L. 1993. Importancia del género *Heliothis* (Lepidoptera: Noctuidae) dentro del complejo de gusanos del fruto del tomate en Grecia, Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas* (Costa Rica) 27:35-41.
- 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.
- SNODDERLY, L.J.; LAMBDIN, P.L. 1982. Oviposition and feeding sites of *Heliothis zea* on tomato. *Environ. Entomol.* 11:513-515.
- 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. Publication 3274. 105 p.
- WILSON, L.T.; ZALOM, F.G.; SMITH, R.; HOFFMAN, M.P. 1983. Monitoring for fruit damage in processing tomatoes: Use of a dynamic sequential sampling plan. *Environ. Entomol.* 12:835-839.
- ZALOM, F.G.; WILSON, L.T.; SMITH, R. 1983. Patterns of oviposition by several lepidopterous pests of processing tomatoes in California. *Environ. Entomol.* 12:133-137.

ACTIVIDAD DIARIA DE LOS ADULTOS DE *Bemisia tabaci* (Gennadius) EN EL TOMATE Y HOSPEDANTES ALTERNOS DEL INSECTO

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

ABSTRACT

Daily patterns of activity of adult *Bemisia tabaci* were studied. Numbers present on the leaf sampled ("key" leaf), as well as those mating, showed an increasing tendency throughout the day. The highest flight activity was observed between 06:30-08:30 h and 15:30-17:30 h, with a minimum between 10:30-13:30 h. Movements towards and away from the tomato plot were influenced by wind direction and speed, as well as by the presence of high adult densities in neighboring fields. Thirty two host plant species, both cultivated and wild, for the Grecia region of Costa Rica are reported.

INTRODUCCION

Existen más de 1150 especies de moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) (Bink-Moenen y Mound 1990). De ellas, *Bemisia tabaci* (Gennadius) es la más importante. Aunque fue descrita en 1889, asociada con el tabaco en Grecia (Horowitz 1986) y reportada en 1905 en la India (Byrne *et al.* 1990), posteriormente se le halló distribuida principalmente en regiones tropicales y subtropicales (Bink-Moenen y Mound 1990). En América Central fue informada en 1961, en El Salvador, como plaga en el algodón, y después en otros países (Kraemer 1966).

Sin embargo, desde 1986, debido a la combinación de varios factores, se convirtió en grave problema de carácter regional (Hilje y Arboleda 1993). Es un insecto polífago, con más de 400 especies de hospedantes (Onillon 1990), con alta tasa de incremento poblacional, gran habilidad como vector de geminivirus y capaz de desarrollar biotipos con relativa facilidad (Byrne *et al.* 1990, Brown y Bird 1992). Asimismo, la protección que le da su ubicación en el envés de la hoja, y su gran movilidad y hábitos migratorios, contribuyen a su eficacia para diseminar virus en algunos cultivos (Shute y Bruno 1976, Cohen 1990, Salguero 1993). Es posible que la situación actual en América Central obedezca a la presencia de un nuevo biotipo, denominado tentativamente "B" (Brown 1993).

Recibido: 23/03/93. Aprobado: 08/10/93.

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

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

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

RESUMEN

Se estudió la actividad diaria de los adultos de *Bemisia tabaci* en el cultivo de tomate, de las 05:30 a las 17:30 h. Se determinó que el número de adultos en la hoja muestreada (hoja "clave") tuvo una tendencia general ascendente durante el día, así como la cantidad de adultos en posición de apareamiento. La mayor actividad de vuelo se observó entre las 06:30-08:30 h y entre las 15:30-17:30 h, con un mínimo entre las 10:30-13:30 h. Los desplazamientos hacia dentro o fuera de la parcela fueron influenciados por la dirección y velocidad del viento, y por las altas densidades de adultos en campos cercanos. Se reportan 32 especies de plantas hospedantes, tanto cultivadas como silvestres, para la zona de Grecia, Costa Rica.

El propósito de este estudio fue determinar las horas de actividad y cópula de *B. tabaci* durante el día, así como la elaboración de una lista de hospedantes de este insecto para la zona de Grecia, Costa Rica, dada la necesidad de generar información biológica para manejar el problema.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó de enero a mayo de 1992 en Grecia, Alajuela, Costa Rica, en la zona de vida de bosque húmedo premontano (Tosi 1969). La altitud es de 1000 m, temperatura promedio anual de 23°C y precipitación anual de 2196 mm.

Evaluación de la actividad diaria. Las observaciones se efectuaron en una parcela comercial de 500 m², en la localidad de Tacares, Grecia, donde se validaba un esquema de manejo integrado de plagas (MIP) en tomate, del Proyecto MAG-CATIE. Esta parcela MIP era manejada utilizando umbrales de acción contra varias plagas, con un fuerte componente de medidas no químicas para su manejo.

Se efectuaron recuentos de adultos cada hora, desde las 05:30 hasta las 17:30 h, en el envés de la hoja ubicada debajo de la inflorescencia más alta con, al menos, una flor abierta (hoja "clave"). El muestreo se hizo sistemáticamente cada 12 pasos (unos 12 m), hasta totalizar 20 plantas. Se anotaron también los individuos que se encontraban en actividades precopulatorias (macho y hembra colocados paralelamente). En forma simultánea se registró la temperatura, mediante un termómetro manual.

Se hicieron recuentos cada hora, de los adultos que ingresaban o salían de la parcela, para lo cual se colocaron tarjetas amarillas de 15 x 10 cm, impregnadas con grasa Pennzoil 707L, a una altura de 0.75 m del suelo, y en los cuatro puntos cardinales alrededor de la parcela. Las tarjetas estaban orientadas tanto hacia la parcela como hacia el exterior. Con la misma periodicidad, cada hora, se efectuó la captura y recuento de los adultos que volaban entre los surcos de la parcela. Para ello se pasó en medio de los surcos (en donde se hacía el recuento de adultos en hojas) una tarjeta amarilla de 20 x 15 cm, también impregnada con grasa. Se transitó a paso normal a lo largo de cinco surcos, procurando mantener la tarjeta a 20 cm del suelo en posición oblicua.

Identificación de plantas hospedantes. En Tacares y Santa Gertrudis, se recolectaron de manera aleatoria plantas (cultivos, arbustos y árboles) donde se encontraban adultos y ninfas de *B. tabaci*, las cuales se identificaron con la ayuda de taxónomos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Adultos en reposo. La cantidad de adultos en el follaje varió según la fecha de los muestreos (Cuadro 1), debido a que algunas veces se efectuaron posteriormente a la aplicación de insecticidas, como sucedió en el 1o. y 5o. muestreos, cuando las densidades fueron relativamente bajas; el 3er. muestreo se hizo a más de una semana de la aplicación, y se observaron hasta 196 adultos en una hoja. En general, aún en los muestreos con cifras bajas, éstas se pueden considerar como altas para la zona de estudio (Calvo *et al.* 1992, Arias y Hilje 1993).

No existió relación entre el número de adultos en reposo y la temperatura ($n=65$, $r=0.089$, $p>0.05$); por ejemplo, para el 30-4-92, con la misma temperatura a las 07:30 y 17:30, la cantidad de adultos fue casi del doble por la tarde (Cuadro 1).

Más bien, la tendencia general fue el aumentar de los adultos posados, al transcurrir el día (Fig. 1); la disminución observada a las 16:30 h se debió al peso específico del 3er. muestreo, ya que a esa hora hubo una llovizna que redujo los números (Cuadro 1). Sin embargo, se desconoce el mecanismo mediante el cual esto sucede.

El aumento de adultos probablemente no se debió a insectos provenientes de los alrededores, pues aunque entre las 8:30-14:30 h hubo disminución perceptible en la actividad de desplazamientos (Fig. 4), los números de adultos en las plantas no cesaron de incrementarse (Fig. 1). Es posible, más bien, que haya movimientos dentro de la misma planta. Es decir, probablemente los adultos se desplazaron hacia la hoja muestreada (ubicada en el estrato superior), provenientes de los estratos inferiores, debido quizás al aumento en la humedad relativa cerca del suelo; esto sería originado por la evaporación del agua de riego por gravedad, que se incrementa al aumentar la temperatura durante el día.

La tendencia detectada en este estudio concuerda parcialmente con Musuna (1986), quien observó mayor cantidad de adultos en algodón a las 9:00-12:00 h que a las 5:30-6:30 h. No obstante, dicho autor no hizo observaciones en horas posteriores.

La actividad precopulatoria de *B. tabaci* presentó gran variabilidad (Cuadro 2), debido a los marcados contrastes en el número de parejas entre las fechas de muestreo. Esta mostró una correlación muy alta ($r=0.89$, $p<0.0001$) con la cantidad de adultos presentes en el follaje, tanto que incluso se observó el descenso de las 16:30 h, previamente mencionado (Figs. 1, 2). Esto difiere de Butler *et al.* (1986), quienes observaron mayor actividad precopulatoria por la mañana, en algodón y bajo condiciones de invernadero. No obstante, según Li *et al.* (1989), los machos de *B. tabaci* tienden a moverse activamente en forma aleatoria sobre la superficie de las hojas y aparentemente detectan la presencia

CUADRO 1. Número total de adultos en reposo, en 20 plantas, a diferentes horas, y su relación con la temperatura. Tacares, Grecia. Estación seca, 1992.

HORA	FECHAS										\bar{X}
	24-4-92		28-4-92		30-4-92		2-5-92		6-5-92		
	°C	Nº	°C	Nº	°C	Nº	°C	Nº	°C	Nº	
05:30	17.5	50	19.6	85	18.9	784	18.2	82	19.6	34	207
06:30	20.3	55	22.0	125	21.3	783	19.7	100	22.1	37	220
07:30	24.5	52	23.4	139	23.1	786	22.5	93	24.1	39	221.8
08:30	26.8	59	25.5	170	24.5	794	25.2	96	26.2	50	233.8
09:30	28.9	58	28.7	244	27.3	818	27.1	125	27.8	67	262.4
10:30	29.6	59	27.9	261	27.6	975	28.2	112	28.7	73	296
11:30	30.5	61	27.8	265	28.0	937	29.0	116	27.7	78	291.4
12:30	31.4	63	26.7	252	28.4	948	29.5	143	27.5	81	297.4
13:30	31.5	66	26.4	236	27.0	1012	29.9	149	27.4	85	309.6
14:30	30.8	74	26.2	260	25.6	1089	29.1	141	26.5	91	331
15:30	28.6	83	24.8	197	23.9	1191	26.1	176	25.6	102	349.8
16:30	27.8	103	26.6	244	24.5	916	25.1	136	24.1	93	298.4
17:30	25.0	132	24.4	247	23.1	1315	24.4	147	23.3	159	400

Salida del sol* 05:23 05:21 05:19 05:18 05:17

* Fuente: Diario La Nación, Costa Rica.

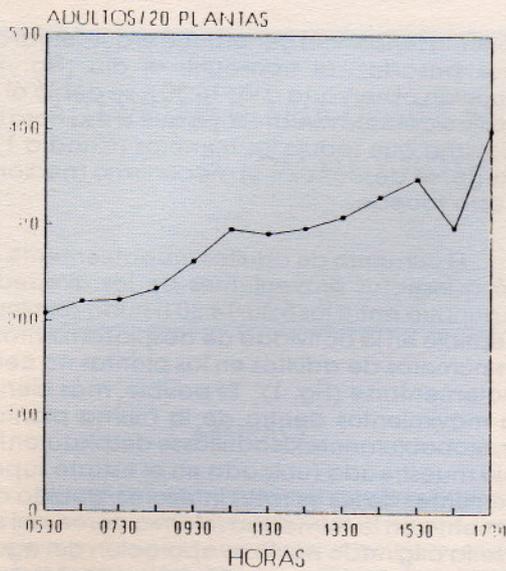


Fig. 1. Número promedio, para todos los muestreos, de adultos de *B. tabaci* en reposo, según la hora. Tacares, Grecia. Estación seca, 1992.

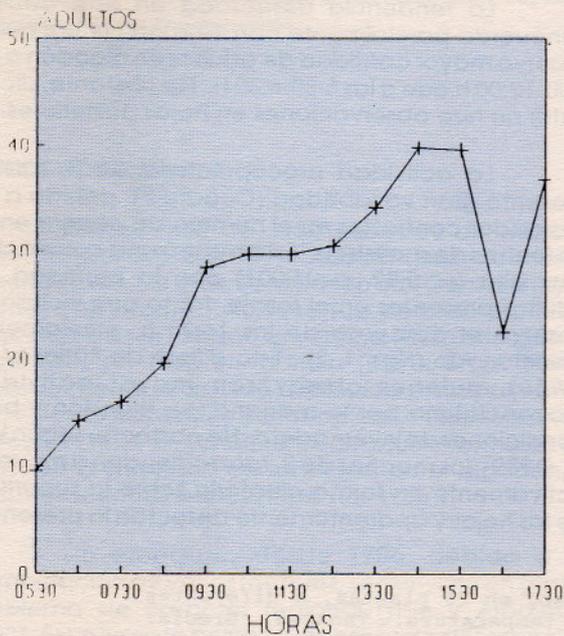


Fig. 2. Número promedio, para todos los muestreos, de parejas en precópula de *B. tabaci*, según la hora. Tacares, Grecia. Estación seca, 1992.

CUADRO 2. Número promedio, para las cinco fechas de muestreo, de parejas en posición precopulatoria y de adultos en vuelo capturados con trampas amarillas móviles. Tacares, Grecia. Estación seca, 1992.

HORA	No. PAREJAS			No. EN VUELO		
	\bar{X}	D.E.	C.V. (%)	\bar{X}	D.E.	C.V. (%)
05:30	9.60	21.47	223.61	3.60	1.32	82.40
06:30	14.20	30.10	211.99	13.40	9.99	74.55
07:30	16.00	32.46	202.86	11.20	6.30	56.26
08:30	19.60	36.34	185.39	9.40	4.39	46.74
09:30	28.60	44.87	156.89	4.00	2.24	55.90
10:30	29.80	45.77	153.58	2.20	1.30	59.27
11:30	29.80	43.03	144.40	1.20	0.84	69.72
12:30	30.60	46.05	150.50	2.00	2.00	100.00
13:30	34.20	52.39	153.19	3.20	3.56	111.37
14:30	39.80	63.14	158.63	3.80	2.59	68.12
15:30	39.60	60.33	152.34	8.00	6.16	77.06
16:30	22.60	30.03	132.87	10.20	3.96	38.85
17:30	36.80	60.54	164.50	7.80	2.68	34.40

de la hembra cuando se hallan a sólo 2-3 mm de ella. Esto implica que cuando la densidad de adultos es mayor, los encuentros entre sexos son más probables, lo que explicaría el patrón de actividad precopulatoria observado.

Vuelo. La mayor actividad de vuelo se observó entre las 6:30-8:30 h y entre las 15:30-17:30 h, con una notoria reducción entre las 10:30-13:30 (Cuadro 2, Fig. 3). Aunque Musuna (1986) y Bellows *et al.* (1986) observaron mayor actividad hacia el mediodía, otros autores la detectaron durante la mañana, entre las 6:00-12:00 h (Gerling y Horowitz 1984, Shute y Bruno 1986, Byrne y Bellows 1991), con escasa actividad antes de las 6:00 h.

La actividad mostró una relación inversa, altamente significativa, con la temperatura ($n=65, Y=26.83-0.8X, p<0.0001$), lo cual contrasta con Bellows *et al.* (1988), quienes encontraron que la cantidad de adultos capturados (en trampas fijas dentro de la parcela) aumentó al incrementarse la temperatura, debido a la mayor actividad de los adultos. Sin embargo, la regresión obtenida podría ser ficticia, dado que entre las 10:30-13:30 h siempre hubo vientos fuertes (a horas de muy altas temperaturas) que podrían haber disuadido a los adultos de volar. No obstante, la rigurosidad climática también podría afectar el comportamiento de los adultos; en Grecia, la variación térmica diaria rara vez excedió los 10°C, mientras que en el Valle Imperial, California, hubo diferencias de hasta 20°C, con un intervalo de 7-50°C según la época del año.

Ninguno de los autores menciona la existencia de actividad importante en horas cercanas al crepúsculo, como se detectó en esta investigación. Aunque no se realizaron muestreos después de las 17:45 h, no parece existir actividad nocturna (Bellows *et al.* 1988), lo cual hace suponer que los adultos permanecen sobre la planta. Sin embargo, posiblemente algunos pernoctan fuera de la parcela, puesto que cerca del crepúsculo hubo emigración (Fig. 4).

Es posible que las discrepancias con estos y otros autores obedezcan a diferencias en los métodos de captura, intervalos de muestreo, localidades, cultivos, densidad poblacional e, incluso, biotipos de *B. tabaci*.

Desplazamientos. La cantidad de adultos capturados en las trampas amarillas fijas en los cuatro puntos cardinales, varió entre las fechas de muestreo, y no mostró un patrón definido de ingreso o salida de la parcela (Fig. 4). Los recuentos más bajos aparecieron a las 9:45-12:45, lo cual coincidió con el período de menor actividad de vuelo y con los vientos fuertes (Fig. 3).

Sin embargo, al considerar el total de cada punto cardinal, sobresalen ciertos aspectos (Cuadro 3). Del lado N, la inmigración fue mayor que la emigración, puesto que a unos 500 m al NE, había una parcela grande de chile dulce con densidades altas de ninfas y adultos de *B. tabaci*. Es lógico suponer que la mayoría de los adultos provenían de este campo, ya en estado de cosecha, lo que quizá los forzaba a emigrar. La dirección predominante del viento era de NE a SO, y *B. tabaci* es transportada principalmente en forma pasiva por el viento (van Lenteren y Noldus 1990), por lo que sería menos común que se desplazaran en sentido inverso, y tampoco había hospedantes cercanos en este sector. Este argumento también explicaría que la inmigración del lado E de la parcela fuera mayor que la emigración.

Además, la mayor actividad migratoria (superior al 30%) se observó al oeste de la parcela (Cuadro 3), donde al lado contiguo había un campo de vainica; sin embargo, la emigración fue superior a la inmigración, debido quizás también a la dirección del viento. Al sur la emigración superó a la inmigración, quizás debido a la presencia de una parcela de tomate en este costado.

Estos datos confirman la importancia, no sólo del viento, en el desplazamiento de este insecto (Shute y Bruno 1976, Salguero 1993), sino también de la cercanía de otros hospedantes.

Hospedantes identificados. El ámbito de hospedantes de *B. tabaci* comprendió 32 especies, incluyendo cultivos, malezas, arbustos y plantas ornamentales (Cuadro 4). Solamente en el 28% de éstos se hallaron ninfas, lo cual se debe posiblemente a que el muestreo no fue exhaustivo o que el insecto no se multiplica en ellos.

La mayoría de esos hospedantes ya había sido reportada en otros países (Link *et al.* 1979, Naresh y Nene 1980) o en Costa Rica (Asiático 1991). El arbusto *A. arborescens*, debido a su gran abundancia en la zona y la densidad de su follaje, permite al insecto refugiarse y desarrollarse, por lo que es uno de los principales hospedantes; se desconoce, sin embargo, si permite la reproducción del virus que afecta al tomate.

En el tomate se observaron ninfas cuando el cultivo estaba senescente, y pocos adultos en comparación con los muestreos previos. Hilje *et al.*

CUADRO 3. Número de adultos que ingresan o salen de la parcela, para todos los muestreos, capturados con trampas colocadas alrededor de ésta. Tacares, Grecia. Estación seca, 1992.

PUNTO CARDINAL	ACTIVIDAD MIGRATORIA			
	Ingresan		Salen	
	No	%	No	%
Norte	102	23.4	49	10.8
Sur	87	20.0	146	32.0
Este	114	26.1	98	21.5
Oeste	133	30.5	163	35.7
Total	436	100.0	456	100.0

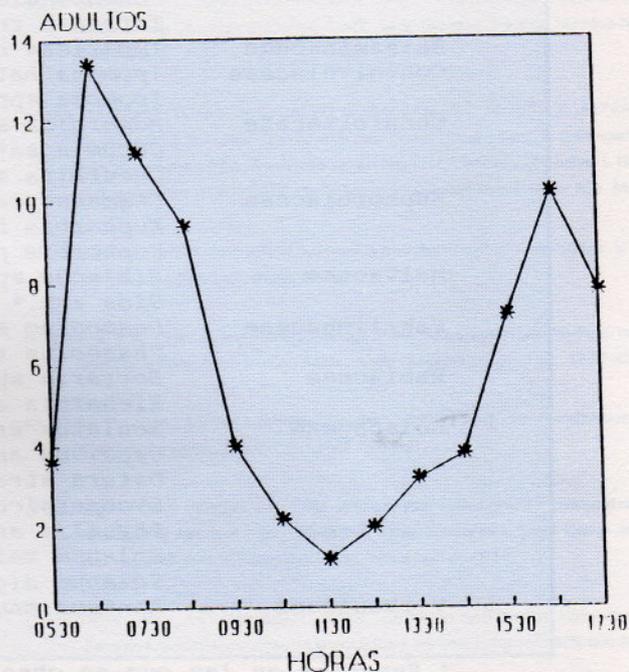


Fig. 3. Número promedio, para todos los muestreos, de adultos de *B. tabaci* en vuelo, según la hora. Tacares, Grecia. Estación seca, 1992.

(1993) indican que la disminución en el número de adultos se podría explicar por dos factores. Por una parte, porque las plantas sazonas (especialmente en variedades determinadas como Hayslip) resulten poco atractivas. Por la otra, porque el reclutamiento de adultos disminuya y coincida con la mortalidad por senectud, de los que llegaron primero a la parcela, debido a que no existe reemplazo *in situ*, ya que la multiplicación en el tomate es prácticamente nula.

Sin embargo, en la parcela de Tacares se observaron huevos y ninfas, lo que podría deberse a una gran presión de población en los alrededores, que obliga a *B. tabaci* a multiplicarse en plantas sazonas. Además, en ese período el productor ya no aplicaba insecticidas, lo que quizá favoreció la multiplicación del insecto. Esto sugiere que es necesario destruir los rastros y eliminar otras plantas hospedantes, o combatir la plaga en éstos, para evitar que alcance niveles poblacionales mayores y pueda afectar más seriamente las próximas cosechas.

Aunque en América Central *B. tabaci* antes no se podía multiplicar en el tomate (CATIE 1990), este es el primer registro positivo en Costa Rica, ya había sido reportado en Guatemala (Víctor Salguero 1992, CATIE, com. pers.) y Nicaragua (Falguni Guharay 1991, CATIE, com. pers.). En realidad, podría tratarse de un nuevo biotipo para la región, como el denominado "B" (Brown 1993), lo que representaría problemas aún mayores, no sólo para cultivos como crucíferas y cítricos, sino para el tomate mismo. En este caso, al grave daño por la transmisión de virus se sumaría el daño directo, que consiste tanto en la extracción profusa de savia, como en la inducción de alteraciones fitotóxicas, como es la maduración dispereja de los frutos (Brown 1993).

AGRADECIMIENTOS

Al Gobierno de Holanda, que financió los estudios del primer autor en el Programa de Postgrado del CATIE. Al Convenio Costarricense-Alemán de Sanidad Vegetal, 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.

LITERATURA CITADA

- ARIAS, R.; HILJE, L. 1993. Uso del frijol como cultivo trampa y de un aceite agrícola para disminuir la incidencia de virosis transmitida por *Bemisia tabaci* (Gennadius) en el tomate. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica). No.27:27-34.
- ASIATICO, J.M. 1991. Control de *Bemisia tabaci* (Gennadius) en tomate con insecticidas biológicos, botánicos y químicos. Tesis Mag.Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 77 p.
- BELLOWS, T.; PERRING, T.; ARAKAWA, K.; FARRAR, C. 1988. Patterns in diel flight activity of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in cropping systems in Southern California. Environ. Entomol. 17(2):225-228.
- BINK-MOENEN, R.; MOUND, L.A. 1990. Whiteflies: Diversity, biosystematics and evolutionary patterns. In *Whiteflies: Their bionomics, pest status and management*. D. Gerling (Ed.). U.K., Intercept. p. 1-11.
- BROWN, J.K. 1993. Evaluación crítica sobre los biotipos de mosca blanca en América, de 1989 a 1992. In *Las moscas blancas* (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. L. Hilje y O. Arboleda (Eds.). CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 205. 66 p.
- BROWN, J.K.; BIRD, J. 1992. Whitefly-transmitted geminiviruses and associated disorders in the Americas and the Caribbean Basin. Plant Dis. 76(3):220-225.
- BUTLER, G.D.; HENNEBERRY, T.J.; WILSON, F. 1986. *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on cotton: Adult activity and cultivar position preference. J. Econ. Entomol. 79(2):350-354.
- BYRNE, D.; BELLOWS, T. 1991. Whitefly biology. Annu. Rev. Entomol. 36:431-457.
- BYRNE, D.; BELLOWS, T.; PARELLA, M. 1990. Whiteflies in agricultural systems. In *Whiteflies: Their bionomics, pest status and management*. D. Gerling (Ed.). U.K., Intercept. p. 227-261.
- 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.
- CATIE. 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de tomate. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 151. 138 p.
- COHEN, S. 1990. Epidemiology of whitefly-transmitted viruses. In *Whiteflies: Their bionomics, pest status and management*. D. Gerling (Ed.). G.B., Intercept. p. 227-261.
- GERLING, D.; HOROWITZ, A.R.; BAUMGAERTNER, J. 1986. Autoecology of *Bemisia tabaci*. Agric. Ecosystems Environ. 17:5-19.
- HILJE, L.; ARBOLEDA, O. (Eds.). 1993. Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 205. 66 p.
- HILJE, L.; LASTRA, R.; ZOEIBISCH, T.; CALVO, G.; BARRANTES, L.; SEGURA, H.; ALPZAR, 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.). CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 205. 66 p.
- HILL, D.S. 1975. Agricultural pests of the tropics and their control. Cambridge, U.K., Cambridge University Press. 516 p.
- HOROWITZ, A.R. 1986. Population dynamics of *Bemisia tabaci* (Gennadius): with special emphasis on cotton fields. Agric. Ecosystems Environ. 17:37-47.
- KRAEMER, P. 1966. Serious increase of cotton whitefly and virus transmission in Central America. J. Econ. Entomol. 59:15-31.
- LENTEREN, J.C. VAN; NOLDUS, L.P. 1990. Whitefly-plant relations: Behavioural and ecological aspects. In *Whiteflies: Their bionomics, pest status and management*. D. Gerling (Ed.). U.K., Intercept. p. 47-89.
- LI, TZU-YIN; VINSON, S.B.; GERLING, D. 1989. Courtship and mating behavior of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). Environ. Entomol. 18(5):800-806.
- LINK, D.; ALVAREZ FILHO, A.; CONCATTO, L.C. 1979. Plantas hospederas da mosca branca *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae), em Santa Maria, RS. Revista do Centro de Ciências Rurais (Brasil) 9(1):55-59.
- MUSUNA, A.C. 1986. A method for monitoring whitefly, *Bemisia tabaci* (Genn.), in cotton in Zimbabwe. Agric. Ecosystems Environ. 17:29-35.
- NARESH, J.; NENE, Y.L. 1980. Host range, host preference for oviposition and development and the dispersal of *Bemisia tabaci* Gennadius, a vector of several plant viruses. Indian J. Agric. Sci. 50(8): 620-623.
- ONILLON, J.C. 1990. The use of natural enemies for the biological control of whiteflies. In *Whiteflies: Their bionomics, pest status and management*. D. Gerling (Ed.). U.K., Intercept. p. 287-313.
- SALGUERO, V. 1993. Perspectivas para el manejo del complejo mosca blanca-virosis. In *Las moscas blancas* (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. L. Hilje y O. Arboleda (Eds.). CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 205. 66 p.
- SHUTE, F.; BRUNO, G.O. 1976. Migración de los insectos en el cultivo del algodón. SIADES (El Salvador). 5(1):2-11.
- TOSI, J.A. 1969. Mapa ecológico de la República de Costa Rica, según la clasificación de zonas de vida del mundo de L.R. Holdridge. San José, Costa Rica. Centro Científico Tropical.

ESTABLECIMIENTO Y ADAPTACION DE COBERTURAS VIVAS EN EL CULTIVO DE CAFE*

Rosa María Vallejos **
Ramiro de la Cruz ***
Arnoldo Merayo ***

ABSTRACT

A field study to determine the establishment capacity and adaptation of three cover crops in coffee was conducted, at CATIE, Turrialba, Costa Rica, from December 1991 to July 1992. *Desmodium ovalifolium*, *Arachis pintoi*, and *Zebrina* spp. covers were planted six months after transplanting the coffee. *D. ovalifolium* and *A. pintoi* showed 100% and 80% cover establishment capacity at 150 days after planting, respectively, while *Zebrina* spp., only reached 60%. *A. pintoi*, for its low height and dense stolon cover, showed to be the most promising species as cover crop in recently transplanted coffee.

RESUMEN

Se realizó un estudio para conocer la capacidad de establecimiento y la adaptación de coberturas en el cultivo de café, en el CATIE, Turrialba, Costa Rica, de diciembre 1991 a julio 1992. *Desmodium ovalifolium*, *Arachis pintoi* y *Zebrina* spp. se sembraron en un cultivo de café de seis meses de trasplantado. Las dos primeras presentaron 100% y 80% de capacidad de establecimiento como cobertura a los 150 dds respectivamente, mientras que *Zebrina* spp. solo alcanzó un 60%. *A. pintoi* por su baja altura y su densa capa de estolones mostró buenas características como cobertura en cultivos de café recién trasplantados.

INTRODUCCION

El uso de las coberturas vivas en los cultivos agrícolas se ha generalizado por sus beneficios en el manejo de plantas indeseables, el control de erosión y la adición de materia orgánica.

Chee (1981) menciona que cuando se trabaja con leguminosas de cobertura se deben tener en cuenta los siguientes problemas: 1) alto costo de establecimiento y mantenimiento; 2) baja calidad y viabilidad de la semilla de muchas especies; 3) pocos países producen semilla de leguminosas, comercialmente, para su uso como coberturas; 4) alta susceptibilidad a la competencia por malezas durante el establecimiento y, 5) muchas especies son trepadoras, lo que dificulta su manejo y disminuye la aceptación por los productores.

Las coberturas pueden establecerse en las entre calles de los cultivos mediante siembras al voleo, por parches o en surcos. Estos sistemas de siembra permiten el uso de maquinaria para el control de malezas y de la cobertura cuando ésta afecte al cultivo (Hopkinson y Breitenstein, citados por Pérez 1991).

Domínguez (1990) al determinar la adaptabilidad y habilidad de leguminosas en la supresión de malezas en cacao, encontró efectos depresivos y dominantes sobre la población de malezas, mostrando *Stylobium deeringianum*, *Pueraria phaseoloides*, *Pueraria montana* y *Arachis pintoi*, los mayores índices de cobertura.

Además de leguminosas como cobertura vivas, se han estudiado plantas con potencial explorable en control de malezas, adición de materia orgánica, control de la erosión, etc. Caro *et al.* (1985) reportaron la eficiencia de *Zebrina pendula* en el control de malezas; la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (1979) indica la presencia de *Commelina diffusa* y *Trypogandra cumanaensis* en los cafetales como especies no perjudiciales.

En Nicaragua se estudió el establecimiento de las especies *D. ovalifolium*, *A. pintoi* y *Commelina diffusa* bajo dos densidades de siembra y tres tipos de manejo de malezas en cultivos de café (Lisa Bradshaw 1992, MIP/CATIE Nicaragua, comunicación personal). El desarrollo más rápido de las coberturas se logró al realizar el control manual de malezas. El control de malezas, durante la etapa de establecimiento de la cobertura resulta necesario por ser estas especies de crecimiento inicial lento (Pérez 1991).

El objetivo del presente trabajo fue determinar la capacidad de establecimiento y adaptación de tres especies de cobertura en el sistema de café durante su fase de establecimiento.

Recibido: 23/07/93. Aprobado: 08/10/93.

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

**CECN, CONCAFE. Departamento de Agronomía, Managua, Nicaragua.

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

MATERIALES Y METODOS

Se llevó a cabo un experimento de diciembre de 1991 a julio de 1992, en el campo experimental La Montaña, en Turrialba, Costa Rica, ubicada a los 9° 52' N y 83° 38' O; a 590 msnm, con precipitación media anual de 2563 mm y temperatura de 22°C como promedio anual. El suelo era un Humitropet Típico Fino Haloístico Isohipertérmico, de textura franco arcillosa y un pH de 5.2 (US. Soil Conservation Service 1987).

El experimento se estableció en un campo con café de seis meses de trasplantado y que fue cultivado durante 12 años con caña de azúcar. Al momento de trasplantar el café se fertilizó con la fórmula completa 10-30-10 a una dosis de 100 kg/ha. Los tratamientos se distribuyeron en el campo en un diseño de bloques completos al azar, en parcelas de 4x10 m con cuatro repeticiones.

La distancia de siembra del café fue de 2x1 m bajo el sistema de siembra llamado "tresbolillo". Simultáneamente se sembró poró (*Erythrina poeppigiana*) como sombra permanente para el café.

Antes de sembrar de las coberturas se realizó una chapía en el lote, 15 días después se aplicó glifosato dirigido, a una dosis de 0.61 kg i.a./ha con el fin de controlar las malezas y facilitar el establecimiento de las coberturas.

La siembra se realizó en forma manual el 18 de Diciembre. *D. ovalifolium* se sembró a chorrito utilizando 1.5 kg/ha de semilla sexual. Se sembraron estolones de *Zebrina* spp. de 30 a 40 cm de largo, a una profundidad de 5 a 6 cm, uno a continuación de otro. Se utilizaron estolones de *A. pintoi* de 50 cm de largo los cuales se sembraron a 5 cm de profundidad y 35 cm entre estolones, tratados con *Rhizobium* CIAT 3101, siguiendo las recomendaciones de Asakawa y Ramírez (1989). Se efectuó una resiembra de *A. pintoi* a los 30 dds con la finalidad de uniformizar la población de plantas/parcela.

Se sembraron dos hileras de cada cobertura en cada calle del cultivo del café, a 50 cm entre ellas y a 75 cm del café (Fig. 1).

Se realizaron deshierbas a los 60, 90 y 120 dds en las parcelas de *A. pintoi* y *D. ovalifolium*. En las parcelas de *Zebrina* se hizo además una primera a los 30 dds. Debido a la escasa precipitación durante los primeros meses de la siembra (Noviembre-Abril) hubo que proveer riego suplementario a las parcelas.

Se realizó un recuento de la población emergida un mes después de la siembra, para evaluar el establecimiento y crecimiento de las coberturas. A partir de esta fecha, cada 30 días y hasta los 130 dds se hicieron mediciones de altura a cada especie.

Las evaluaciones de porcentaje de crecimiento de las coberturas se realizaron cada 30 días hasta los 210 días, y las determinaciones de biomasa se hicieron a los 150, 180 y 210 dds.

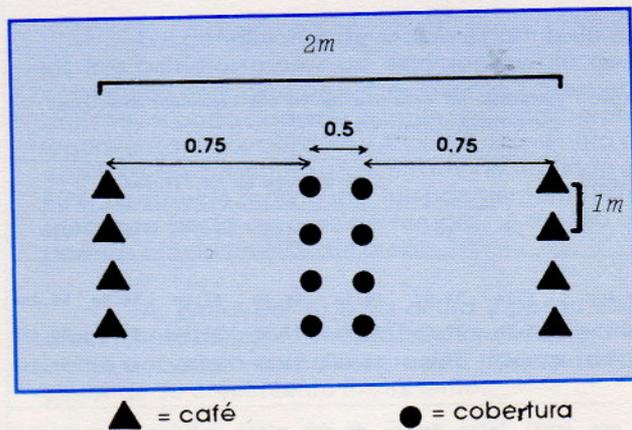


Fig. 1. Sistema de siembra de las coberturas.

Se realizó un análisis de varianza y las respectivas comparaciones de medias mediante la prueba de Tukey (0.05). También se sometieron a un análisis de parcelas divididas en el tiempo (fecha de muestreo) con la finalidad de conocer la relación entre los valores en los distintos períodos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Emergencia del material de siembra. Se obtuvo una pobre emergencia de los materiales a los 30 dds, de *A. pintoi* se obtuvieron 2.5 plantas/m², de *D. ovalifolium* 57 plantas/m², mientras que para *Zebrina* spp. no se determinó la densidad poblacional debido a su hábito de crecimiento rastroso y a sus numerosos tallos que se entrelazan entre sí, pero su emergencia de rebrotes fue pobre. El porcentaje de emergencia de *D. ovalifolium*, fue excelente y por lo tanto no fue necesario resembrarlo como sucedió con *A. pintoi*.

Porcentaje de cobertura. El desarrollo de las coberturas a través del tiempo fue diferente para las tres especies (Cuadro 1). Durante los primeros dos meses, el desarrollo de la cobertura con *Zebrina* spp. fue superior a las otras dos especies. Posiblemente esto se deba a su mayor rusticidad ante las condiciones de sequía que precedieron la siembra de las tres coberturas. Igualmente le pudo favorecer el mayor vigor y reserva alimenticia del material sembrado. El establecimiento y desarrollo del *A. pintoi* es ampliamente determinado por la humedad del suelo (Dominguez 1990). Por su parte *D. ovalifolium* mostró un crecimiento y establecimiento inicial lento, superada esta etapa ha mostrado ser una especie altamente dominante.

A los 90 dds *A. pintoi* y *D. ovalifolium* iniciaron una etapa de crecimiento vigoroso y rápidamente sobrepasaron a *Zebrina* spp. Parecería que el inicio de las lluvias favorece el rápido crecimiento de *A. pintoi* y *D. ovalifolium* (Fig. 2). A los 150 dds *D. ovalifolium* alcanzó una cobertura del 100% de la

CUADRO 1. Porcentaje de cobertura de las tres coberturas evaluadas CATIE, Turrialba, 1991-1992.

TRATAMIENTOS	DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA						
	30	60	90	120	150	180	210
<i>zebrina</i> spp.	6.2a	35.0a	35.5a	48.2b	51.9b	56.5c	56.25c
<i>A. pintoi</i>	5.0b	28.0b	39.0a	43.3b	82.1b	82.0b	80.42b
<i>D. ovalifolium</i>	3.0c	15.0c	19.4b	73.2a	97.2a	98.7a	98.96a

Medias con igual letra dentro de una misma columna no presentan diferencia significativa según la prueba de Duncan al 5% de probabilidad.

CUADRO 2. Altura promedio (cm) de las coberturas evaluadas. CATIE, Turrialba, 1991-1992.

TRATAMIENTOS	DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA			
	30	60	90	120
<i>Zebrina</i> spp.	5.88a	6.87a	9.69a	10.50b
<i>A. pintoi</i>	3.77b	3.92b	4.75b	4.75c
<i>D. ovalifolium</i>	2.25c	6.44a	10.33a	18.08a

Medias con igual letra dentro de la misma columna no presentan diferencia significativa según la prueba de Duncan al 5% de probabilidad.

la mayor altura puede ser una ayuda contra la competencia de las malezas y una característica que facilite las deshierbas manuales.

Zebrina spp. y *A. pintoi* son de crecimiento rastrero, pero inicialmente presentan un crecimiento erecto. El hábito de crecimiento del *D. ovalifolium* es más complejo, al principio puede presentar crecimiento rastrero, pero por alguna respuesta fisiológica, posiblemente debido a competencia, también puede crecer verticalmente.

A. pintoi fue la especie de menor altura y su hábito de crecimiento es rastrero durante todo el ciclo del cultivo. *Zebrina* spp. presentó el mayor crecimiento inicial, sin embargo, después de dos meses el *D. ovalifolium* continúa con su crecimiento vertical, superando ampliamente a *Zebrina* spp. (Fig. 3). Los análisis estadísticos de los datos de altura confirman las diferencias observadas y discutidas anteriormente (Cuadro 2).

Debido al lento crecimiento inicial de las tres especies, las determinaciones de biomasa se iniciaron a partir del quinto mes. La determinación de biomasa a los 150, 180 y 210 dds, mostró diferencias significativas entre especies para los diferentes muestreos (Cuadro 3).

El *D. ovalifolium*, una vez establecido es la especie de mayor vigor de crecimiento y más rápida ganancia de materia seca (Fig. 4). *Zebrina* spp. además de tener tejidos muy suculentos, fue la especie que detuvo más pronto su crecimiento. Esta especie crece mejor bajo condiciones de sombra y ésta aún no se había desarrollado en el área de estudio. La disminución de la biomasa de *A. pintoi* en la observación realizada a los 210 dds se debe posiblemente a dificultades con el sistema de muestreo.

El *D. ovalifolium* presentó los promedios más altos en las tres evaluaciones de biomasa, seguido por *A. pintoi*, y *Zebrina* spp., respectivamente.

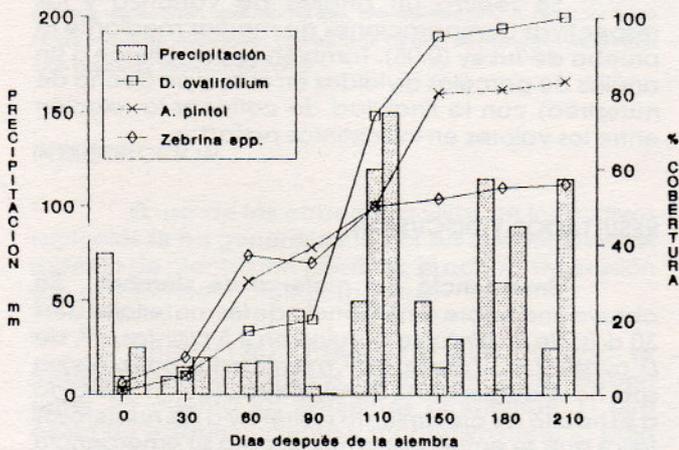


Fig. 2. Relación entre el porcentaje de cobertura y la precipitación. CATIE, Costa Rica, 1991-1992.

superficie sobrepasando a *Zebrina* spp. la cual pareció detener su crecimiento, alcanzando sólo un 50% de cobertura. Para esta fecha, *A. pintoi* también incrementó el porcentaje de cobertura pasando de 50 a 80% en 30 días superando también a *Zebrina* spp. (Fig. 2). Estas diferencias en el incremento del porcentaje de cobertura fueron estadísticamente significativas durante las últimas evaluaciones (Cuadro 1).

La rápida cobertura alcanzada por *D. ovalifolium* cuatro meses después de su emergencia y la obtención de 80% de cobertura de *A. pintoi* a los 150 dds, concuerda con datos sobre estas coberturas en el cultivo de café en Nicaragua Bradshaw (1992 MIP/CATIE, Nicaragua, comunicación personal). Giraldo *et al.* (1985) también encontraron que *D. ovalifolium* bajo condiciones de plena exposición solar, alcanzó un 60% de cobertura tres meses después de la siembra.

La altura o crecimiento vertical no es propiedad muy deseable en las coberturas, pues lo que más interesa es el crecimiento horizontal o rastrero. Sin embargo, en sus fases iniciales de establecimiento

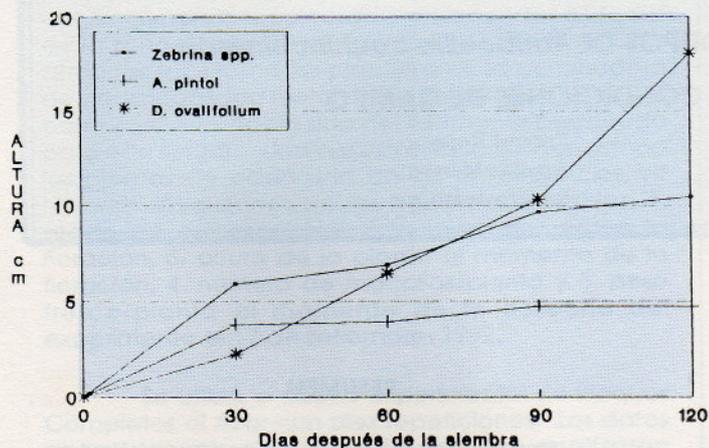


Fig. 3. Altura (cm) de las plantas de cobertura hasta los 120 dds. CATIE, Turrialba, 1991-1992.

CUADRO 3. Biomasa (g/m^2) acumulada por las coberturas evaluadas a los 150, 180 y 210 dds. CATIE, Turrialba, 1991-1992.

TRATAMIENTOS	DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA		
	150	180	210
<i>D. ovalifolium</i>	450.0a	580.0a	610.0a
<i>A. pintoi</i>	390.0a	470.2b	340.5b
<i>Zebrina spp.</i>	160.7b	220.7c	210.2c

Medias con igual letra dentro de la misma columna no presentan diferencia significativa según la prueba de Duncan al 5% de probabilidad.

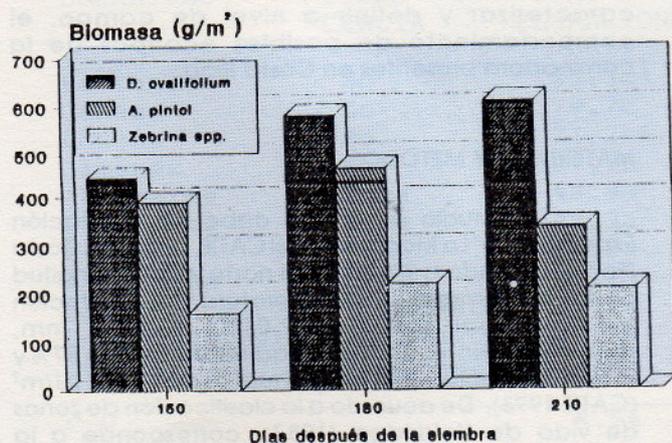


Fig. 4. Biomasa acumulada a los 150, 180 y 210 dds de las especies de cobertura. CATIE, Turrialba, 1991-1992.

CONCLUSIONES

Las condiciones de sequía extrema durante los tres primeros meses de establecimiento de las coberturas, perjudicaron su crecimiento. Las especies con mayor capacidad de establecimiento fueron las leguminosas *D. ovalifolium* y *A. pintoi*. La primera con casi 100% de cobertura a los 150 dds y la segunda con 80%. La especie *Zebrina spp.* fue posiblemente la más afectada por la escasez de sombra. A los 150 dds, apenas cubría un 60% del área.

A. pintoi por su baja altura y por su denso crecimiento horizontal mostró buenas características como cobertura en cultivos recién trasplantados a pesar de su crecimiento inicial lento.

D. ovalifolium puede bajo ciertas condiciones alcanzar alturas superiores a un metro, pudiendo competir por luz con cafetos recién trasplantados. Su profundo sistema radicular podría también ejercer competencia con el del café.

Zebrina spp. aunque presentó un rápido crecimiento inicial, detuvo su desarrollo en etapas posteriores, posiblemente porque la sombra todavía no se había desarrollado y no alcanzaba a satisfacer las necesidades de esta especie. Esta especie podría entonces tener mejor adaptación bajo condiciones de sombra y humedad, pudiendo tal vez ser mejor utilizada en plantaciones de café que presenten estas condiciones.

LITERATURA CITADA

- ASAKAWA, N.M.; RAMIREZ, C.A. 1989. Metodología para la inoculación y siembra de *Arachis pintoi*. Pasturas Tropicales. (Colombia) 11(1):24-25.
- CARO, P.; HUEP, G.; RAMOS, R. 1985. Control de malezas en plantaciones de café con más de dos años de plantados mediante el empleo de herbicidas y cobertura viva. Ciencia y Técnica en la Agricultura. Café y Cacao 7(1):63-69.
- CHEE, Y.K. 1981. The importance of legume cover crop establishment for cultivation of rubber (*Hevea brasiliensis*) in Malaysia. pp. 369-377. In: Graham, P.H.; Marris S.C. (Ed.) 1981. Biological Nitrogen Fixation: Technology for Tropical Agriculture. Workshop at the Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT. (Colombia), March 9-13, 1981.
- DOMINGUEZ, J.A. 1990. Leguminosas de cobertura en cacao (*Theobroma cacao* L.) y Pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 85 p.
- FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. 1979. Manual de cafeteros de Colombia. 4ta. Edición. Colombia. 209 p.
- GIRALDO, J.J.; HOYOS, H.J.; RAMIREZ, L.F. 1985. Adaptación y producción de forrajes en el Valle del Cauca. Colombia. Pasturas Tropicales. (Colombia) 7(2):14-16.
- PEREZ, D. 1991. Evaluación de leguminosas como cobertura viva para el manejo de malezas en el cultivo de macadamia (*Macadamia integrifolia*). Tesis Ing. Agr. San José. Costa Rica. Universidad de Costa Rica. 60 p.
- US. SOIL CONSERVATION SERVICE. 1987. Caracterization data of profiles in Guatemala, El Salvador, Costa Rica and Panamá. sp.
- VALLEJOS C., R.M. 1992. Coberturas vivas en el cultivo del café (*Coffea arabica*), su establecimiento y relación con malezas y *Meloidogyne exigua*. Tesis Mag. Sc. Turrialba (Costa Rica). CATIE. 71 p.

COMPORTAMIENTO DE POSIBLES ECOTIPOS DE *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton BAJO CONDICIONES DE CAMPO

Enrique Rojas
Arnoldo Merayo
Ramiro de la Cruz

ABSTRACT

The behavior of possible ecotypes of Itchgrass (*Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton) was studied under field conditions in Costa Rica. Itchgrass populations of Margarita and Esparza localities presented a shorter vegetative cycle (44 and 45 days, respectively), the lowest plant height (1.42 and 1.49 m), and the lowest fresh weight per plant (1.81 and 2.22 Kg, respectively).

RESUMEN

Se estudió el comportamiento de posibles ecotipos de la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton) bajo condiciones de campo en Costa Rica. Las poblaciones de caminadora de las localidades de Margarita y Esparza presentaron un ciclo vegetativo más corto (44 y 45 días, respectivamente), la menor altura de plantas (1.42 y 1.49 m) y el menor peso fresco por planta (1.81 y 2.22 Kg, respectivamente).

INTRODUCCION

La caminadora (*Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton) fue introducida en Costa Rica hace aproximadamente 30 años. Se supone que llegó procedente de Colombia o Panamá como contaminante de semilla de arroz, ya que los focos iniciales aparecieron en la zona sur en plantaciones de arroz (Herrera, 1989). Rojas *et al.* (1992a), Fagely (1987) y Fisher *et al.* (1987) mencionan que la caminadora es una maleza altamente competitiva en cultivos como maíz, arroz y soya, reportándose pérdidas desde 55 hasta 100% en parcelas de experimentos donde no se empleó ningún tipo de control.

Esta maleza presenta un tallo fuerte y erecto formando grandes macollas, alcanza una altura de 0.80 a 4.0 m. Frecuentemente presenta raíces adventicias que brotan de los nudos inferiores del tallo. Sus tallos son cilíndricos, gruesos, ramificados con pubescencia áspera. Las hojas son alternas, abiertas, lanceoladas y con pubescencia áspera, de bordes aserrados, con lígula corta provista de cerdas y de 0.2 a 1.0 m de largo, por 1 a 3 cm de ancho. La inflorescencia es un racimo en forma de espiga, cilíndrica, compacta, compuesta de 10 a 20 artículos, los racimos son terminales y axilares usualmente de 8 a 12 cm de largo y de 3 a 4 mm de grueso (Cárdenas *et al.* 1972, De la Cruz 1975, Gómez y Rivera 1987).

La existencia de posibles ecotipos de *R. cochinchinensis* en Costa Rica ha sido reportada anteriormente por Rojas *et al.* (1992), dichos autores mencionan la presencia de por lo menos 7 posibles

ecotipos luego de haber realizado mediciones *in situ* en 17 localidades en donde esta maleza ha sido considerada una limitante en los principales sistemas de producción.

Según Barbour *et al.* (1987), citados por Shenk y Fisher (1988), un ecotipo es el producto de una respuesta genética de una población a un hábitat. Es una población o grupo de poblaciones que se pueden distinguir por características morfológicas y/o fisiológicas. Pamplona y Mercado (1982) mencionan que diferentes habitats presentan diferentes presiones de selección, dando oportunidad para la evolución de diferentes genotipos dentro de una especie dada. Estos genotipos se adaptan a ciertos habitats, resultando en diferentes ecotipos.

El objetivo del presente trabajo fue caracterizar y definir a nivel de campo, el comportamiento de posibles ecotipos de la caminadora presentes en Costa Rica.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se llevó a cabo en la Estación Experimental "La Montaña", del CATIE, Turrialba, Costa Rica, localizada a 9°52' latitud norte y 83°38' longitud oeste, a 602 msnm. La temperatura y precipitación media anual son de 22.01°C y 2479 mm, respectivamente. La humedad relativa es de 87% y la radiación solar promedio anual es de 11,822 uJ/m² (CATIE 1993). De acuerdo a la clasificación de zonas de vida de Holdridge (1987), corresponde a la formación ecológica de bosque húmedo premontano (bht-p).

Recibido: 22/09/93. Aprobado: 08/10/93.

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

El 1 de abril de 1992 se puso a germinar, en potes de 5.0 l de capacidad, semilla de *R. cochinchinensis* recolectada en once localidades de la zona Atlántica y Pacífica de Costa Rica. Dos semanas más tarde las plántulas de la caminadora de cada localidad fueron trasplantadas en adobe al campo, el cual había sido debidamente preparado para este estudio. Una vez establecidas en el campo las plantas de cada una de las procedencias, se hicieron mediciones de las siguientes variables: 1. grado de pubescencia, 2. número de días a la floración, 3. altura de la planta al momento de la floración, 4. número de macollas/planta y 5. peso fresco/planta al momento de la cosecha del experimento el 17 de setiembre, 1992.

Se utilizó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar con diez repeticiones. Los datos obtenidos en este experimento se analizaron estadísticamente con un análisis de varianza y comparación de medias utilizando la Prueba de Tukey al 1%.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados más sobresalientes son los contrastes morfológicos extremos entre las poblaciones de caminadora en Margarita y Esparza, las de Cañas y Barranca (Cuadro 1). Las dos primeras poblaciones presentaron poca pubescencia en sus macollas, un ciclo vegetativo más corto (44 y 45 días), la menor altura (1.42 y 1.49m) y el menor peso fresco (1.81 y 2.22 Kg/planta). Estas poblaciones también tuvieron alta producción de semilla. Mientras que las poblaciones de Cañas y Barranca, presentaron un ciclo vegetativo más largo (80 y 85 días), mayor altura (2.54 y 2.32m), menor número de macollas/planta (22 y 26) y mayor peso fresco/planta de 5.87 y 6.21 Kgs.

La capacidad de producción de semilla no se evaluó en este experimento. Sin embargo, es importante mencionar que las poblaciones de las localidades de Coope-Silencio, Margarita, Quepos, La Cuesta y Jiménez presentaron la mayor capacidad de producción de semillas. El caso contrario ocurrió en la localidad de Barranca, las cuales, produjeron la menor cantidad de semilla, principalmente en espigas terminales.

CONCLUSIONES

En las once poblaciones de caminadora evaluadas se observaron diferencias en cuanto a grado de pubescencia, días a floración, altura de la planta, y número de macollas por planta. Algunas de las poblaciones presentaron un ciclo vegetativo más corto, de menor altura y gran capacidad de producción de semilla. Por otro lado, existen otras poblaciones con ciclo vegetativo más prolongado, con macollas glabras y muy baja producción de semilla. A pesar de lo anterior, las diferencias morfológicas observadas entre las poblaciones evaluadas, no son suficientes para definir la existencia de ecotipos diferentes.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto de Recursos Naturales, Gran Bretaña, como parte del Proyecto Manejo Integrado de Plagas del Suelo (EMC X0179, asignado al CATIE, Costa Rica), el cual financió esta investigación, así como la del "Efecto competitivo de la caminadora en el cultivo del maíz" publicada en **Manejo Integrado de Plagas** No.27:42-45. En esa investigación, el personal de la Estación Experimental de la Universidad de Costa Rica, Santa Cruz de Guanacaste brindó una valiosa ayuda.

CUADRO 1. Variaciones en crecimiento y desarrollo en las poblaciones de caminadora. Finca Experimental "La Montaña", CATIE, Turrialba. 1992.

LOCALIDAD	PUBES- CENCIA	DIAS A FLORACION	ALTURA (m)	NO. MACOLLAS/ PLANTA	PESO FRESCO Kg/PLANTA
Barranca	No	85.3c ¹	2.32e	26.2ab	6.21f
Cañas	No	79.7c	2.54f	22.3a	5.87ef
Roxana	No	71.2b	1.65cd	38.9cd	4.88def
Jiménez	No	67.2b	1.71d	36.9c	3.80bcd
Abangares	Poca	48.9a	1.62bcd	42.4de	4.87def
La Cuesta	Poca	48.9a	1.50abc	31.0b	2.59abc
Esparza	Poca	45.0a	1.49abc	26.9ab	2.22ab
Margarita	Poca	44.1a	1.42ab	27.7b	1.81a
Bagatzí	Abundante	47.1a	1.51bcd	44.7e	4.12cde
CoopeSilencio	Abundante	47.0a	1.31a	28.8b	2.90abc
Quepos	Abundante	47.4a	1.47abc	30.6b	3.98cd
C.V.		6.5%	6.8%	9.2%	25.7%

¹Valores con igual letra no difieren al aplicárseles la Prueba de Tukey al 1%.

El 1 de abril de 1992 se puso a germinar, en potes de 5.0 l de capacidad, semilla de *R. cochinchinensis* recolectada en once localidades de la zona Atlántica y Pacífica de Costa Rica. Dos semanas más tarde las plántulas de la caminadora de cada localidad fueron trasplantadas en adobe al campo, el cual había sido debidamente preparado para este estudio. Una vez establecidas en el campo las plantas de cada una de las procedencias, se hicieron mediciones de las siguientes variables: 1. grado de pubescencia, 2. número de días a la floración, 3. altura de la planta al momento de la floración, 4. número de macollas/planta y 5. peso fresco/planta al momento de la cosecha del experimento el 17 de setiembre, 1992.

Se utilizó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar con diez repeticiones. Los datos obtenidos en este experimento se analizaron estadísticamente con un análisis de varianza y comparación de medias utilizando la Prueba de Tukey al 1%.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados más sobresalientes son los contrastes morfológicos extremos entre las poblaciones de caminadora en Margarita y Esparza, las de Cañas y Barranca (Cuadro 1). Las dos primeras poblaciones presentaron poca pubescencia en sus macollas, un ciclo vegetativo más corto (44 y 45 días), la menor altura (1.42 y 1.49m) y el menor peso fresco (1.81 y 2.22 Kg/planta). Estas poblaciones también tuvieron alta producción de semilla. Mientras que las poblaciones de Cañas y Barranca, presentaron un ciclo vegetativo más largo (80 y 85 días), mayor altura (2.54 y 2.32m), menor número de macollas/planta (22 y 26) y mayor peso fresco/planta de 5.87 y 6.21 Kgs.

CUADRO 1. Variaciones en crecimiento y desarrollo en las poblaciones de caminadora. Finca Experimental "La Montaña", CATIE, Turrialba. 1992.

LOCALIDAD	PUBES- CENCIA	DIAS A FLORACION	ALTURA (m)	NO. MACOLLAS/ PLANTA	PESO FRESCO Kg/PLANTA
Barranca	No	85.3c ¹	2.32e	26.2ab	6.21f
Cañas	No	79.7c	2.54f	22.3a	5.87ef
Roxana	No	71.2b	1.65cd	38.9cd	4.88def
Jiménez	No	67.2b	1.71d	36.9c	3.80bcd
Abangares	Poca	48.9a	1.62bcd	42.4de	4.87def
La Cuesta	Poca	48.9a	1.50abc	31.0b	2.59abc
Esparza	Poca	45.0a	1.49abc	26.9ab	2.22ab
Margarita	Poca	44.1a	1.42ab	27.7b	1.81a
Bagatzí	Abundante	47.1a	1.51bcd	44.7e	4.12cde
CoopeSilencio	Abundante	47.0a	1.31a	28.8b	2.90abc
Quepos	Abundante	47.4a	1.47abc	30.6b	3.98cd
C.V.		6.5%	6.8%	9.2%	25.7%

¹Valores con igual letra no difieren al aplicárseles la Prueba de Tukey al 1%.

La capacidad de producción de semilla no se evaluó en este experimento. Sin embargo, es importante mencionar que las poblaciones de las localidades de Coope-Silencio, Margarita, Quepos, La Cuesta y Jiménez presentaron la mayor capacidad de producción de semillas. El caso contrario ocurrió en la localidad de Barranca, las cuales, produjeron la menor cantidad de semilla, principalmente en espigas terminales.

CONCLUSIONES

En las once poblaciones de caminadora evaluadas se observaron diferencias en cuanto a grado de pubescencia, días a floración, altura de la planta, y número de macollas por planta. Algunas de las poblaciones presentaron un ciclo vegetativo más corto, de menor altura y gran capacidad de producción de semilla. Por otro lado, existen otras poblaciones con ciclo vegetativo más prolongado, con macollas glabras y muy baja producción de semilla. A pesar de lo anterior, las diferencias morfológicas observadas entre las poblaciones evaluadas, no son suficientes para definir la existencia de ecotipos diferentes.

AGRADECIMIENTOS

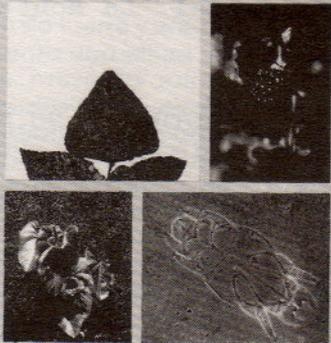
Al Instituto de Recursos Naturales, Gran Bretaña, como parte del Proyecto Manejo Integrado de Plagas del Suelo (EMC X0179, asignado al CATIE, Costa Rica), el cual financió esta investigación, así como la del "Efecto competitivo de la caminadora en el cultivo del maíz" publicada en *Manejo Integrado de Plagas* No.27:42-45. En esa investigación, el personal de la Estación Experimental de la Universidad de Costa Rica, Santa Cruz de Guanacaste brindó una valiosa ayuda.

BIBLIOGRAFIA

- CARDENAS, J.; REYES, C.E.; DOLL, J.D. y PARDO, F. 1972. *Malezas Tropicales/ Tropical Weeds*. ICA-IPPC. Bogotá, Colombia. 341 p.
- CATIE. 1993. Programa manejo integrado de recursos naturales. Estación Meteorológica "La Montaña". CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- DE LA CRUZ, R. 1975. La caminadora (*Rottboellia exaltata* L.). *Revista COMALFI* (Colombia) 2(4):198-211.
- FAGEIRY, K.A. 1987. Weed control in soybean (*Glycine max*) in Vertisols of Sudan. *Tropical Pest Management* 33:220-223.
- FISHER, H.; LOPEZ, F.; MARGATE, L.; ELLIOT, P. y BURRILL, L. 1987. Problems in control of *Rottboellia exaltata* L.f. in maize in Bukidnon Province, Mindanao, Philippines. *Weed Research* 25:93-102.
- GOMEZ, A.; RIVERA, H. 1987. Descripción de malezas en plantaciones de café. Chinchiná (Colombia), Cenicafé. 481 p.
- HERRERA, F. 1989. Situación de *Rottboellia cochinchinensis* en Costa Rica. In: Seminario Taller sobre "*Rottboellia cochinchinensis* Lour" y "*Cyperus rotundus* L." Distribución, Problemas e Impacto Económico en Centroamérica y Panamá (1988, Tegucigalpa, Hond.). Memorias. Tegucigalpa, Honduras, Proyecto MIP-CATIE. p. 1-14.
- HOLDRIDGE, L.R. 1987. Ecología basada en las zonas de vida. IICA, Costa Rica. 216 p.
- PAMPLONA, P.P. y MERCADO, B.L. 1982. Ecotypes of *Rottboellia exaltata* L.f. III. Competitive relationship with corn (*Zea mays* L.). *Philippine Agriculturist* 65:395-402.
- ROJAS, E.; MERAYO, A.; DE LA CRUZ, R. 1992. Determinación de posibles ecotipos de *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton en varias zonas ecológicas de Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas* (Costa Rica) No. 24/25:22-25.
- ROJAS, E.; DE LA CRUZ, R.; MERAYO, A. 1992a. Efecto competitivo de la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton) en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.). *Manejo Integrado de Plagas* (Costa Rica) No. 27:42-45.
- SHENK, M.; FISHER, H. 1989. La Distribución, Biología y Ecología de *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton, y su Manejo. In: Seminario Taller sobre "*Rottboellia cochinchinensis* Lour" y "*Cyperus rotundus* L." Distribución, Problemas e Impacto Económico en Centroamérica y Panamá (1988, Tegucigalpa, Hond.). Memorias. Tegucigalpa, Honduras, Proyecto MIP-CATIE. p. 1-43.

AREA DE FITOPROTECCION
Publicaciones en Venta

ACAROS FITOFAGOS DE AMERICA CENTRAL: GUIA ILUSTRADA



R. OCHOA, H. AGUILAR
y C. VARGAS

\$ 30.00

EVALUACION DEL METSULFURON-METILO PARA EL COMBATE DE *Pteridium aquilinum* (L.) KUHN. EN PASTOS

Israel Garita C.*
Franklin Herrera**

ABSTRACT

The herbicides Metsulfuron-methyl, asulam and glyphosate were evaluated under field conditions for the control of bracken (*Pteridium aquilinum*) and for their selectivity to the grasses *Homolepis aturensis* and *Melinis minutiflora*. The pasture used had a uniform infestation of bracken of 3 fronds/m². Metsulfuron at 30 to 60 g/ha damaged the fronds and prevented the regrowth of bracken six months after the application; asulam had negligible effect on the fronds but at 4 Kg/ha was as effective as metsulfuron in controlling the regrowth. Glyphosate was not effective against bracken in this case. Both grasses tolerated metsulfuron but were damaged by asulam and glyphosate.

INTRODUCCION

El helecho macho (*Pteridium aquilinum*) es el más ampliamente distribuido en todo el mundo, con excepción de los conos polares y desiertos. La planta presenta un rizoma subterráneo serpenteante y escamoso que le permite a las colonias crecer en forma lateral; las frondas adultas por su parte, son pinnadas y coráceas en estado adulto. Al igual que otros helechos, posee dos mecanismos de dispersión, uno a larga distancia por esporas acarreadas por el viento y otro local por medio de la fragmentación de los rizomas (Janzen 1983).

Además de ser una planta pionera de suelos abandonados o quemados, el *Pteridium* invade pastizales formando grandes colonias que disminuyen la producción de forraje. Por otro lado, los brotes jóvenes se mezclan con el pasto y al ser consumidos por el ganado producen dos tipos de enfermedad: la avitaminosis B₁ y la intoxicación aguda o hematuria (Evans 1986). Villalobos (1990) en Costa Rica comprobó en ratas, el efecto carcinogénico de la leche de vacas alimentadas con helecho. El ptaquelosido, un glucósido producido por *P. aquilinum*, fue identificado por Hirono (1990) como uno de los principios cancerígenos del helecho.

Recibido: 13/07/93. Aprobado: 08/10/93.

* Compañía Costarricense del Café, Dpto Técnico. Dirección actual, CATIE. Área de Fitoprotección, 7170 Turrialba, Costa Rica.

** Universidad de Costa Rica. Programa de Malezas. Est. Exp. Fabio Bauditt M. Alajuela, Costa Rica.

RESUMEN

Los herbicidas metsulfuron-metilo, asulam y glifosato fueron evaluados en un experimento de campo para determinar su efecto sobre el *Pteridium aquilinum*, y su selectividad a los pastos *Homolepis aturensis* y *Melinis minutiflora*. Se utilizó un lote de pasto con una densidad de helecho de 3 frondas/m². Los tratamientos incluyeron cinco dosis de metsulfuron (30, 37.5, 45, 52.5 y 60 g/ha), dos dosis de asulam (3.0 y 4.0 Kg/ha), y dos de glifosato (0.9 y 1.35 Kg i.a./ha). El metsulfuron-metilo causó necrosis en las frondas y controló efectivamente el rebrote del helecho en las dosis evaluadas. El asulam a 4.0 Kg/ha fue tan efectivo como el metsulfuron-metilo para prevenir el rebrote del helecho, aunque este herbicida causó poco daño foliar. El glifosato tuvo poco efecto sobre el rebrote.

El combate químico de esta maleza se ha efectuado desde los años setenta con asulam, herbicida carbamato sistémico que, aunque es eficaz, resulta tóxico para la mayoría de los pastos (West y Standell 1989). En la actualidad, los herbicidas del grupo de las sulfonilureas se perfilan como mejor alternativa debido a su mayor efectividad, selectividad a las gramíneas y por su comportamiento en el ambiente. Estos modernos herbicidas ejercen su efecto al inhibir la enzima acetolactato sintetasa que participa en la síntesis de los aminoácidos valina leucina e isoleucina (Blair y Martin 1988). El metsulfuron-metilo pertenece a esta familia y ha demostrado buena efectividad sobre *Pteridium* a dosis menores de 80 g/ha (Hamilton 1990).

El objetivo de este trabajo fue evaluar, bajo condiciones tropicales, la efectividad del herbicida metsulfuron-metilo sobre el helecho macho, en comparación con asulam y glifosato.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en la hacienda "Juan Viñas", ubicada en el cantón de Jiménez, provincia de Cartago, Costa Rica. La zona de vida es bosque muy húmedo premontano (Tosi 1969) con una altura de 1165 msnm., temperatura promedio 21°C y una precipitación promedio anual de 3335 mm.

Se utilizó un lote con una mezcla de los pastos amargo (*Homolepis aturensis* Chase) y calingüero (*Melinis minutiflora* Beauv.) que presentaba una

incidencia de *P. aquilinum* de 3 frondas/m². El lote era de pendiente moderada y uniforme, con suelo volcánico franco arcillo arenoso de pH 4.8 y un contenido de materia orgánica del 34 %.

La parcela experimental consistió de 4 m² de pasto, con helecho maduro a la densidad mencionada. Los tratamientos evaluados incluyeron cinco dosis de metsulfuron-metilo (30; 37.5; 45; 52.5 y 60 g/ha), dos dosis de asulam (3.0 y 4.0 Kg/ha), dos dosis de glifosato (0.9 y 1.35 Kg l.a./ha) y un testigo sin herbicida. A los herbicidas se les agregó penetrante WK (nonoxinol 85 %) a razón de 1.25 ml/l. Los tratamientos se distribuyeron según un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones.

La aplicación de los tratamientos se llevó a cabo el 23 de noviembre de 1989 utilizando una bomba de mochila Jacto PJH, equipada con una boquilla 8002. La aplicación fue general y el volumen total utilizado fue de 500 l/ha. Dos técnicos determinaron en forma visual el porcentaje de daño foliar a los 22, 45, y 60 días después de la aplicación. Durante este período también se observó la selectividad de los productos a los pastos.

El 24 de enero de 1990, luego de realizar la última evaluación de daño foliar, la parte aérea del helecho fue cortada a nivel de suelo y retirada de las parcelas. El número y peso fresco de los rebrotes de helecho, fueron determinados el 5 de abril (70 días después del corte).

Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza y separación de medias según la prueba de Tukey (p = 0.05). Antes de su análisis, el porcentaje de daño se transformó a $\arcseno \sqrt{y}$, y el número de rebrotes se transformó a $\sqrt{y} + 0.5$.

RESULTADOS Y DISCUSION

Efecto de los herbicidas Los brotes jóvenes del helecho, que aún no se habían abierto, resultaron susceptibles a todos los herbicidas y murieron durante las dos semanas posteriores a la aplicación. La mayor capacidad de absorción de este tipo de brotes, así como una mayor actividad sintética, podrían explicar su respuesta a los herbicidas (Gaskin y Zabkiewicz 1990). En las frondas maduras (expansión completa), los primeros síntomas se observaron en las parcelas tratadas con glifosato y se caracterizaron por la necrosis de los márgenes de las pinnas la cual no avanzó hacia adentro. Lo anterior puede deberse a una mayor susceptibilidad del tejido de los márgenes, el cual es más tierno que el resto de la fronda, o a una limitación en el transporte de este herbicida.

El metsulfuron detuvo de inmediato el crecimiento y causó una necrosis progresiva en las frondas maduras a partir del raquis hasta cubrir el resto del tejido a los 45 días. Durante este período la planta posiblemente utilizó las proteínas existentes, antes de que la inhibición de la síntesis de aminoácidos le causara la muerte. Con asulam, las frondas mostraron una clorosis general hasta los 45 días y a los 60 días pasó a necrosis parcial. Este herbicida también

requiere tiempo para actuar ya que su mecanismo de acción se relaciona con el metabolismo del ácido fólico (Veerasekaran *et al.* 1981).

Daño foliar. Los niveles más altos de daño se obtuvieron con el metsulfuron que prácticamente mató todas las frondas, sin existir diferencia entre las dosis evaluadas. Los herbicidas asulam y glifosato provocaron menos daño que el metsulfuron y fueron estadísticamente similares entre sí (Cuadro 1).

CUADRO 1. Porcentaje de daño foliar provocado por diferentes herbicidas en *Pteridium aquilinum*. Juan Viñas, 1990.

HERBICIDA g/ha	DÍAS DESPUES DE LA APLICACIÓN		
	22	45	60
metsulfuron			
30.0	59 ab ¹	92 ab	97 ab
37.5	58 ab	97 a	98 ab
45.0	55 ab	93 ab	98 ab
52.5	61 a	97 a	99 a
60.0	50 ab	93 ab	97 ab
glifosato			
898	42 ab	52 b	63 b
1346	43 ab	52 b	52 b
asulam			
3000	27 b	55 b	49 b
4000	32 ab	41 b	54 b
c.v.	18.0	11.4	11.8

1. Medias en una misma columna seguidas de la misma letra, no se consideran diferentes según la prueba de Tukey (p = 0.05).

CUADRO 2. Número y peso de los rebrotes de *P. aquilinum* producidos a los 130 días de la aplicación de los tratamientos. Juan Viñas, 1990.

TRATAMIENTO g/ha	NUMERO FRONDAS/4m ²	PESO FRESCO g/4m ²
metsulfuron		
30.0	0.35 b ¹	1.84 c
37.5	0.01 b	0.71 c
45.0	0.21 b	2.16 c
52.5	0.60 b	2.72 bc
60.0	0.19 b	1.44 c
glifosato		
900	8.14 a	11.71 ab
1346	7.40 ab	11.40 ab
asulam		
3000	3.00 ab	5.85 bc
4000	0.80 b	4.48 bc
sin herbicida	10.19 a	16.41 a
c.v.	40.8	67.3

1. Medias en una misma columna seguidas de la misma letra no se consideran diferentes según la prueba de Tukey (p = 0.05).

Las lluvias que se presentaron a lo largo del período experimental, favorecieron el desempeño de los herbicidas, en especial el del metsulfuron que requiere de esta condición para producir un mejor efecto (Blair y Martin 1988).

Efecto sobre el rebrote. El metsulfuron-metilo redujo en forma eficiente el número y peso de los rebrotes de helecho producidos a los 130 días de la aplicación (Cuadro 2). El hecho de no existir diferencia entre las dosis evaluadas, pone de manifiesto que aún a 30 g/ha, este herbicida se transportó hasta el rizoma del helecho y pudo controlar allí las yemas que

dan origen al rebrote. Esta capacidad de transporte es mayor en las frondas maduras, las cuales exportan el herbicida hacia el rizoma junto con los fotoasimilados (Gaskin y Zabkiewicz 1990).

La dosis de asulam de 4.0 Kg fué superior a la de 3.0 kg/ha y logró una eficacia similar al metsulfuron, en cuanto a la reducción del número de rebrotes. Estos resultados concuerdan con los de O'Connor *et al.* (1987) quienes obtuvieron hasta un 97% de control del rebrote de *Pteridium*, al aplicar 4.4 Kg/ha de asulam.

Por su parte, el glifosato tuvo poco efecto sobre la capacidad de rebrote del helecho, y resultó estadísticamente similar al testigo sin herbicida. Esta falta de efectividad podría estar relacionada con una dosis insuficiente utilizada o con un deficiente transporte del herbicida hacia los rizomas.

Selectividad a los pastos. El metsulfuron a las dosis evaluadas, no afectó el crecimiento de los pastos calingüero y amargo. Esta selectividad hacia las gramíneas ha sido observada antes (West y Standell 1989), y se debe principalmente a la metabolización del herbicida (Blair y Martin 1988). Tanto el glifosato como el asulam resultaron tóxicos para ambos pastos, y llegaron a eliminarlos a los 22 y 45 días, respectivamente. Después de esto, los rebrotes de helecho y la cobertura dejada por el pasto fueron lo único que se observó de estas parcelas.

AGRADECIMIENTO

A la hacienda "Juan Viñas", en especial al Ing. Manuel Gómez por su colaboración en el establecimiento de este experimento. A la Ing. Marielos Rodríguez de la Dirección de Sanidad Vegetal (MAG), por su participación en la evaluación del experimento de campo.

LITERATURA CITADA

- BLAIR, A.M.; MARTIN, T.D. 1988. A review of the activity, fate and mode of action of sulfonylurea herbicides. *Pesticide Science* 22:195-219.
- EVANS, W.C. 1986. The acute diseases caused by bracken in animals. *In* Bracken: Ecology, Land Use and Control Technology. R.T. Smith y J.A. Taylor, Eds. England, Parthenon. p. 121-132.
- HAMILTON, L.J. 1990. Evaluation of metsulfuron methyl for bracken control. *In* Bracken Biology and Management. J.A. Thomson y R.T. Smith, Eds. Sidney, Australia, AIAS occasional publication no. 40. p. 291-297.
- GASKIN, R.E.; ZABKIEWICZ, J.A. 1990. Foliar uptake and translocation of metsulfuron in bracken (*Pteridium scolopendrium*) as influenced by seasonal growth. *In* Bracken Biology and Management. J.A. Thomson y R.T. Smith, Eds. Sidney, Australia, AIAS occasional publication no. 40. p. 269-275.
- HIRONO, I. 1990. Carcinogenicity of bracken fern and its causal principle. *In* Bracken Biology and Management. J.A. Thomson y R.T. Smith, Eds. Sidney, Australia, AIAS occasional publication no. 40. p. 233-240.
- O'CONNOR, B.; FLINT, D.E.; ACQUILINA, M. 1987. The control of bracken with sulphonyl-urea herbicides. *Proceedings British Crop Protection Conference - Weeds* 3, 757-764.
- TOSI, J. 1969. Mapa ecológico de la República de Costa Rica, según la clasificación de zonas de vida de L.R. Holdridge. Centro Científico Tropical, San José, Costa Rica.
- VILLALOBOS, J. 1990. Carcinogenic activity of milk from cows fed on bracken fern (*Pteridium aquilinum*) in mice. *In* Bracken Biology and Management. J.A. Thomson y R.T. Smith, Eds. Sidney, Australia, AIAS occasional publication no. 40. p. 247-251.
- WEST, T.M.; STANDELL, C.J. 1989. Response of bracken and eight grass species to some sulfonylurea herbicides. *Proceedings British Crop Protection Conference - Weeds* 3, 897-902.



\$ 9.50

INSECTOS ASOCIADOS CON *Erythrina* spp. EN COSTA RICA*

Luko Hilje**

Philip J. Shannon**

Daniel Coto**

ABSTRACT

No formal studies have been conducted on insects associated with *Erythrina* spp. in Costa Rica. Yet, in the 1930's some 50 species were recorded on these trees, and 18 species have been collected recently. *Erythrina* spp. are not planted as pure stands, and their herbivores in general do not injure them seriously. However, three insect species could reach economic importance if *Erythrina* is widely sown as a component of new agroforestry systems. Two species can act as chronic pests in agroforestry plantings, causing growth delay and branching of the trees: *Terastia meticulosellus* (Lep.: Pyralidae), which bores into the shoots, and *Chalcodermus dentipes* (Col.: Curculionidae), which cuts them. On the other hand, adult June beetles, notably *Phyllophaga menetriesi* (Col.: Scarabaeidae), feed on the young foliage of several *Erythrina* species every year, in April or May. Although sometimes severe, this defoliation has little or no effect on *Erythrina* but, in this way, it acts as a food source for adults whose larval stages can cause serious problems on commercial crops later on.

RESUMEN

En Costa Rica se carece de estudios formales sobre insectos asociados con *Erythrina* spp. (porós). En los años 30 se registraron unas 50 especies, y recientemente 18 más. Las especies de poró no se siembran como plantaciones puras, y sus herbívoros no las atacan severamente. No obstante, tres especies de insectos podrían alcanzar importancia económica si las especies de poró se siembran ampliamente como un componente en nuevos sistemas agroforestales. Dos de ellas pueden causar daños crónicos, al provocar retardo en el crecimiento y la ramificación de los árboles: *Terastia meticulosellus* (Lep.: Pyralidae), que barreña los brotes, y *Chalcodermus dentipes* (Col.: Curculionidae), que los corta. Los adultos de los abejones de mayo, especialmente *Phyllophaga menetriesi* (Col.: Scarabaeidae) se alimentan del follaje tierno de varias especies de poró todos los años, en abril o mayo. Aunque la defoliación algunas veces es severa, tiene un efecto leve o nulo sobre el poró, pero representa una importante fuente de alimento para adultos cuyas larvas pueden causar problemas serios posteriormente en cultivos agrícolas.

INTRODUCCION

El entendimiento y aprovechamiento de los sistemas agroforestales de los cuales forma parte el poró (*Erythrina* spp., Leguminosae), debe considerar los agentes fitopatológicos que afectan a estas especies. No obstante, la revisión de la literatura revela la ausencia casi total de estudios sobre estos agentes en las regiones tropicales. En el caso de los insectos herbívoros, aunque no se han efectuado estudios formales acerca de los que están asociados con ellas en Costa Rica, existen algunos registros en unas pocas fuentes dispersas.

Las especies de *Erythrina* no se siembran comúnmente como bloques o rodales puros, sino como componentes de sistemas agroforestales y en cercas vivas o setos. Además de esto, son esencialmente silvestres, por lo que contienen sustancias que podrían actuar como defensas químicas contra algunos herbívoros (Payne 1991), circunstancias que las torna menos propensas a resultar severamente atacadas por los insectos que se alimentan de ellas.

Recientemente se observaron dos especies que podrían alcanzar importancia económica, si *Erythrina* fuera plantada en forma amplia como un componente de nuevos sistemas agroforestales. Ambas actúan como plagas crónicas en plantaciones agroforestales, causando retardo en el crecimiento y la ramificación de los árboles: *Chalcodermus dentipes* corta los brotes o meristemos jóvenes, y *Terastia meticulosellus* actúa como un barrenador de los brotes. Una tercera especie, *Phyllophaga menetriesi*, y posiblemente otras congéneres, llamados comúnmente "abejones de mayo", se alimentan del follaje tierno de varias especies de *Erythrina*. Aunque esta defoliación a veces es severa, su efecto sobre *Erythrina* es mínimo o nulo; sin embargo, al actuar como fuente de alimento para los adultos de insectos cuyas larvas atacan cultivos agrícolas de hecho *Erythrina* juega un papel en la ecología de una plaga económicamente seria.

El propósito de este trabajo es reunir la información existente en Costa Rica acerca de la entomofauna asociada con *Erythrina* spp. y, a la vez, resaltar los problemas que estas tres especies de insectos podrían provocar en ellas o en los sistemas agroforestales de que forman parte.

Recibido: 25/03/93 Aprobado: 08/10/93.

*Conferencia "Erythrina in the New and Old Worlds". CATIE, Turrialba, Costa Rica. 19-23 de octubre de 1992. Versión original en inglés.

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

RESULTADOS

Ballou (1935, 1936, 1937) reportó en Costa Rica cerca de 50 especies de insectos sobre *E. rubrinervis* y *E. glabra* (Cuadro 1). Al no disponer de una lista actualizada, se presentan problemas de nomenclatura. Sin embargo, es claro que la mayoría de estas especies pertenecen a los órdenes Homoptera, Hemiptera y Coleoptera, y que son insectos chupadores y defolladores. Son principalmente generalistas, pues atacan de 2 a 206 especies de plantas, no necesariamente afines taxonómicamente. Las 19 nuevas especies registradas en *Erythrina* spp. en años recientes (Cuadro 2) muestran un patrón similar, aunque algunas pueden causar otros tipos de daño, tales como el corte o el barrenamiento de brotes.

Hace poco más de medio siglo, que no se efectúan inventarios sistemáticos, ni estudios detallados sobre la entomofauna asociada con *Erythrina* spp. en Costa Rica. Sin embargo, recientemente se realizaron observaciones de carácter biológico y del posible impacto económico de las tres especies citadas, las cuales aparecen a continuación:

1. *Chalcodermus dentipes* (Coleoptera: Curculionidae)

Esta especie de abejón "picudo" se ha observado que ataca los brotes de *E. poeppigiana* en Puriscal (San José) y Turrialba (Cartago), en la zona de vida de bosque húmedo premontano (Tosi 1969), en las vertientes Pacífica y Atlántica, respectivamente.

La hembra localiza uno o más brotes en un árbol e inserta uno o dos huevos a través de la pared del brote. Posteriormente mordisquea apenas debajo de donde colocó los huevos, y hace un surco que penetra hasta la médula, de modo que el brote se desprende en pocos días (Fig. 1A); el remanente del brote pareciera haber sido cortado con una podadora (Fig. 1B). Debido a la pérdida de la dominancia apical, el árbol responde bifurcándose. Al revisar el brote atacado, se observa por fuera un orificio diminuto y oscuro, hecho por la hembra con el ovipositor. Dentro, apenas debajo de la corteza, se pueden hallar uno o dos huevos o larvas, de hasta 1.5 mm de longitud.

El valor adaptativo de este comportamiento es impreciso. Hilje *et al.* (1991) observaron un comportamiento análogo en *Oncideres punctata* y en *Leptostylus*, y Duffy (1960) lo reportó también en otros Cerambycidae. Sin embargo, en dicha familia el abejón adulto ataca el tronco o las ramas de los árboles, de modo que las larvas para completar su desarrollo, obtienen suficiente alimento del trozo de madera caído. En el caso de *C. dentipes* el brote caído se descompone en aproximadamente una semana, de manera que la larva no podría completar su desarrollo en él, por lo que se desconoce qué sucede con su ciclo de vida. Los autores no han logrado criar larvas hasta el estado adulto, aún utilizando diferentes sustratos. Esto, y el hecho de que *E. poeppigiana* no es nativa de Costa Rica (Krukoff y

Barneby 1974), hace sospechar que aunque la hembra oviposita en sus brotes, dicha planta probablemente no es el hospedante principal, lo cual podría incluso representar un "callejón sin salida" para éste.

El daño de este picudo se observó en árboles aislados, así como en aquellos asociados con café (*Coffea arabica*). En los cafetales los problemas son mínimos o nulos, especialmente porque la ramificación sería deseable para aumentar la sombra sobre el cafeto. Además, los porós se podan al menos una vez al año, como parte del esquema de manejo de la asociación café-poró, por lo que la pérdida de cierta cantidad de biomasa foliar no sería crítica para los árboles.

No obstante, al establecer un sistema agroforestal con *Erythrina*, cuando los árboles están pequeños, el daño puede ser severo, como sucedió en Puriscal, donde *E. poeppigiana* es una de las once especies de arbustos y árboles evaluados como forraje para cabras. Hasta 1991, el picudo había atacado los 300 árboles de un año de edad (1-1.5 m de altura) sembrados en 0.75 ha, dándose ataques reiterados. Los arbolitos del vivero, cuyas reservas se pueden agotar por los ataques repetidos, también fueron atacados por el insecto, muriendo cerca del 20% (Miguel Vallejo 1991, CATIE, com.pers.).

Aunque no se observó mortalidad de árboles, el crecimiento se retardó tanto, que tomó más de tres años para alcanzar la altura que hubieran logrado en ausencia de la plaga (Jorge Benavides 1991, CATIE, com. pers.)

2. *Terastia meticulosellus* (Lepidoptera: Pyralidae)

La larva de este barrenador se ha observado sobre *Erythrina* spp. en Puriscal (San José), Hojancha (Guanacaste) y Palmar Sur (Puntarenas), en la vertiente Pacífica, y Turrialba (Cartago) y Upala (Alajuela), en la vertiente Atlántica. Las zonas de vida de estos sitios, según Tosi (1969), son: bosque húmedo premontano (Puriscal), bosque húmedo tropical (Hojancha), bosque húmedo premontano, transición a basal (Palmar Sur), bosque húmedo premontano (Turrialba) y bosque húmedo tropical, transición a perhúmedo (Upala). El insecto ha sido registrado a altitudes comprendidas entre 20-1160 m.

Ataca tanto en viveros como en el campo y la larva barrena en uno o más brotes del árbol, alimentándose de los tejidos internos, de modo que al alcanzar la madurez solo permanece parte de la corteza (Fig. 2A). Los túneles varían en longitud, alcanzando a veces más de 20 cm. El daño se puede reconocer fácilmente por la presencia, en la axila de una hoja o en la punta del brote, de una masa verde-amarillenta de excremento y seda, que luego se torna rojiza (Fig. 2B). El brote posteriormente se marchita, ennegrece y desprende.

La muerte del brote tiene consecuencias similares a las descritas para *C. dentipes*. El daño puede ser importante en plantaciones agroforestales nuevas, de las que *Erythrina* forme parte. Aunque no se han realizado estudios sistemáticos, existen reportes

de daños serios en arbolitos, generalmente con menos de 1.5 m de altura, asociados con café, cacao y pimienta negra, a veces evitando su establecimiento. El daño y pérdida de árboles reportado en Puriscal a fines de los años 70 probablemente se debió a esta plaga, por lo cual pareciera no ser un problema nuevo (Nancy Glover, com. pers.). Hasta ahora el insecto ha sido observado atacando a *E. poeppigiana* y a *E. berteriana*.

Los agricultores y técnicos frecuentemente lo confunden con el barrenador de las meliáceas, *Hypsipyla grandella*, pues pertenecen a la misma familia, se parecen morfológicamente y causan un daño análogo a sus respectivos hospedantes. En algunas zonas de Costa Rica, *Erythrina* comúnmente se siembra como sombra del café junto con *Cedrela odorata* (cedro amargo), que es un árbol maderable valioso atacado por *H. grandella*. La presencia de un daño similar en dos especies que crecen juntas, conduce fácilmente a la creencia errónea de que la presencia del poró favorece el ataque de *H. grandella* al cedro. En cuanto a sus enemigos naturales, Hilje (obs. pers.) crió una mosca no identificada, de la familia Tachinidae, de larvas recolectadas en un vivero en Turrialba.

3. *Phyllophaga menetriesi* (Coleoptera: Scarabaeidae)

Phyllophaga es un género de abejones de tamaño mediano, ampliamente distribuido en América. Las larvas se conocen como "gallina ciega", "joboto", etc. y algunas especies son plagas agrícolas importantes, pues matan o debilitan las plantas al alimentarse de sus raíces. En América Central, los adultos de *P. menetriesi* se alimentan del follaje tierno de varios árboles latifoliados, incluyendo a algunas especies de *Erythrina* (ha sido registrada en *E. poeppigiana*, *E. berteriana* y *E. costaricensis*). Así, *Erythrina* juega un papel importante en el ciclo de vida de una plaga agrícola seria. Otras especies de *Phyllophaga*, que no son plagas, también se alimentan del poró. En el laboratorio, al menos otra plaga sería, *P. vicina*, se alimenta, copula y produce huevos viables al ser mantenida con una dieta basada en follaje de las dos primeras especies de poró, aunque su dieta natural normal es el guácimo (*Guazuma ulmifolia*), que no tiene afinidad taxonómica con los porós. De estas observaciones pareciera concluirse que *Erythrina* debe ser considerado como un hospedante potencial, dondequiera coincida con *Phyllophaga*.

P. menetriesi es la especie cuya asociación con los porós ha sido estudiada con mayor detalle. Gran parte de la información presentada aquí proviene de King (1984). La especie se distribuye en América Central y parte de América del Sur, a altitudes de 500-1800 m. La oviposición en el suelo se presenta a inicios de la estación lluviosa, típicamente en abril o mayo. Las larvas se alimentan de las raíces de plantas durante los tres instares, pero sólo el tercero, que aparece en junio o julio, causa daños serios en los cultivos. Los síntomas perceptibles en la parte aérea de las plantas son variados, comprendiendo desde la muerte de plántulas de maíz (Fig. 3A) y la destrucción de tubérculos de papa, hasta la caída del follaje en

arbustos de café severamente atacados. La naturaleza exacta de los síntomas depende de la severidad de la infestación y la susceptibilidad del cultivo.

Para octubre o noviembre la mayoría de las larvas ha alcanzado el tercer instar, que no se alimenta y que construye una celda de tierra donde permanece durante la mayor parte de la estación seca, hasta febrero o marzo. Después del período pupal, que dura cerca de un mes, los adultos permanecen en las celdas de tierra, de las cuales emergen para alimentarse y copular, inducidos por las primeras precipitaciones de la estación lluviosa.

La emergencia ocurre a horas crepusculares, cuando los adultos vuelan hacia las ramas bajas de árboles y arbustos, incluyendo a los porós. Después de un breve período de copulación, se dirigen al follaje tierno de las ramas superiores de sus hospedantes, donde pasan varias horas alimentándose. A altitudes bajas o medias, *P. menetriesi* prefiere el follaje tierno de *E. poeppigiana* (Fig. 3B) y de *E. berteriana*, mientras que a altitudes superiores busca otras especies, como *E. costaricensis*. Posteriormente, los adultos se alejan de sus sitios de alimentación, casi siempre a distancias relativamente cortas, y se introducen en el suelo, donde permanecen durante el día y ovipositan. Este comportamiento hace que generalmente se presente una mayor concentración de huevos en campos cercanos a árboles de poró, especialmente de los ubicados en cercas vivas o en los bordes de cafetales. Subsecuentemente, de no haber una mortalidad sustancial, las larvas de tercer instar aparecerán en grandes cantidades, dejando porciones de terreno sin cultivos u otra vegetación.

Los factores que determinan la selección de los hospedantes, así como la asociación entre las infestaciones de larvas y la presencia de árboles de poró, son conocidos en forma imperfecta. Específicamente, se desconoce por qué algunos árboles aparentemente apetecibles quedan intactos, mientras que otros son defoliados noche a noche, hasta agotar el follaje comestible. Solamente árboles con follaje nuevo y tierno son escogidos por los abejones, pero los ubicados dentro de plantaciones extensas (por ejemplo, dentro de cafetales) usualmente son atacados al mínimo. Los árboles solitarios, así como aquellos cuya silueta contrasta con el trasfondo del cielo, frecuentemente atraen grandes cantidades de adultos, actuando como focos para las infestaciones larvales posteriores.

Sin embargo, existen excepciones a estas generalizaciones. Los cultivos que crecen cerca de los porós pueden escapar al daño posterior de las larvas, incluso cuando había altas poblaciones previas de adultos. Es posible que las condiciones edáficas no fueran adecuadas para la oviposición o que se presentara mortalidad elevada. Asimismo, puede presentarse daño en cultivos extensos asociados con poró. Por ejemplo, se ha observado daño severo en café sombreado con poró en El Salvador, así como en maíz en experimentos de cultivos en callejones en Turrialba (Donald Kass 1991, CATIE, com. pers.), donde las poblaciones previas de adultos sobre *E. poeppigiana* eran generalmente bajas. Es posible



Fig. 1. Brote de *E. poeppigiana* mordisqueado por *C. dentipes* (A) y respuesta del árbol al ataque (B).



Fig. 2. Larva madura de *T. meticulosellus* dentro de la galería (A) y excrementos larvales en el ápice del brote (B), en *E. poeppigiana*.



Fig. 3. Daño de las larvas de *P. menetriesi* en maíz (A) y de los adultos en *E. poeppigiana* (B).

que en situaciones como estas los ataques obedecieran a una mayor sobrevivencia de las larvas en suelos con niveles más altos de materia orgánica (King 1985), promovidos por el mantillo de follaje del poró, más que la posibilidad de que el poró atrajera altas poblaciones de adultos previamente. Por tanto, la proximidad a los árboles de *Erythrina* parece ser, a veces, pero no siempre, el factor determinante en favorecer las infestaciones larvales de *P. menetriesi*.

DISCUSION

El interés en *Erythrina* como un componente fijador de nitrógeno en sistemas agrícolas sostenibles, continúa incrementándose. Si, como resultado de ello, se establecen más y mayores áreas, los ejemplos descritos sugieren que los problemas de insectos plagas en plantaciones de poró, se podrían empezar a sentir y que los problemas en cultivos asociados o vecinos podrían exacerbarse.

Aunque es casi inevitable que se presenten variaciones en el *status* de algunas plagas, como resultado de los cambios en la abundancia y la distribución espacial de árboles como *Erythrina*, las consecuencias exactas de ello son difíciles de predecir, para un lugar en particular. Será necesario acumular más conocimiento empírico hasta conocer más acerca de las relaciones de las especies de poró con sus plagas primarias, plagas potenciales y los enemigos naturales de ambas.

Los ejemplos discutidos, representan efectos locales y observables de la presencia de *Erythrina*. No obstante, es posible que los efectos principales del incremento de sus plantaciones se percibirían tanto en el plano regional como en los niveles local o de fincas específicas. En especies plagas como *P. menetriesi*, cuyas larvas y adultos atacan diferentes hospedantes, el aumento del recurso alimenticio para los adultos podría conducir a mayores poblaciones de la plaga sobre un área más amplia. En otros casos, las plantaciones de *Erythrina* en nuevas áreas podrían favorecer la expansión geográfica de las plagas. Estas conexiones entre la expansión de las plantaciones y los cambios regionales en el *status* de plaga son difíciles de demostrar. Sin embargo, se deben considerar como riesgos reales y, por tanto, no deberían ser ignoradas al valorar las implicaciones de establecer nuevos sistemas agrícolas que involucren a *Erythrina*.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. J. Pakaluk (Systematics Entomology Laboratory, USDA), la identificación de *C. dentipes*; al Dr. Laurence Mound (British Museum, Natural History), los registros de Thysanoptera; al Ing. Jorge Benavides e Ing. Miguel Vallejo (CATIE), la información sobre el daño del picudo.

LITERATURA CITADA

- BALLOU, C.H. 1935. Insectos observados durante el año de 1934. Boletín Técnico del Centro Nacional Agrícola (Costa Rica) 1935:97-142.
- _____. 1936. Insect notes from Costa Rica in 1935. Insect Pest Survey Bulletin 16:437-497.
- _____. 1937. Insect notes from Costa Rica in 1936. Insect Pest Survey Bulletin 17(9):483-590.
- DUFFY, E.A.J. 1960. A monograph of the immature stages of neotropical timber beetles (Cerambycidae). London. The British Museum of Natural History. 327 p.
- FALLAS, F.; HILJE, L. 1985. Protocooperación entre *Aethalion reticulatum* (L.) (Homoptera: Aethalionidae) y *Camponotus abdominalis* (F.) (Hymenoptera: Formicidae) en Costa Rica. Brenesia (Costa Rica) 24:361-370.
- HILJE, L.; ARAYA, C.; SCORZA, F. 1991. Plagas y enfermedades forestales en América Central. Guía de campo. CATIE. Serie Técnica. Manual Técnico No. 4. 260 p.
- KING, A.B.S. 1984. Biology and identification of white grubs (*Phyllophaga*) of economic importance in Central America. Tropical Pest Management 30(1):36-50.
- _____. 1985. Factors affecting infestation by larvae of *Phyllophaga* spp. (Coleoptera: Scarabaeidae) in Costa Rica. Bull. Entom. Res. 75:417-427.
- KRUKOFF, B.A.; BARNEBY, R.C. 1974. A conspectus of the genus *Erythrina*. Lloydia 37:332-459.
- PAYNE, L.D. 1991. The alkaloids of *Erythrina*: Clonal evaluation and metabolic fate. Ph.D. Dissertation. The Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College. 161 p.

CUADRO 1. Registros de insectos asociados con *Erythrina* spp. en Costa Rica. (Fuente: Ballou, 1935, 1936, 1937).

TAXONOMIA	HA	E.Sp.	Otros	Ref.
ORDEN COLEOPTERA				
Cerambycidae				
<i>Eucharassus dispar</i> Bates	??	Er	0	2
<i>Oreodera costaricensis</i> Thom.	??	Er	0	1
<i>Phaea lateralis</i> Bates	??	Er	1	1
Chrysomelidae				
<i>Ctenochira cumulata</i> (Boheman)	DF	Er	2	2
<i>Diabrotica fulvicornis</i> Jacoby	DF	Eg,Er	19	1,2
<i>Diabrotica nummuralis</i> Harold	DF	Er	91	1,2
<i>Nodonota irazuensis</i> Jacoby	DF	Er	206	1,2
<i>Nodonota lateralis</i> (Jacoby)	DF	Er	119	1,2,3
<i>Xenochalepus ambliipennis</i> (Baly)	DF	Er	0	3
<i>Xenochalepus waterhousei</i> (Baly)	DF	Er	0	3
Coccinellidae				
<i>Epilachna abrupta</i> Gorh.	DF	Er	3	2
Curculionidae				
<i>Geraeus lentiginosus</i> (Boh.)	??	Er	26	2,3
<i>Lechriops</i> sp.	??	Er	1	1
Elateridae				
<i>Agriotes sublineatus</i>	??	Er	1	1
Lycidae				
<i>Calopteron reticulatum</i> (Fabricius)	??	Er	13	3
ORDEN DIPTERA				
<i>Tetraeuresta obscuriventris</i> Loew	??	Er	4	1,2
ORDEN HEMIPTERA				
Coreidae				
<i>Anisoscelis gradadia</i> Dist.	CH	Er	2	3
<i>Corizus sidae</i> (Say)	CH	Er	8	1,2,3
Miridae				
<i>Mala unicolor</i> Dist.	CH	Er	0	3
<i>Paracalocoris annulatus</i> Dist.	CH	Er	22	1,2,3
Pentatomidae				
<i>Edessa cornuta</i> Burm.	CH	Er	14	1,2,3
<i>Edessa junix</i> Stal	CH	Er	4	1,2,3
Pyrrhocoridae				
<i>Dysdercus mimulus</i> Hussey	CH	Er	41	1,2,3
Scutelleridae				
<i>Pachycoris torridus</i> (Scop.)	CH	Er	16	1,2,3
Tingidae				
<i>Gargaphia patricia</i> Stal	CH	Er	3	1,2,3
ORDEN HOMOPTERA				
Cicadellidae				
<i>Cicadella occatoria</i> (Say)	CH	Er	139	1,2,3
<i>Diedrocephala limbaticollis</i> (Stal)	CH	Er	25	3
<i>Graphocephala coccinea</i> (Forst.)	CH	Er	92	1,2,3
<i>Graphocephala limbaticollis</i> Stal	CH	Er	15	1,2
<i>Graphocephala sexlineata</i> (Sign.)	CH	Er	39	3
<i>Graphocephala versuta</i> (Say)	CH	Er	47	3
<i>Oncometopia obtusa</i> (F.)	CH	Er	60	3
<i>Oncometopia undata</i> Fab.	CH	Er	44	1,2,3
<i>Platymetopus frontalis</i> Van D.	CH	Er	86	2,3
Cicadidae				
<i>Fidicina pronoe</i> (Walk.)	??	Er	1	3
Coccidae				
<i>Saissetia hemisphaerica</i> (Targ.)	CH	Er	96	1,2,3
Fulgoridae				
<i>Thionia variegata</i> Stal	CH	Er	1	3
Membracidae				
<i>Aethalion reticulatum</i> L.	CH	Er	20	1,2,3
<i>Antianthe expansa</i> Germ.	CH	Er	13	1,2,3
<i>Bolbonota insignis</i> Fowl.	CH	Er	66	1,2,3
<i>Ceresa testacea</i> Fairm.	CH	Er	10	2,3
<i>Ceresa vitulus minor</i> Fowl.	CH	Eg,Er	5	2,3
<i>Enchenopa binotata</i> (Say)	CH	Er	39	2,3
<i>Enchenopa lanceolata</i> Stoll	CH	Er	19	1,2,3
<i>Membracis mexicana</i> Guer.	CH	Er	90	1,2,3
<i>Spongophorus ballista</i> Germ.	CH	Er	26	1,2,3
ORDEN LEPIDOPTERA				
Limacodidae				
<i>Phobetron hipparchia</i> Cram.	DF	Er	19	1,2,3
Saturniidae				
<i>Automeris boucardi</i> Druce	DF	Er	10	1,2,3
(Desconocida)				
<i>Telegonus alardus</i> (Stoll)	??	Er	0	3
ORDEN SALTATORIA				
Tettigoniidae				
<i>Cocconotus ravus</i> Rehn	??	Er	44	1,2,3
<i>Insara intermedia</i> (Brunner)	??	Er	>54	2,3

HA (Hábito alimentario); DF: Defoliador, CH: Chupador, BB: Barrenador de brotes, CB: Cortador de brotes.

E.Sp. (Especies de *Erythrina* atacadas); Eg (*E. glabra*), Er (*E. rubrinervis*).

Otros (Número de otras especies de plantas atacadas).

Ref. (Referencias): 1 (Ballou 1935), 2 (Ballou 1936), 3 (Ballou 1937).

CUADRO 2. Registros recientes de insectos asociados con *Erythrina* spp. en Costa Rica.

TAXONOMIA	HA	E.Sp.	Ref.
ORDEN COLEOPTERA			
Curculionidae			
<i>Chalcodermus dentipes</i> Champion	CB	Ep	3
<i>Exophthalmus jekelianus</i> (White)	DF	Ep	3
Scarabaeidae			
<i>Anomala cincta</i> (Say)	DF	Eb, Ep	4
<i>Faula centralis</i> Sharp	DF	Ep	4
<i>Phyllophaga menetriesi</i> (Blanchard)	DF	Eb, Ec, Ep	4
<i>Phyllophaga</i> sp.	DF	Eb, Ec, Ep	4
ORDEN HEMIPTERA			
Lygaeidae			
<i>Neacoryphus bicrucis</i> (Say)	CH	??	2
Pentatomidae			
<i>Antiteuchus prob. sepulcralis</i> (Fabri.)	CH	??	2
<i>Eritrachys bituberculata</i> Ruckes	CH	??	2
ORDEN HOMOPTERA			
Membracidae			
<i>Aethalion reticulatum</i> L.	CH	Eb, Ec	1
ORDEN HYMENOPTERA			
Formicidae			
<i>Atta cephalotes</i> (Linnaeus)	DF	??	2
ORDEN LEPIDOPTERA			
Arctiidae			
<i>Euceron</i> sp.	DF	??	2
Hesperiidae			
<i>Coeliades</i> sp.	DF	??	2
Limacodidae			
<i>Sibine</i> sp.	DF	??	2
Pyralidae			
<i>Aganthodes monstrialis</i> Guen.	DF	Ep	3
<i>Terastia meticolosellus</i> Guen.	BB	Ep	3
ORDEN THYSANOPTERA			
Thripidae			
<i>Frankliniella insularis</i> (Franklin)	CF, DF	??	5
<i>Pseudodendrothrips</i> sp.	LF	??	5

HA (Hábito alimentario): CF: Comedor de flores, DF: Defoliador, CH: Chupador, BB: Barrenador de brotes, CB: Cortador de brotes. E.Sp. (Especies de *Erythrina* atacadas): Eb (*E. berteriana*), Ec (*E. costaricensis*), Ep (*E. poeppigiana*). Ref. (Referencias): 1 (Fallas y Hilje 1985), 2 (Coto, obs. pers.), 3 (Hilje y Coto, obs. pers.), 4 (Shannon, obs. pers.) y 5 (Mound, com. pers.).

LA EVOLUCION DEL CONTROL BIOLÓGICO DE INSECTOS EN LOS CULTIVOS DE COSTA RICA

Carlos L. Rodríguez V.*
Juan M. Hernández R.**
Evaristo Morales M.***

ABSTRACT

This work discusses the evolution of biological control in Costa Rica. Research reported in the literature was classified as classical biological control, natural biological control, insect pathology, and according to crops. The perspectives of biological control in Costa Rica are also evaluated. Most of the work has been done in natural biological control. After 1980 more work was done on insect pathogens. Banana, sugar cane and fruits are crops with more information in biological control. Biological control in Costa Rica, in order to improve its' development and success, needs changes in research, extension and financial support.

INTRODUCCION

Este artículo no pretende sólo un enfoque histórico, ya que en este aspecto sobresale el trabajo de Jirón y Vargas (1986), que clasifica el desarrollo entomológico de Costa Rica en tres etapas: naturalista (1860-1927), asociativa (1927-1962) y ecológica (1962 hasta la fecha). Este trabajo cubre el desarrollo del control biológico desde 1915, considerando información de la literatura publicada, y de los archivos del Ministerio de Agricultura y Ganadería así como experiencias personales de los autores.

El control biológico aplicado de insectos, se designa como clásico, cuando se importan enemigos naturales que una plaga introducida ha dejado en su lugar de origen, y como control biológico natural, el empleo de los enemigos naturales que existen en los ecosistemas naturales o en los cultivos de un país (Quezada 1990).

Dentro del control biológico, la patología de insectos estudia sus enfermedades, en su **etiología** (causa de la enfermedad), la **sintomatología** o sea alteraciones estructurales, químicas y funcionales que ocasionan las enfermedades, y la **epizootiología** o sea el curso que sigue la enfermedad así como los factores bióticos y abióticos que favorecen su desarrollo (Alatorre 1987).

Recibido: 20/09/93. Aprobado: 08/10/93.

*Del Monte Specialty Products, San José, Costa Rica.

**MAG, Departamento de Protección Vegetal, Guadalupe, San José, Costa Rica.

***OIRSA, Guadalupe, San José, Costa Rica.

RESUMEN

Se señala la evolución del control biológico de insectos en Costa Rica, mediante la revisión de información, que se agrupó por control biológico clásico, natural y patología de insectos. El tema se trató en los cultivos donde existe mayor información como frutales, banano, caña de azúcar y café y se señalan las perspectivas que debería tener el control biológico en Costa Rica. La mayor cantidad de trabajos se presentan en control biológico natural y en la década de 1980 aparecen más trabajos en patología de insectos. Se deduce que el control biológico en Costa Rica debe plantear cambios en investigación, extensión y financiamiento, para lograr su mejor desarrollo, posibilidades de éxito y continuidad.

En Costa Rica los primeros trabajos de control biológico se reportaron en 1915, posteriormente se realizaron varios trabajos, pero no se divulgaron apropiadamente y en las últimas décadas la mayoría de las publicaciones se refieren al control químico, divulgando información sobre recomendaciones de control, equipo de protección y últimamente sobre las consecuencias perjudiciales de los insecticidas (Jiménez y Fernández 1982, Fernández 1983, May y Valerín 1983 y Hilje *et al.* 1987). Esto nos hace pensar que nuestro pensamiento gira en torno a este tipo de control y es muy poco lo que se informa sobre alternativas al uso unilateral de plaguicidas, que han tenido también éxito e importancia en manejo de plagas en Costa Rica.

Se considera pues, que la mayoría de las publicaciones producidas en Costa Rica, en manejo de plagas, se refieren a plaguicidas y que los insecticidas son el método favorito de manejo de plagas, utilizado en Costa Rica (Hilje 1987, Hilje *et al.* 1987).

En vista a la difícil situación por problemas insectiles causados por "minadores de las hojas" y las moscas blancas en varios cultivos, y al papel del control biológico en Costa Rica, este trabajo tiene los siguientes objetivos:

- Señalar el desarrollo general y los limitantes del control biológico en Costa Rica.
- Mencionar la experiencia del control biológico en los principales cultivos.
- Presentar algunos aspectos sobre lo que podría ser la perspectiva del control biológico en Costa Rica.

MATERIALES Y METODOS

Desarrollo general del control biológico en Costa Rica. Mediante consulta de los informes anuales del Departamento de Entomología del MAG (1972-1990), Jirón y Sancho (1983), resúmenes de los Congresos Agronómicos de Costa Rica, Revista Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) y materiales preparados por el Ing. Juan Maurillo Hernández R. y MSc. Evaristo Morales M. La información se agrupó según la temática en: control biológico clásico, natural y patología de insectos, según el cultivo tratado.

Control biológico en los principales cultivos, con base en los criterios de volumen de publicaciones y los cultivos para los cuales hubo programas exitosos de control biológico.

Perspectivas del control biológico en Costa Rica, se discuten las perspectivas que podría tener con base en los puntos anteriores.

RESULTADOS Y DISCUSION

Desarrollo del control biológico en Costa Rica. Hilje *et al.* (1989) consideran que el primer intento formal de combate biológico en Costa Rica fue el del Dr. Clodomiro Picado en 1915, contra la langosta, mediante una bacteria entomopatógena.

En el inicio del control biológico en Costa Rica, el Dr. Charles Ballou, importó en 1932 el parasitoide *Eretmocerus serius* Silv. (Hymenoptera: Eulophidae) para el control de la "mosca prieta de los cítricos" *Aleurocanthus woglumi*, con la colaboración del Dr. Scaramuzza de la Oficina de Sanidad Vegetal de Cuba. A partir de este parasitoide, se establecieron colonias en San Pedro de Montes de Oca (Sede de la Escuela Nacional de Agricultura) y en Río Segundo de Alajuela, de donde se dispersó a lugares como El Coco, Grecia de Alajuela y Heredia (Morales 1990). Esfuerzos similares fueron hechos por el profesor José Fidel Tristán, en colaboración con entomólogos norteamericanos hasta lograr la desaparición de la plaga como problema (DeBach 1974). Este aspecto figura en la literatura mundial dentro del concepto del control biológico clásico.

Durante 1933 y 1936 se introdujeron de los Estados Unidos ejemplares de *Aphelinus mali* (Hald.) (Hymenoptera: Eulophidae) para el combate del "áfido del manzano" *Eriosoma lanigerum* (Hausm.), importado por el Departamento de Agricultura de Costa Rica. El éxito en el control de esta plaga fue de gran importancia, como lo consideraron Paul de Bach y H.L. Sweetman (Morales 1989).

Estos trabajos se destacan porque al existir en Costa Rica grandes éxitos del control biológico clásico desde la década de los 30, resulta difícil explicar su lento desarrollo desde esa época hasta la actualidad. Algunas razones podrían ser la escasez de personal capacitado y la falta de apoyo económico para dar continuidad a esos trabajos y sobre todo la enorme presión de la industria de plaguicidas con productos de efecto rápido, que impactan al agricultor.

Asimismo la formación de los profesionales en agronomía, en muchos casos enfocada hacia el uso unilateral de los plaguicidas. También el auge del control químico de insectos, restó importancia y apoyo sobre todo a partir de 1960 (Hilje *et al.* 1989).

La mayor cantidad de publicaciones e informes en control biológico se presentan en Costa Rica, durante dos períodos de 1975-1979 y de 1985-1990 (Fig. 1). El primer período se destaca por el volumen de trabajos en control biológico natural y el segundo por el auge en la patología de insectos.

Ambos períodos sobresallieron por circunstancias tales como la existencia de una sección de Control Biológico dentro del Departamento de Entomología del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), bajo la jefatura del Ing. Isaac Solís M. Esta sección tenía un profesional más, cargo ocupado por la Ing. Jeannette de Nelson de 1972 a 1976 y de 1977 en adelante por el Ing. Juan M. Hernández R. De esta forma con el interés del Estado, de apoyar el control biológico y con la colaboración de la empresa privada, se desarrollaron programas en cultivos como: algodón, banano, caña de azúcar, cafeto, frutales, granos básicos y hortalizas. En este mismo período la empresa Central Agrícola de Cartago con apoyo Técnico del MAG, se dedicó a la producción de *Trichogramma minutum* y *T. pretiosum*.

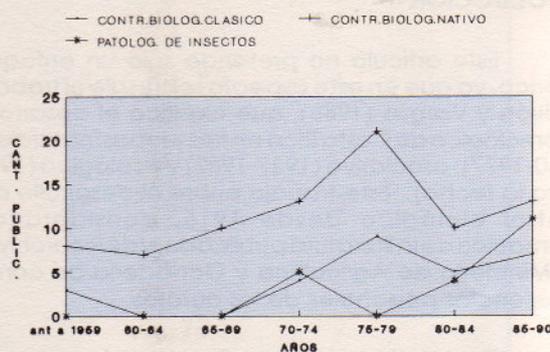


Figura 1. Dinámica de los métodos de divulgación de Control Biológico en Costa Rica.

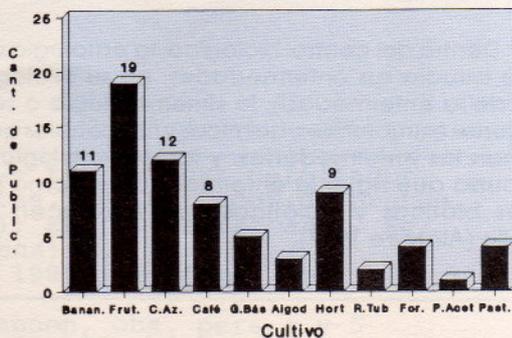


Figura 2. Número de publicaciones sobre Control Biológico realizadas según cultivo. Costa Rica.

En la década de los ochenta, con base en los trabajos, que venía desarrollando la sección de control biológico, se le propuso a la Liga Agrícola e Industrial de la Caña de Azúcar la creación de un insectario-laboratorio para la investigación y control de las plagas de este cultivo, situación que fue avalada por Saul H. Risco en un congreso de DIECA. Para poner a funcionar este laboratorio en sus primeros años, el MAG cedió al Ing. Isaac Solís M. a tiempo completo. Fue importante el consentimiento y apoyo del Dr. Saul H. Risco, porque era un entomólogo que había desarrollado un interesante programa de control biológico de las plagas de la caña de azúcar en Brasil.

Durante 1985-1990 se publicó bastante, pero en este período la sección de control biológico del MAG, su personal se redujo y quedó integrado sólo por el Ing. Juan M. Hernández y un auxiliar, pero se amplió el laboratorio de control biológico de la Dirección de Investigación y Extensión en Caña de Azúcar a cargo del MSc. Francisco Badilla F., con la colaboración de un grupo de profesionales y el mejor laboratorio de control biológico del país y trabajando con *Cotesia (Apanteles) diatraea*, *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*. En esta época el Proyecto MIP-CATIE, desarrolló trabajos en control biológico con el Dr. José Ruffilo Quesada, MSc. Manuel Carballo y el Ing. Alexander Ramírez B. Aunque el Estado redujo su participación por parte del MAG, el control biológico continuó su desarrollo a través de los organismos internacionales y la empresa privada.

Antes de 1970, la mayoría de la información fue divulgada en revistas extranjeras o en tesis (Jirón y Sancho 1983), con el inconveniente de ser de difícil acceso, a excepción de los trabajos de Lara (1965) y Zeledón *et al.* (1965). Durante 1970-1980, se publica

más en revistas nacionales como Revista Biología Tropical, Agroindustria y Turrialba (Jirón y Sancho 1983), pero mucha información registrada en los informes anuales del Departamento de Entomología del MAG. En la década de los ochenta el CATIE creó la revista "Manejo Integrado de Plagas", la cual favoreció la comunicación del avance del control biológico en Costa Rica y la región. El 8º Congreso Agronómico Nacional, el I Congreso Nacional de Entomología, el Primer Congreso Centroamericano de Entomología y Combate Natural de Plagas, realizado en noviembre de 1992 y la divulgación mediante el periódico, agilizaron el acceso a la información (Fig. 1).

La mayoría de las publicaciones de control biológico, es sobre cultivos de frutales, banano y caña de azúcar, Fig. 2. En el caso de frutales, ha existido la colaboración de OIRSA a través de apoyo económico y especialistas financiados por Organismos Internacionales. En banano y caña de azúcar los productores han contribuido con su apoyo económico, a desarrollar más trabajos de investigación.

CUADRO 2. Relación entre el promedio de aplicación de insecticidas y el rendimiento de algodón oro por hectárea. (MAG 1981).

ANOS	APLICACIONES PROMEDIO/ha (No.)	RENDIMIENTO (Kg/ha)
1976-1977	2	621
1977-1978	5	563.5
1978-1979	11	249.2
1979-1980	16	154.2

CUADRO 1. Enemigos naturales identificados en el cultivo de algodón, durante 1975-1977. (Departamento de Entomología 1975 y 1977).

NOMBRE CIENTIFICO	ORDEN	FAMILIA
<i>Brachymeria</i> sp.	Hymenoptera	Chalcididae
<i>Calleida decora</i> F.	Coleoptera	Carabidae
<i>Calosoma</i> sp.	Coleoptera	Carabidae
<i>Cardiochiles nigriceps</i>	Hymenoptera	Braconidae
<i>Coleomegilla maculata</i>	Coleoptera	Coccinellidae
<i>Colliuris pilatei</i>	Coleoptera	Carabidae
<i>Cycloneda sanguinea</i>	Coleoptera	Coccinellidae
<i>Encarsia nigricephala</i>	Hymenoptera	Aphelinidae
<i>Eucelatoria</i> spp.	Diptera	Tachinidae
<i>Euplectrus</i> sp.	Hymenoptera	Eulophidae
<i>Geocoris</i> sp.	Hemiptera	Lygaeidae
<i>Gymnocarcelia ricinorum</i>	Diptera	Tachinidae
<i>Hyperaspis</i> spp.	Coleoptera	Coccinellidae
<i>Hormius</i> spp.	Hymenoptera	Braconidae
<i>Lysiphlebus testaceipes</i>	Hymenoptera	Braconidae
<i>Meteorus laphygmae</i>	Hymenoptera	Braconidae
<i>Orius</i> sp.	Hemiptera	Anthocoridae
<i>Podissus nigrispinus</i>	Hemiptera	Pentatomidae
<i>Polistes erythrocephalus</i>	Hymenoptera	Vespidae
<i>Polistes instabilis</i>	Hymenoptera	Vespidae
<i>Polistes major</i>	Hymenoptera	Vespidae
<i>Salenophorus</i> sp.	Coleoptera	Carabidae
<i>Scymnus</i> sp.	Coleoptera	Coccinellidae
<i>Stetorus</i> sp.	Coleoptera	Coccinellidae
<i>Winthemia</i> spp.	Diptera	Tachinidae

Por otra parte, los cultivos de banano, caña de azúcar y frutales, tienen una duración de varios años, que permite una mayor estabilidad ecológica y se favorece así el control biológico natural (Horn 1988).

En el Primer Congreso Centroamericano de Entomología y Combate Natural de Plagas (ASENCO 1992), 22.78% de las publicaciones fueron en control biológico, al dividir éste por las tácticas, el 38.89% fue en control biológico clásico, el 22.22% en patología de insectos y un 38.89% en control biológico natural. Al separar por cultivo, el 50% de los trabajos fue en frutales y el resto del porcentaje, se repartió en un 10% de los cultivos de caña de azúcar, café, cebolla, palma aceitera y repollo. En frutales es importante el trabajo de moscas de las frutas que presentó en ese congreso el Msc. Hernán Camacho, de la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica.

Control biológico por cultivos

Algodón. Las siembras de algodón, han tenido mucha variación: en 1960, 3385 ha; en 1971, 0 ha; en 1972, 143 ha; en 1976, 400 ha; en 1977, 13976 ha. Estas variaciones impidieron llevar a cabo un programa continuo de control biológico (Departamento de Entomología 1977).

De 1974 a 1978, se realizaron programas de control biológico en algodón con logros importantes, como la identificación de enemigos naturales (Cuadro 1).

En 1974 se importó de California el parasitoide de huevecillos *Trichogramma minutum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para el combate de lepidópteros, sobre todo en el cultivo del algodón. Este parasitoide se multiplicó en gabinetes especiales, utilizando los huevecillos de la polilla de granos almacenados (*Anagasta kuehniella*), la cual era alimentada con una mezcla de maíz quebrado y semolina de arroz. Posteriormente se utilizaron huevecillos de *Sitotroga cerealella* debido a que eran más fáciles de obtener, sólo que al ser más pequeños que los de *Anagasta*, se cree que las avispitas podrían ser más débiles. Entre 1976 y 1980 se aplicaron miles de hectáreas de algodón con esta avispa, en donde las parasitaciones de huevecillos de *Heliothis* spp. y *Alabama argillacea* variaron de 73% a 94%, con aplicaciones de 20.000 avispitas por hectárea el primer mes del cultivo y de 30.000 a 40.000 después de este mes.

En 1976, se hicieron liberaciones semanales del parasitoide *Trichogramma minutum* para el control del bellotero *Heliothis zea* en una finca de 14 ha, en Carrillo de Guanacaste, por un total de 4 631 800 avispitas. Se pudo elevar el parasitismo natural de 23% hasta 76%. En consecuencia, en esta finca se requirió sólo de una aspersión de insecticidas durante el ciclo del cultivo, mientras que en el resto de fincas de la región se realizó un promedio de 12 aplicaciones de productos químicos (Departamento de Entomología 1976), sin embargo, este número de aspersiones era inferior a lo que podía ocurrir en otros países de Centroamérica.

Hubo liberaciones en otras fincas, pero no se dió seguimiento a la parasitación obtenida, sin embargo, muchos agricultores quedaron satisfechos de los resultados. Esto se manifiesta en una donación de \$40 000 suministrada en 1976 por el Banco Central a través del Programa de Fomento Algodonero, a la sección de Control Biológico del MAG y para 1977 la producción de *Trichogramma minutum* la realizaba una entidad comercial, una oficial y tres importadores independientes. Esto demostraba el interés comercial que había despertado el control biológico. (Departamento de Entomología 1977).

Con la experiencia del Ing. Juan M. Hernández R. durante 1977, se suministró asistencia técnica a fincas algodonerías, en muchas de ellas, el parasitismo natural en huevecillos de *Alabama argillacea* y de *Heliothis* sp. por especies de *Trichogramma* natural superaba el 90%. Otras especies de *Trichogramma* que se reprodujeron, además de *T. minutum*, fueron *T. pretiosum* y *T. semifumatum*, importados de México.

En 1978, el picudo del algodón *Anthonomus grandis* (Boh.) atacó en la zona algodonería; fue un año muy lluvioso y desde temprana edad del cultivo hubo que aplicar insecticidas, por lo que los programas de control biológico de muchas fincas se paralizaron.

Tanto la empresa privada como la Sección de Control Biológico del MAG, dejaron de producir *T. minutum* y se paralizó así el programa de control biológico en el algodón. Esto condujo a un uso creciente de insecticidas, lo cual favoreció una mayor aparición de plagas y el desestímulo de participar en la actividad, por el descenso en la productividad del cultivo (Cuadro 2, MAG 1981).

Banano. En este cultivo se presenta gran cantidad de trabajos, en control biológico natural y en patología de insectos (Cuadro 3 y 4). Sobresalen los trabajos del Dr. Franz Lara Eduarte, en la Standard Fruit Company y en la Banana Development Corporation of Costa Rica (Bandeco).

Los trabajos en control biológico recibieron apoyo de las compañías bananeras a través de especialistas como Franz Lara, J. Harrison, C.S. Stephens y de financiamiento de investigaciones.

Durante 1983 el Ing. Isaac Solís M., del MAG, realizó trabajos para ASBANA, sobre enemigos naturales de *Antichloris viridis* (MAG 1983) Cuadro 3.

Se presentaron trabajos con entomopatógenos durante los años 1970, por ser el Dr. Franz Lara entomólogo especializado en fitopatología (Cuadro 4). De esta manera se presentan los trabajos pioneros en patología de insectos. Lara (1970) menciona que en estudios de 82 larvas de *Platynota rostrana*, el 12.32% murió en estado larval y 19.18% en pupa, debido al hongo *Nectria* sp.

Los estudios en *Prodenia androgea* y *P. dolichos* señalan un parasitismo del 99.3% por las moscas taquinidas *Lespesia aletiae* (Riley), *Winthemia* sp. y virus de la granulosis. Asimismo en una área muy infestada de *Oiketicus kirbyi* se registró un 33.33% de

CUADRO 3. Enemigos naturales de las plagas del banano en Costa Rica.

ENEMIGO NATURAL	ORDEN	FAMILIA	PLAGA	REFERENCIA
<i>Achaetoneura</i> sp.	Diptera	Tachinidae	<i>Epantheria icasia</i>	Harrison y Stephens (1966)
<i>Apanteles</i> sp.	Hymenoptera	Braconidae	<i>E. icasia</i>	Harrison y Stephens (1966)
			<i>Anthichloris viridis</i>	Lara (1970)
<i>Brachymeria</i> sp.*	Hymenoptera	Chalcididae	<i>A. viridis</i>	MAG (1983)
<i>Carcelia</i> sp.	Diptera	Tachinidae	<i>E. icasia</i>	Harrison y Stephens (1966)
<i>Casinaría</i> sp.	Hymenoptera	Ichneumonidae	<i>A. viridis</i>	MAG (1983)
<i>Chrysopa</i> spp.	Neuroptera	Chrysopidae	<i>A. viridis</i>	MAG (1983)
<i>Crematogaster</i> sp.	Hymenoptera	Formicidae	<i>A. viridis</i>	Lara (1970)
<i>Elachertus ceramidae</i>	Hymenoptera	Eulophidae	<i>A. viridis</i>	Lara (1970)
<i>Ipoibracon</i> sp.	Hymenoptera	Braconidae	<i>Oiketycus kirbyi</i>	Lara (1970)
<i>Lespesia aletiae</i>	Diptera	Tachinidae	<i>E. eridanus</i> Cram	Lara (1970)
			<i>Caligo mammon</i> Felder	
			<i>O. kirbyi</i> Guilding	
			<i>A. viridis</i>	MAG (1983)
<i>Leschenaultia leucophrys</i>	Diptera	Tachinidae	<i>E. icasia</i>	Lara (1970)
<i>Meteorus laphygmae</i>	Hymenoptera	Braconidae	<i>A. viridis</i>	Lara (1970) MAG (1983)
<i>Niotropis</i> sp.	Hymenoptera	Eulophidae	<i>A. viridis</i>	Lara (1970)
<i>Palperoxista</i> sp.	Diptera	Tachinidae	<i>A. viridis</i>	Lara (1970)
<i>Pheidole flavens</i>	Hymenoptera	Formicidae	<i>A. viridis</i>	Lara (1970)
			<i>C. humboldti</i>	Lara (1965)
<i>Polistes</i> spp.	Hymenoptera	Vespidae	<i>A. viridis</i>	MAG (1983)
<i>Psychidomicroa brethesi</i>	Hymenoptera	Chalcididae	<i>O. kirbyi</i>	Lara (1970)
<i>Sarcophaga lambens</i>	Diptera	Sarcophagidae	<i>O. kirbyi</i>	Lara (1970)
<i>Solenopsis geminata</i>	Hymenoptera	Formicidae	<i>A. viridis</i>	Lara (1970)
<i>Stethorus</i> sp.	Coleoptera	Coccinellidae	<i>A. viridis</i>	MAG (1983)
<i>Symphorobius</i> spp.	Neuroptera	Hemerobiidae	<i>A. viridis</i>	MAG (1983)
<i>Trichogramma minutus</i>	Hymenoptera	Trichogrammatidae	<i>A. viridis</i>	Lara (1970)
<i>Winthemia</i> sp.	Diptera	Tachinidae	<i>Prodenia androgea</i>	Lara (1970)
			<i>P. dolichus</i>	

la población parasitada por insectos, un 42.41% era atacada por entomopatógenos y un 10.47% eliminados por depredadores; sólo 13.79% lograron sobrevivir. Estos trabajos demuestran la importancia del control biológico de insectos en banano.

También las aspersiones con productos a base de *Bacillus thuringiensis* mostraron buenos efectos sobre *O. kirbyi* (Lara 1970) y *Sibine apicalis* (Jaramillo et al. 1974).

Las condiciones de humedad de las zonas productoras de banano, la cantidad de hojas de este cultivo y su permanencia en un terreno por varios años, son condiciones que favorecen el desarrollo de trabajos de control biológico y de patología de insectos.

Café. Los principales problemas entomológicos en la historia en este cultivo, se deben a las erupciones del Volcán Irazú durante 1963 y 1964, (Cuadro 5). Hamilton (1964) expresa que alrededor de 6000 ha de café fueron severamente dañadas en 1964 por plagas insectiles y ácaros. La ceniza del Volcán Irazú y la sequía contribuyeron a la defoliación, estimando las pérdidas de cosecha en un 30%, lo que equivale aproximadamente a U.S. \$13 500 000.

Las erupciones del Volcán provocaron la aparición de plagas, posiblemente por un aumento general de temperatura que pudo contribuir a reducir su ciclo de vida (Morales 1990). También disminuyó la precipitación pluvial (Hamilton 1967), y el carácter abrasivo de las cenizas afectó más los enemigos naturales que las plagas (Wille y Fuentes 1975).

El aumento de los problemas entomológicos fue tan grave en el cultivo de café, que originó el desarrollo de investigaciones sobre sus plagas y enemigos naturales (Cuadro 6), identificando una mayor cantidad de parasitoides y depredadores. Sobresalen los realizados sobre el insecto *Planococcus citri* (Solís 1977).

Se contrataron los especialistas W.O. Heinrich de la FAO y Donald Calvert de la Universidad de California. Se importaron de California depredadores (*Cryptolaemus montrouzieri* Muls. (Col. Coccinellidae) y los parasitoides *Leptomastix abnormis* (Girault) y *Leptomastix dactylopi* (How.) (Morales 1990).

Para la cría masiva de *C. montrouzieri* se usaban ayotes sazones de cáscara delgada, que se infestaban con *P. citri* y luego se colocaban 20 parejas

CUADRO 4. Patógenos de las plagas del banano en Costa Rica.

PATÓGENO	PLAGA	REFERENCIA
<i>Aspergillus flavus</i> Link	<i>Anthichloris viridis</i>	Lara (1970)
<i>Entomophthora</i> sp.	<i>A. viridis</i>	Lara (1970)
<i>Bacillus cercus</i>	<i>A. viridis</i>	Lara (1970)
Frankland y Frankland	<i>Oiketycus kirbyi</i>	
<i>Bacillus thuringiensis</i>	<i>A. viridis</i>	Lara (1970)
	<i>Sibine apicalis</i>	Jaramillo et al. (1974)
<i>Beauveria bassiana</i>	<i>Epantheria icasia</i>	Harrison y Stephens (1966)
<i>Nectria</i> sp.	<i>Platynota rostrana</i>	Lara (1970)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Cosmopolites sordidus</i>	Walker
	<i>C. sordidus</i>	Lara (1970)
<i>Streptococcus</i> sp.	<i>A. viridis</i>	Lara (1970)

de *C. montrouzieri* por ayote, a 24°C y 75% H.R., manteniéndolos en oscuridad por dos semanas. Luego los adultos eran liberados en el campo. Hasta 8000 adultos se liberaron en un cafetal de los Rohmoser en San Isidro de Alajuela, que con la ayuda de sífidos y coccinélidos naturales lograron reducir los ataques de la "cochinilla" *P. citri* (Departamento de Entomología 1974).

En un cafetal del señor A. André, en Tres Ríos de Cartago, se liberaron 200 adultos de *C. montrouzieri* por 10 plantas y se redujo en un 54.94% las colonias de cochinilla en 44 días (Departamento de Entomología 1975). A pesar del éxito de *C. montrouzieri*, se observó que no lograba mantenerse en el campo de un año a otro, por lo que se pensó también en la cría masiva de *Hyperaspis* sp. (Departamento de Entomología 1977).

El parasitoides *L. abnormis* se estableció en el campo, lo cual se corroboró al recuperarse 10 años después de haber sido liberado en los cultivos (Solís 1977).

En 1978, según la experiencia del Ing. Juan M. Hernández R. se intentó la reproducción de coccinélidos naturales, utilizando la cochinilla harinosa del cafeto *Planococcus citri* Risso como hospedante.

Se probaron las especies *Chilocorus stigma*, *Cycloneda sanguinea* e *Hyperaspis* sp., pero ninguna logró establecerse.

En el control de *Rothschildia orizaba*, se encontró que hasta un 54% de las pupas estaban parasitadas por *Belvosia* sp. y se logró disminuir su población debido al alto parasitismo natural (Quezada y Rodríguez 1989).

Ante el problema potencial de la broca del café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867), el

CUADRO 5. Plagas importantes del café, después de las erupciones del Volcán Irazú durante 1963-1964.

PLAGA	REFERENCIA
<i>Ceratitidis capitata</i>	Hamilton 1967
<i>Coccus viridis</i>	Morales 1990
<i>Hemileuca</i> sp.	Morales 1990
<i>Leucoptera coffeella</i>	Hamilton 1967 y Morales 1990
<i>Oligonychus yothersi</i> McG.	Morales 1990
<i>O. punicae</i>	Hamilton 1967
<i>Planococcus citri</i>	Hamilton 1967 y Morales 1990
<i>Saissetia hemisphaerica</i>	Morales 1990

CUADRO 6. Enemigos naturales de las plagas del café encontrados en Costa Rica.

ENEMIGO NATURAL	ORDEN	FAMILIA	PLAGA	REFERENCIA
<i>Adialytus</i> sp.	Hymenoptera	Braconidae	<i>Toxoptera aurantii</i>	Hanson 1990
<i>Aegilips</i> sp.	Hymenoptera	Figitidae	No especificada	Dpto. de Entomología 1975
<i>Anastatus</i> sp.	Hymenoptera	Eupelmidae	<i>Rothschildia orizaba</i>	Quezada y Rodríguez 1989
<i>Anicetus</i> sp.	Hymenoptera	Encyrtidae	<i>Planococcus citri</i>	Solís 1977
<i>Azya luteipes</i>	Coleoptera	Coccinellidae	<i>Planococcus citri</i>	Solís 1977
<i>Belvosia</i> prob. <i>nigrifrons</i>	Diptera	Tachinidae	<i>R. orizaba</i>	Quezada y Rodríguez 1989
<i>Diachasmimorpha longicaudata</i>	Hymenoptera	Braconidae	<i>Ceratitidis capitata</i>	Hanson 1990
<i>Chrysopa</i> sp.	Neuroptera	Chrysopidae	<i>P. citri</i>	Solís 1977
<i>Cleothera</i> sp.	Coleoptera	Coccinellidae	<i>P. citri</i>	Solís 1977
<i>Coccinellina emarginata</i>	Coleoptera	Coccinellidae	<i>P. citri</i>	Solís 1977
<i>Coleomegilla maculata</i>	Coleoptera	Coccinellidae	<i>P. citri</i>	Solís 1977
<i>Cuaris</i> sp.	Neuroptera	Coniopterygidae	<i>P. citri</i>	Solís 1977
<i>Cycloneda costaricae</i>	Coleoptera	Coccinellidae	No especificada	Dpto. de Entomología 1975
<i>Cycloneda sanguinea</i>	Coleoptera	Coccinellidae	No especificada	Dpto. de Entomología 1975
<i>Diomus</i> sp.	Coleoptera	Coccinellidae	<i>P. citri</i>	Solís 1977
<i>Bormius</i> sp.	Hymenoptera	Braconidae	No especificada	Dpto. de Entomología 1975
<i>Hyperaspis</i> prob. <i>centralis</i>	Coleoptera	Coccinellidae	<i>P. citri</i>	Solís 1977
<i>Hyperaspis festiva</i>	Coleoptera	Coccinellidae	<i>P. citri</i>	Solís 1977
<i>Mischocyttarus</i> sp.	Hymenoptera	Vespidae	No especificada	Dpto. de Entomología 1975
<i>Nephus</i> sp.	Coleoptera	Coccinellidae	<i>P. citri</i>	Solís 1977
<i>Ocyptamus dolosa</i>	Diptera	Syrphidae	<i>P. citri</i>	Solís 1977
<i>Ocyptamus</i> sp.	Diptera	Syrphidae	<i>P. citri</i>	Solís 1977
<i>Orasema</i> sp.	Hymenoptera	Eucharitidae	No especificada	Dpto. de Entomología 1975
<i>Pachyneuron</i> sp.	Hymenoptera	Pteromalidae	No especificada	Dpto. de Entomología 1975
<i>Pantoclis</i> sp.	Hymenoptera	Braconidae	No especificada	Dpto. de Entomología 1975
<i>Scymnus</i> sp.	Coleoptera	Coccinellidae	<i>P. citri</i>	Solís 1977
<i>Spilochalcis</i> sp.	Coleoptera	Chalcididae	No especificada	Dpto. de Entomología 1975
<i>Stethorus</i> sp.	Coleoptera	Coccinellidae	<i>P. citri</i>	Solís 1977
<i>Sympherobius</i> sp.	Neuroptera	Emerobiidae	<i>P. citri</i>	Solís 1977
<i>Tetrastichus</i> sp.	Hymenoptera	Eulophidae	<i>R. orizaba</i>	Quezada y Rodríguez 1989
<i>Telenomus</i> sp.	Hymenoptera	Scelionidae	<i>R. orizaba</i>	Quezada y Rodríguez 1989
<i>Zelus grassans</i>	Hemiptera	Reduviidae	<i>P. citri</i>	Solís 1977

programa ICAFE-MAG, ha realizado investigación en otros países. Además se tiene información de los parasitoides y patógenos presentes en África, como *Heterospilus coffeicola* Schmiedeknecht, *Prorops nasuta* Waterson, *Cephalonomia stephanoderis* Betrem, *Phymastichus coffea* La Salle y *Beauveria bassiana* (Borbón 1991).

En estudios realizados en Santa Bárbara de Heredia Hanson (1991), encontró más de 80 parasitoides himenópteros de las familias Encyrtidae, Eulophidae Mymaridae y Braconidae, como parasitoides de cochinillas y del "minador de las hojas" *Leucoptera coffeella*. Señala que estos parasitoides suministran un buen control de estas plagas, pero si existieran factores que los afectaran como el uso de insecticidas, las cochinillas y *L. coffeella* se convertirían en plagas claves de mucha importancia económica.

Caña de azúcar. Se han identificado muchos enemigos naturales en este cultivo (Cuadro 7). Se registró hasta un 74% de parasitación de *Paratheresia claripalpis* en larvas de *Diatraea* spp. en la Hacienda La Argentina S.A. (Grecia; Alajuela) y 78% en la Hacienda San Rafael S.A. (Fernández 1960).

Se presentaron dos situaciones adversas con *P. claripalpis*: la disminución de las poblaciones de este parasitoides a causa de condiciones climáticas como lluvia y viento (Fernández 1960) y la dificultad de realizar una cría masiva en el laboratorio. Por otro lado se observó una parasitación muy variable; 73.7% en Grecia de Alajuela y 8.3% en Juan Viñas de Cartago (Departamento de Entomología 1974 y 1977).

Durante varios años se liberó gran cantidad de avispidas (*Trichogramma minutum* Riley) en San Rafael de Ojo de Agua, La Argentina de Grecia y Juan Viñas, pero no se realizó una buena evaluación (MAG 1978). En Ojo de Agua se obtuvo un incremento de 3.5 T.M. de azúcar/ha en las parcelas donde se liberó *Trichogramma*, comparado con una parcela testigo absoluto (MAG 1979).

Entre los años 1976 y 1980 se liberaron millones de *Trichogramma* en cañales de Juan Viñas y Grecia contra los taladradores. El Ing. Juan Hernández R. evaluó en San Rafael de Ojo de Agua, en 1979, con liberaciones de 100.000 avispidas/ha por semana y logró reducir la infestación de *Diatraea* spp. de 49.3% en los lotes no tratados a un 20.4% donde se liberó el parasitoides. Muchas plagas de la caña de azúcar son afectadas por entomopatógenos, lo que disminuye considerablemente la posibilidad de ocurrencia de los problemas (Cuadro 8).

Badilla *et al.* (1991), han llevado a cabo un programa de control biológico del barrenador de la caña de azúcar (*Diatraea* spp.), utilizando el parasitoides *Cotesia flavipes*. Este aparentemente ha mostrado la mayor adaptación en la Hacienda Juan Viñas, con un parasitismo promedio de 37%, durante los siete años de liberaciones masivas, mientras que en la Argentina de Grecia sólo mostró un 8.2%. En Juan Viñas, en un inicio existió un bajo parasitismo (5.2%) y luego se incrementó este porcentaje hasta un 50.4%. El análisis económico mostró que en la relación costo- beneficio para Juan Viñas fue de 1:170, lo que indica la alta rentabilidad del uso de *C. flavipes* en el control de *D. tabernella*.

CUADRO 7. Enemigos naturales presentes en la Caña de Azúcar en Costa Rica.

ENEMIGO NATURAL	ORDEN	FAMILIA	PLAGA	REFERENCIA
<i>Agathis</i> sp.	Hymenoptera	Braconidae	<i>Diatraea tabernella</i> <i>D. guatemalella</i>	Fernández (1960)
<i>Anagyrus</i> sp.	Hymenoptera	Encyrtidae	No especificado	Depto. Entomología (1975)
<i>Apanteles diatraea</i> Mus.	Hymenoptera	Braconidae	<i>D. tabernella</i>	Fernández (1960)
<i>Brachyantha</i> sp.	Coleoptera	Coccinellidae	No especificado	Depto. Entomología (1975)
<i>Chrysopa</i> sp.	Neuroptera	Chrysopidae	<i>Sccharosydne</i> <i>Saccharivora</i>	MAG 1981
<i>Coleomegilla</i> <i>maculata</i>	Coleoptera	Coccinellidae	<i>S. saccharivora</i>	MAG 1981
<i>Cycloneda sanguinea</i>	Coleoptera	Coccinellidae	<i>S. saccharivora</i>	MAG 1981
<i>Lebia brachinoides</i>	Coleoptera	Carabidae	No especificado	Depto. Entomología (1977)
<i>Mantispa</i> sp.	Neuroptera	Mantispidae	<i>S. saccharivora</i>	MAG 1980
<i>Mesogramma</i> sp.	Diptera	Syrphidae	<i>S. saccharivora</i>	MAG 1980
<i>Parathesia</i> <i>claripalpis</i>	Diptera	Tachinidae	<i>D. tabernella</i> <i>D. guatemalella</i>	Fernández (1960)
<i>Phanerotoma</i> sp.	Hymenoptera	Braconidae	No especificado	Depto. Entomología (1977)
<i>Polistes</i> sp. <i>Erythrocephalus</i>	Hymenoptera	Vespidae	No especificado	Depto. Entomología (1975)
<i>Spilochalcis dux</i> (Walk.)	Hymenoptera	Chalcididae	<i>D. tabernella</i> <i>D. guatemalella</i>	Fernández (1960)
<i>Trichogramma minutum</i>	Hymenoptera	Trichogramma- tidae	<i>D. tabernella</i> <i>D. guatemalella</i>	Fernández (1960)
<i>Zelus</i> sp.	Hemiptera	Reduviidae	<i>S. Saccharivora</i>	MAG 1981

Badilla (1991) hizo la demostración económica de la rentabilidad del uso de control biológico, aspecto de tanta relevancia para el productor agrícola.

Frutales. En los cultivos de frutales se han reconocido muchas especies de enemigos naturales; principalmente en mango y cítricos (Cuadro 9). La mayor información se obtuvo a partir de 1955, cuando el Ing. Luis A. Salas F. detectó la presencia de *Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera; Tephritidae). Posteriormente H. Mowry (asesor de USAID en el país), L.D. Christenson y L.F. Steiner (ambos del USDA) e investigadores del OIRSA, enviaron desde Hawaii varias especies de parasitoides de *C. capitata* (Morales 1990). La mayoría de estos parasitoides enemigos naturales se han establecido en Costa Rica (Cuadro 10).

Los porcentajes de parasitismo, señalan que se ha presentado una mayor parasitación en *C. capitata*, que en especies de *Anastrepha*, debido principalmente a *Dlasmimorpha longicaudata* y *Aceratoneuromyza indica* (Fishel 1982).

En un trabajo sobre las liberaciones de parasitoides en nueve lugares en el control de *C. capitata* en las provincias de Alajuela, Heredia, Puntarenas y San José, se encontró que *D. longicaudata* presentó una máxima parasitación (42.85%) en Villa Colón en marzo, *Pachycrepodeus*

CUADRO 8. Patógenos utilizados en control de las plagas de la caña de azúcar en Costa Rica.

PATOGENO	PLAGA	REFERENCIA
<i>Beauveria bassiana</i>	<i>Xubida dentilineatella</i>	Fernández (1960)
	<i>Diatraea guatemalensis</i>	
	<i>D. lineolata</i>	
	<i>Castnia licus</i>	Badilla et al. (1990)
<i>Entomophthora</i> sp.	<i>Prospia distanti</i>	MAG 1983
	<i>P. bicincta</i>	Sáenz 1989 a
	<i>Aeneolamia</i> sp	Sáenz 1989 b
	<i>Saccharosydne saccharivora</i>	MAG 1981
<i>Mucor</i> sp.	<i>P. distanti</i>	MAG 1983
	<i>S. saccharivora</i>	MAG 1981
<i>Trichoderma</i> sp.	<i>S. saccharivora</i>	MAG 1981

vindemiae hasta (33.33%) en Acosta en noviembre y *A. indica*, *P. vindemiae* y *D. longicaudata* se utilizaron para el control de la mosca de la papa y a *Toxotripa curvicauda*, lográndose los mejores resultados con *A. indica* en *T. curvicauda* (MAG 1980).

En 1981, el Ing. Juan M. Hernández observó en San Mateo, Orotina y la Estación Experimental F. Baudrit hasta un 5.5% de parasitoidismo de larvas de la mosca de la fruta en cultivos de mangos liberando 500 *D. longicaudata* semanalmente. Esta especie parasita las larvas en sus primeros instares, por lo que es frecuente observarlas sobre los frutos infestados por las moscas que están en el árbol. Por otra parte,

CUADRO 9. Enemigos naturales identificados en frutales.

ENEMIGO NATURAL	ORDEN	FAMILIA	PLAGA	CULTIVO	REFERENCIA
<i>Anovia circumclusa</i>	Coleoptera	Coccinellidae	No especificada	Cítricos mango	Dpto. de Entomología 1975
<i>Azya</i>	Coleoptera	Coccinellidae	No especificada	Cítricos mango	Dpto. de Entomología 1975
<i>Chilocorus stigma</i>	Coleoptera	Coccinellidae	<i>Pseudolacaspis pentagona</i>	Melocotón	MAG, 1983
<i>Coccinellina emarginata</i>	Coleoptera	Coccinellidae	No especificada	Cítricos	Dpto. de Entomología 1975
<i>Cycloneda luteipennis</i>	Coleoptera	Coccinellidae	No especificada	Mango	Dpto. de Entomología 1975
<i>Cycloneda sanguinea</i>	Coleoptera	Coccinellidae	No especificada	Cítricos	Dpto. de Entomología 1975
<i>Dephastus pusillus</i>	Coleoptera	Coccinellidae	No especificada	Cítricos	Dpto. de Entomología 1975
<i>Diversinervus</i> sp.	Hymenoptera	Encyrtidae	No especificada	Mango	Dpto. de Entomología 1975
<i>Oryctobracon areolatus</i>	Hymenoptera	Braconidae	<i>C. capitata</i>	No especific.	Fischel (1982)
<i>Oryctobracon crawfordi</i>	Hymenoptera	Braconidae	<i>C. capitata</i>	No especific.	Fischel (1982)
<i>Oryctobracon zeteki</i>	Hymenoptera	Braconidae	<i>C. capitata</i>	No especific.	Fischel (1982)
<i>Oryctobracon toxotripanae</i>	Hymenoptera	Braconidae	<i>C. capitata</i>	No especific.	Fischel (1982)
<i>Ganaspis carvalhoi</i>	Hymenoptera	Cynipidae	<i>A. striata</i>	No especific.	Fischel (1982)
<i>Opius anastrephae</i>	Hymenoptera	Braconidae	<i>A. suspensa</i>	No especific.	Fischel (1982)
<i>Opius bellus</i>	Hymenoptera	Braconidae	<i>A. fraterculus</i>	No especific.	Fischel (1982)
			<i>A. mombinpraeoptans</i>		
<i>Parachartergus</i> sp.	Hymenoptera	Vespidae	No especificada	Mango	Dpto. de Entomología 1975
<i>Parachartergus crawfordi</i>	Hymenoptera	Braconidae	<i>A. ludens</i>	No especific.	Fischel (1982)
			<i>A. striata</i>		
<i>Pentilia castanea</i>	Coleoptera	Coccinellidae	No especificada	Cítricos	Dpto. de Entomología 1975
<i>Pentilia discors</i>	Coleoptera	Coccinellidae	No especificada	Cítricos	Dpto. de Entomología 1975
<i>Psyllobora</i> sp.	Coleoptera	Coccinellidae	No especificada	Mango	Dpto. de Entomología 1975

liberando semanalmente 5000 *A. indica* la parasitación no sobrepasó el 2%. Esta avispa parasita larvas en sus últimos instares o cuando va a "pupar", por lo que es normal encontrarla sobre frutos caídos.

En 1980 el Ing. Juan M. Hernández R. realizó un experimento para el combate biológico de la mosca de la papaya *Toxotrypana curvicauda* Gers., por medio de cuatro parasitoides importados: *Aceratoneuromyia indica*, *Biosteres concolor*, *D. longicaudata* y *Pachycrepoideus vindemmiae*. Esta prueba se realizó en tres lugares de Turrubares, Turrúcares de Alajuela y Atenas. Las liberaciones de parasitoides se realizaron una vez por semana. El parasitismo logrado por *A. indica* en Turrubares fue de 47.57%, en Turrúcares 48.7% y en Atenas 54.5%, las otras avispitas no lograron parasitar a la mosca. Se demostró que la práctica de recoger los frutos infestados y destruirlos o utilizarlos para la reproducción de parasitoides, ayudó a disminuir los daños producidos por esta plaga. Además se observó que los frutos de pulpa gruesa son menos atacados por *T. curvicauda*.

Se encontraron los siguientes enemigos naturales: *Doryctobracon toxotrypanae* Muesebeck (Hymenoptera: Braconidae), el hongo *Trichoderma* sp. y nematodos del género *Rhabdites* afectando el estado larval, también se encontraron aves y hormigas depredadoras.

Investigaciones con liberaciones de parasitoides, para el control de la mosca de guayaba *Anastrepha* spp. en Siquirres provincia de Limón, arrojaron los mejores resultados con *A. indica* con un máximo de parasitación del 31% (MAG 1984, Cuadro 11).

Camacho (1992) continuó con el uso de *D. longicaudata* y *P. vindemmiae*, además de la técnica del insecto estéril, en el programa de manejo integrado de las moscas de las frutas.

Granos básicos. Gran cantidad de enemigos naturales se han identificado en cultivos de granos básicos: arroz, frijol, maíz y sorgo (Cuadro 12). El problema que presenta esta información es que en su mayoría no especifica la plaga que controlan.

En una investigación de los factores de mortalidad en *Diatraea lineolata* Walker en maíz, Rodríguez (1980) encontró un promedio de parasitación en huevos del 66.92% que al final del cultivo aumentó hasta un 100%. Se reportó una mortalidad en larvas del 10% causada por *Apanteles diatraeae*, *Iphiaulax* sp. y *Erwinia* sp., pero siempre *D. lineolata* llegó a afectar la calidad del maíz.

Whitehead (1975) encontró 43 especies de microhimenópteros parasitoides de brúquidos que atacan leguminosas y otras plantas en Costa Rica, pertenecientes a las familias Braconidae, Eurytomidae, Pteromalidae y Torymidae.

Hortalizas. Se trabajó básicamente con *Heliothis zea* en tomate, *Plutella xylostella* en repollo, *Liriomyza huidobrensis* en hortalizas, con las polillas

de la papa y en los últimos años con la mosca blanca *Bemisia tabaci*.

1. *Heliothis zea* (Lepidoptera; Noctuidae). En el cultivo de tomate en la Estación Fabio Baudrit, se liberaron hasta 40,000 avispas de *Trichogramma*/ha/semana, pero la densidad que se presentó de *H. zea* fue muy baja y no se apreciaron resultados adecuados (MAG 1979).

2. *Plutella xylostella* (Lepidoptera; Plutellidae). Se cuenta con un resultado promisorio de *Trichogramma* y de *Bacillus thuringiensis* en el control de *P. xylostella*; en relación a la ausencia de métodos de combate, testigo absoluto (MAG 1979) (Cuadro 13).

Plutella xylostella. En la zona de Alfaro Ruiz, según experiencia del Ing. Juan M. Hernández R. se realizó una prueba para el combate de *Plutella xylostella* por medio de la avispa parásita de huevecillos *Trichogramma semifumatum*. Se realizó en tres lotes de 900 m² ubicados a 300 m uno de otro. El lote No.1 se trató con 60.000 avispitas por semana, el No.2 con 60.000 más una aplicación semanal de *Bacillus thuringiensis* y el tercero se usó como testigo absoluto. En el lote No.1 se obtuvo un 70.5% de cosecha sana apta para el mercado, en el lote No.2 un 70% mientras que en el testigo, todo el repollo se perdió por efecto de la plaga.

Se continuaron estudios, con el uso de productos comerciales a base de *Bacillus thuringiensis* y se encontraron resultados promisorios en el control de *P. xylostella* con Dipel (polvo mojable) y Bactospeine (pasta fluible) (MAG 1981), además con Thuricide (MAG 1982).

El CATIE en Pacayas (Cartado), con el parasitoide *Diadegma insulare*, encontró un 36% de parasitismo en invierno y 6.6% en verano, lo que sugiere que este parasitoide tiene limitaciones para ajustarse a la acelerada tasa de incremento de la densidad de *P. xylostella* (Carballo et al. 1989).

3. *Liriomyza huidobrensis* (Diptera; Agromyzidae). Se han identificado cuatro especies de parasitoides de *L. huidobrensis*, eulófidos como *Diglyphus intermedius*, *Chrysocharis* sp. y los braconidos: *Opius* sp. y *Oenonogastra* sp. En un estudio con malezas se encontró 94% de parasitismo de *L. huidobrensis* en *Bidens pilosa* y 93% en *Amaranthus* sp. En sitios menores a los 1600 msnm se encontró un mayor parasitismo en comparación con lugares de mayor altitud (Hidalgo y Carballo 1990). Este trabajo es importante porque hace referencia a la relación parasitoides y la planta hospedante de la plaga.

El parasitoide que muestra la mayor efectividad es *D. intermedius*, con un ciclo de vida más corto. De los insecticidas más comunes contra *L. huidobrensis* se encontró que la cirmazina perjudicaba menos a los parasitoides que la abamectina y cartap (Carballo et al. 1990).

CUADRO 10. Especies utilizadas en el control biológico de *Ceratitís capitata*. (Hernández 1991).

PARASITOIDE	PROCEDENCIA	ANO	SITUACION ACTUAL
<i>Aceratoneuromyia indica</i> Silv.	Hawaii	1955	Establecido
<i>Biosteres concolor</i>	Italia	--	---
<i>B. incisi</i>	Hawaii	--	---
<i>B. oophilus</i>	Hawaii	1955	Establecido
<i>Diachasmimorpha longicaudatus</i>	Hawaii	1955	Establecido
<i>Dirhinus giffardi</i> Silv.	Hawaii	1955	No establecido
<i>Pachycrepoideus vindemiae</i>	Hawaii	1955	Establecido
<i>Trybliographa daci</i>	Hawaii	1955	Establecido

CUADRO 11. Parasitación lograda por los parásitos *A. indica*, *B. longicaudatus*, *P. vindemiae* y otros naturales sobre las moscas del género *Anastrepha* que atacan la guayaba en la zona de Siquirres. (Según Ing. Juan M. Hernández R.).

FECHA	PESO KGS	No. PUPAS	A. INDICA	B. LONGICAUDATUS	P. VINDEMIAS	O. SETEKI	T. DACI	TOTAL	INF. KILO	% PARASITISMO
21-1-84	12.94	257	31	11	7	2	2	52	19.92	20.6
1-2-84	14.98	500	0	16	0	2	4	22	33.57	4.4
21-2-84	34.05	755	5	25	3	5	7	45	22	6.0
29-2-84	18.55	550	3	15	2	2	5	27	21	5.0
6-3-84	20.4	352	9	7	3	1	2	22	17.25	2.8
21-3-84	19.5	328	2	9	0	2	1	14	16.82	4.0

CUADRO 12. Enemigos naturales de las plagas de granos básicos.

ENEMIGO NATURAL	ORDEN	FAMILIA	PLAGA	CULTIVO	REFERENCIA
<i>Ammophila picipes</i>	Hymenoptera	Sphécidae	No especificada	Arroz	MAG 1975
<i>Aphanteles distraeae</i>	Hymenoptera	Braconidae	No especificada	Maíz	Rodriguez 1980
<i>Calicurgus</i> sp.	Hymenoptera	Pompilidae	No especificada	Arroz	MAG 1975
<i>Ceratomyiaca</i> sp.	Hymenoptera	Chalcididae	No especificada	Arroz	MAG 1975
<i>Chalepus bellulus</i>	Coleoptera	Chrysomelidae	No especificada	Arroz	MAG 1975
<i>Challeida decora</i>	Hymenoptera	Braconidae	No especificada	Arroz	MAG 1975
<i>Chelonus</i> sp.	Hymenoptera	Braconidae	No especificada	Arroz	MAG 1976
<i>Chrysopa</i> sp.	Neuroptera	Chrysopidae	varias sp.	Frijol	MAG 1980
<i>Coleomegilla maculata</i>	Coleoptera	Coccinellidae	No especificada	Arroz	MAG 1975
<i>Colliuris pilatei</i>	Coleoptera	Coccinellidae	No especificada	Arroz	MAG 1976
<i>Copidosoma truncatellum</i>	Hymenoptera	Encyrtidae	<i>Trichoplusia ni</i>	Frijol	MAG 1980
<i>Cotesia flavipes</i>	Hymenoptera	Braconidae	<i>D. lineolata</i>	Maíz	Alpizar 1991
<i>Cycloneda sanguinea</i>	Coleoptera	Coccinellidae	No especificada	Arroz	MAG 1975
<i>Eiphosoma</i> sp.	Hymenoptera	Ichneumonidae	Spodoptera	Maíz	MAG 1984
<i>Euplectrus</i> sp.	Coleoptera	Eulophidae	No especificada	Arroz	MAG 1975
<i>Hyperaspis</i> sp.	Coleoptera	Coccinellidae	No especificada	Arroz	MAG 1975
<i>Hermetia illucens</i> sp.	Diptera	Stratiomyidae	No especificada	Arroz	MAG 1976
<i>Iphiaulax</i> sp.	Hymenoptera	Braconidae	<i>D. lineolata</i>	Maíz	Rodriguez 1980
<i>Lebia brachinoides</i>	Hymenoptera	Braconidae	No especificada	Arroz	MAG 1976
<i>Lebia quadricolor</i>	Hymenoptera	Braconidae	No especificada	Maíz	MAG 1976
<i>Leptotrachelus</i> sp.	Coleoptera	Coccinellidae	No especificada	Arroz	MAG 1976
<i>Metadontia</i> sp.	Hymenoptera	Chalcididae	No especificada	Legum.	MAG 1975
<i>Ocyptamus dimidiatus</i>	Diptera	Syrphidae	No especificada	Arroz	MAG 1975
<i>Pentilia castanea</i>	Coleoptera	Coccinellidae	No especificada	Arroz	MAG 1975
<i>Pipunculus</i> sp.	Diptera	Pipunculidae	No especificada	Arroz	MAG 1975
<i>Polistes</i> sp.	Hymenoptera	Vespidae	Larvas de Lepidop.	Frijol	MAG 1980
<i>Rogas</i> sp.	Hymenoptera	Braconidae	No especificada	Arroz	MAG 1975
<i>Scipopus belzebul</i>	Diptera	Micropezidae	No especificada	Arroz	MAG 1975
<i>Spilochalcis</i> sp.	Hymenoptera	Chalcididae	No especificada	Arroz	MAG 1975
<i>Statira</i> sp.	Coleoptera	Lagriidae	varias sp.	Arroz	MAG 1975
<i>Taeniaptera lasciva</i>	Diptera	Micropezidae	No especificada	Arroz	MAG 1975
<i>Trachypus</i> sp.	Hymenoptera	Sphécidae	No especificada	Maíz	MAG 1975

CUADRO 13. Porcentaje de repollo dañado con diferentes tratamientos en control de *P. xylostella*. Alfaro Ruiz 1979. (MAG 1979).

TRATAMIENTOS	% REPOLLO DAÑADO
1. <i>Trichogramma</i>	4.75
2. <i>Trichogramma</i> + <i>Bacillus thuringiensis</i>	8.12
3. Testigo absoluto	21.25

4. Polillas de la papa *Scrobipalopsis solanivora* Povolny y *Phthorimaea operculella* Zeller (Lepidoptera; Gelechiidae). Durante 1983 y 1984 se recogieron varios Kg de tubérculos de papa y sólo se encontró un Braconidae y un Ichneumonidae (MAG 1983 y 1984). Estos trabajos los continuó el Dr. Luko Hilje, pero al final optó por importar de Guatemala el parasitoide *Chelonus phthorimae*.

5. *Bemisia tabaci* (Homoptera; Aleyrodidae). No se han hecho estudios formales de control biológico, se informa de los depredadores *Chrysopa* sp (Neuroptera, Chrysopidae) y de *Cycloneda sanguinea* (Hilje y Arboleda 1992).

Pastos. Los mejores resultados corresponden al control de *Prosapia distanti* Lall, con el hongo *Mucor* spp. en Alfaro Ruiz, que llegó a reducir a niveles sin importancia económica la población de *P. distanti* (Hernández 1988).

Posteriormente *Mucor* spp. fue aplicado en otras localidades contra *P. distanti*, en regiones de baja altitud como Santa Rosa de Cutris contra *Aeneolamia postica*, en Río Frío con *Zulia villor costarricensis* y en Sucre de San Carlos contra *P. bicincta bifascia*, obteniéndose resultados excelentes en todos los casos (Hernández 1989).

En la región del Valle de La Estrella se encontró el hongo *Fusarium camptoceras* parasitando a *Zulia villor costarricensis*, el cual se ha empleado con éxito en el combate de *Prosapia bicincta bifascia* en Alfaro Ruiz.

Palma aceitera. Mexzón y Chinchilla (1991) informan de 28 especies de insectos que actúan como parasitoides o depredadores en la palma aceitera, así como dos especies de hongos y dos tipos de virus, que actúan como entomopatógenos. Estos autores observaron que las pupas de *Stenomacropoda cecropia* y *Peleopoda* sp fueron parasitadas (40% a 80%) por una avispa Eulophinae.

Mexzón (1992) señala también la importancia de ciertas malezas, para conservar e incrementar las poblaciones de enemigos naturales de las plagas.

Perspectivas del control biológico en Costa Rica

Después de señalar trabajos de control biológico en Costa Rica, donde se demuestra el beneficio económico de este método y como un ejemplo la labor de siete años en caña de azúcar, Badilla *et al.* (1991), se deduce que el control biológico ha producido resultados tangibles, pero que prevalece el control químico y muchas decisiones que influyen sobre el agricultor son tomadas de los agentes vendedores de plaguicidas (Jirón y Vargas 1986).

Además de los trabajos de control biológico, es importante la divulgación de otras opciones, al uso unilateral de plaguicidas como lo mencionan García y Fuentes (1992) y sobre las diversas ventajas y avances en la utilización del *Bacillus thuringiensis* (Fuentes 1991).

Según la información revisada en el enfoque del control biológico en Costa Rica, se deben plantear cambios en su investigación, extensión y su financiamiento, porque en la mayoría de los trabajos ha faltado continuidad. También es importante la participación de las casas comerciales vendedoras de agroquímicos, del Estado y el propio agricultor.

Los trabajos de investigación tratan por lo general de la identificación de enemigos naturales, cría masiva y poca información acerca de su efectividad en el campo. Pocos trabajos contemplan el ciclo de vida de los enemigos naturales y las condiciones climáticas que los favorecen; además, se debe demostrar la abundancia y actividad de éstos, en los agroecosistemas.

Los futuros trabajos de investigación, se deberían basar en la correcta identificación taxonómica de los enemigos naturales (Hanson 1990). Se debe tener mayor conocimiento en laboratorio y campo sobre la efectividad de los enemigos naturales, así como el efecto de la temperatura, lluvia, humedad relativa, tipo de plaga, y su estado más susceptible, así como características del cultivo, el efecto de los plaguicidas, para poder explicar los éxitos y fracasos que se obtengan en el transcurso de un proyecto, porque muchas de las liberaciones de parasitoides se han realizado en condiciones climáticas muy diversas y también con resultados variables de parasitismo, sin suministrar respuestas satisfactorias.

Es importante tener un buen conocimiento de las relaciones entre densidad del enemigo natural y de la plaga, así como estudios ecológicos básicos (Huffaker 1971).

Pocas investigaciones realizadas en control biológico en Costa Rica incluyen un análisis económico para demostrar su importancia desde ese punto de vista. Una discusión e importancia del análisis costo-beneficio en un programa de manejo integrado de plagas (MIP) es presentado por Headley (1985), así como la demostración desde el punto de vista ecológico, de la importancia de utilizar estos métodos de control.

Desde el punto de vista de extensión agrícola, en el caso del MAG, la mayoría de las técnicas se basaron en charlas, hojas mecanografiadas y trabajos de seguimiento en las fincas de los agricultores. Son importantes las sugerencias de Vaughan (1989), en relación con la colaboración de extensionistas en la inspección del estado de las plagas y en la toma de decisiones, así como una mayor participación del propio agricultor en la labor de prueba, demostración y extensión de técnicas de MIP.

Es importante la situación de autofinanciamiento que se ha presentado en el cultivo de caña de azúcar en Costa Rica. El MAG en la actualidad financia un laboratorio de cría masiva de enemigos naturales, a través de la República de China Nacionalista. Es importante en este sistema que el MAG, elabore programas de control biológico, que garanticen al agricultor la adquisición de enemigos naturales y algún tipo de supervisión, para lograr un mayor éxito de estas tácticas y garantizar su continuidad. También es conveniente la participación del CATIE en este sentido, con su programa de Manejo Integrado de Plagas.

Muchas casas vendedoras de agroquímicos, desarrollan productos a base de *Bacillus thuringiensis*, virus y hongos entomopatógenos, así como derivados de neem que contienen azadirachtin como Azatin y Margosan y trabajan con otros insecticidas botánicos, debido a los efectos dañinos en el hombre y el medio ambiente, de los insecticidas químicos y los problemas de resistencia en las plagas agrícolas.

La participación del Estado, podría ser importante en la fiscalización del uso de plaguicidas en diversos cultivos agrícolas y sus residuos tóxicos en los alimentos. Así como facilitador para el fomento del uso del control biológico.

El agricultor junto con los profesionales, puede considerar las aspersiones que son estrictamente necesarias, debido a que en muchas ocasiones se sobre-utilizan los plaguicidas, aumentando sus costos de producción, la cantidad de residuos tóxicos en los productos agrícolas, y traer problemas con plagas, que normalmente son controladas por enemigos naturales.

CONCLUSIONES

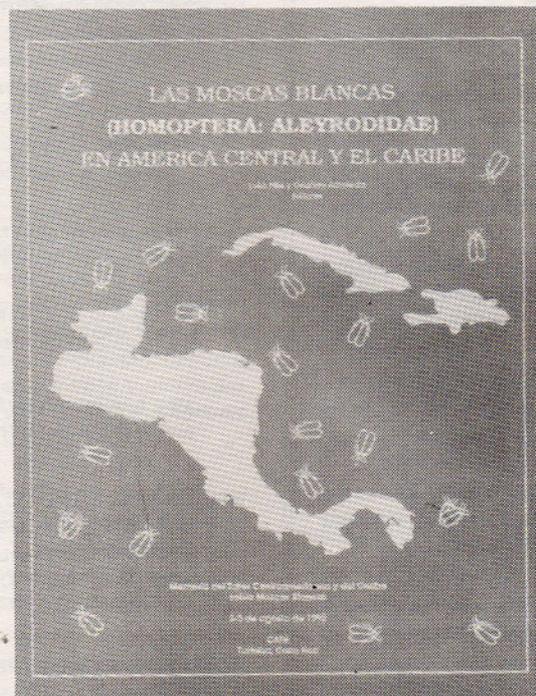
- La mayor cantidad de trabajos en control biológico en Costa Rica, es sobre control biológico natural.
- El volumen más amplio de trabajos en control biológico se realizó de 1975 - 1980.
- En la década de 1980 sobresalen los trabajos en patología de insectos.
- La mayor cantidad de trabajos de control biológico, se presentan en café, frutales, banano y caña de azúcar, que son cultivos con un agroecosistema más estable.
- La mayor cantidad de enemigos naturales, se ha identificado en el cultivo de café.
- En programas de control biológico se deben plantear cambios en su investigación, extensión y financiamiento, para tener un mayor conocimiento, posibilidades de éxito y de continuidad.

LITERATURA CONSULTADA

- ALATORRE, R. 1987. Introducción a la patología de insectos. Chapingo, México, Colegio de Postgraduados. 417 p.
- ALPIZAR M., D. 1991. Estrategias para el control de plagas insectiles en el cultivo de maíz en chilote en la Región Atlántica de Costa Rica. Mimeografiado. 8 p.
- ASENCO. 1992. Resúmenes, Congreso Centroamericano de Entomología y Combate Natural de Plagas, 1º y Congreso Costarricense de Entomología, 2º. Asociación de Entomólogos Costarricenses. 81 p.
- BADILLA, F.; SAENZ, C.; CHAN, I.; SOLIS, A.I. y ALFARO D. 1990. Patogenicidad de *Beauveria bassiana* aislado (IPA 166) a la larva gigante de la caña de azúcar *Casnia lilicus* (Lepidoptera: Castniidae) en condiciones de laboratorio. Resúmenes, Congreso Nacional de Entomología, 1º. Costa Rica. 31 p.
- BADILLA F., F.; SOLIS, A.I. y ALFARO, D. 1991. Control Biológico del taladrador de la caña de azúcar *Diatraea* spp. (Lepidoptera: Pyralidae) en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No. 20-21:39-44.
- BORBON M., O. 1991. La broca del caféto *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867). Programa Cooperativo Instituto del Café de Costa Rica (ICAFE). MAG. 50 p.
- CAMACHO, H. 1992. Avances del Proyecto Manejo Integrado de las moscas de las frutas en Costa Rica. Resúmenes, Congreso Centroamericano de Entomología y Combate Natural de Plagas, 1º y Congreso Costarricense de Entomología. Asociación de Entomólogos Costarricenses, 2º. 81 p.
- CARBALLO V., M.; HERNANDEZ, M. y QUEZADA, J.R. 1989. Efecto de los insecticidas y de las malezas sobre *Plutella xylostella* (L.) y su parasitoide *Diadegma insulare* (Cress) en repollo. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 11:1-20.
- _____; LEON G., R. y RAMIREZ, A. 1990. Combate biológico de *Liriomyza* sp. (Diptera: Agromyzidae) en cultivos hortícolas de Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 16:4-11.

- DEBACH, P. 1974. *Biological Control by Natural Enemies*. University of Cambridge, USA. 323 p.
- DEPARTAMENTO DE ENTOMOLOGIA. 1974. Informe de labores del año 1974. Dirección General de Investigaciones Agrícolas. San José, Costa Rica, MAG. 103 p.
- _____. 1975. Informe de labores del año 1975. Dirección General de Investigaciones Agrícolas. MAG. San José, Costa Rica. 145 p.
- _____. 1976. Informe de labores del año 1976. MAG. San José, Costa Rica. 103 p.
- _____. 1977. Informe de labores del año 1977. MAG. San José, Costa Rica. 132 p.
- FERNANDEZ O., J.E. 1960. Estudio de los trasladadores de la caña de azúcar del género *Diatraea* (Lepidoptera: Pyralidae) y su importancia económica en Costa Rica. Tesis Ing. Agr. Universidad de Costa Rica. 168 p.
- FERNANDEZ, F.L. 1983. Manejo seguro de plaguicidas. Agroindustria Loefer S.A. 139 p.
- FISHEL M., M. 1982. Control biológico de las moscas de las frutas. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. Boletín Técnico No.12. 25 p.
- FUENTES, G. 1991. Uso de *Bacillus thuringiensis* en el control de las plagas agrícolas. Manejo Integrado de plagas (Costa Rica). No.20-21:26-33.
- GARCIA G., J. y FUENTES, G. 1992. Opciones al uso unilateral de plaguicidas en Costa Rica. Universidad Estatal a Distancia. 149 p.
- HAMILTON, D.W. 1964. Investigations of insects attacking coffee in Costa Rica, Central America, March 18-29 and April 8-26, 1964. USDA. Entomology Research Division. 33 p.
- _____. 1967. Injurious and beneficial insects in coffee plantations of Costa Rica and Guatemala, 1964. J. Econ. Entomol. 60(5):1409-1413.
- HANSON, P. 1991. Los parasitoides asociados al café en Costa Rica. Manejo Integrado de plagas (Costa Rica). No.20-21:8-10.
- HARRISON, J.O. y STEPHENS, C.S. 1966. Notes on the biology of *Espantheria lcaisa* (Lepidoptera: Arctiidae), a pest of bananas. Ann. Entomol. Soc. Amer. 59(4):671-674.
- HEADLEY, J.C. 1985. Cost-Benefit Analysis: Defining Research Needs. In *Biological Control in Agricultural IPM Systems*. Ed.: Marjorie A. Hoy y Donald C. Herzog. Academic Press. USA. 589 p.
- HERNANDEZ R., J. 1988. Combate biológico de la baba de culebra (*Prosapia distantif* Lall.) en pastizales de altura. Investigación Agrícola (Costa Rica) 2(2):7-11.
- _____. 1989. Control biológico de "baba de culebra" (*Prosapia distantif* Lall.) Resúmenes, Congreso Agronómico Nacional, 8º. 327 p.
- _____. 1991. El control biológico en Costa Rica. Departamento de Entomología. MAG. (Mimeografiado) 7 p.
- HIDALGO, E. y CARBALLO, M. 1990. Influencia de las malezas sobre los insectos controladores de *Liriomyza* sp. (Diptera: Agramyzidae). Resumen I Congreso Nacional de Entomología. Costa Rica 31 p.
- HILJE Q., L. 1987. Situación actual y perspectivas del manejo integrado de plagas en Costa Rica. Primer Congreso Centroamericano México y El Caribe de Manejo Integrado de Plagas. 5-7 de agosto. Guatemala. 14 p.
- _____.; Castillo M. L.E.; THRUPP, ANN L. y WESSELING, I. 1987. El uso de los plaguicidas en Costa Rica. Universidad Estatal a Distancia. 149 p.
- _____.; CARTIN L., V. y MARCH L., E. 1989. El combate de plagas agrícolas dentro del contexto histórico Costarricense. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 14:68-86.
- _____.; ARBOLEDA, O. 1992. Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y El Caribe. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 205. 66 p.
- HORN, D.J. 1988. *Ecological approach to pest management*. Guilford Publication. USA. 285 P.
- HUFFAKER, C.B. 1971. *Biological Control*. New York, Plenum Press. 511 p.
- JARAMILLO, R.; JIMENEZ, F. HIDALGO, O. y SALVATIERRA, L. 1979. Susceptibilidad de las larvas de *Sibine apicalis* (Ayar) a *Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki. Turrialba 24(1):106-107.
- JIMENEZ, G. y FERNANDEZ, F. 1982. Manual Técnico para uso y manejo de agroquímicos. Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica. 182 p.
- JIRON, L.F. y SANCHO de B., M.E. 1983. Índice de publicaciones entomológicas de Costa Rica. Universidad de Costa Rica - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. 305 p. Jirón, L.F. y Vargas, R. G. 1986. La entomología en Costa Rica: una reseña histórica. Quipu (1):67-77.
- LARA E., F. 1965. The banana stalk borer *Casniomera humboldti* (Boisduval) In La Estrella Valley, Costa Rica. III Rhythms and ecology. Turrialba 15(2):99-102.
- _____. 1970. Problemas y Procedimientos bananeros en la Zona Atlántica de Costa Rica. San José, Costa Rica. Trejos. 278 p.
- MAG. 1978. Evaluación 1978 y Programa Nacional de Investigaciones Agrícolas para la producción 1979. 180 p.
- _____. 1979. Evaluación 1979 y Programa Nacional de Investigaciones Agrícolas para la producción 1980. 218 p.
- _____. 1980. Evaluación 1980 y Programa Nacional de Investigaciones Agrícolas para la producción 1981. 250 p.
- _____. 1981. Evaluación 1981 y Programa Nacional de Investigaciones Agrícolas para la producción 1982. 270 p.
- _____. 1982. Evaluación del Programa Nacional de Investigaciones Agrícolas para la producción 1982. 210 p.
- _____. 1983. Memoria anual de la Investigación Agrícola. 1983. 285 p.
- _____. 1984. Memoria anual de la Investigación Agrícola. 1984. 330 p.
- MAY M., A. y VALERIN R., M. 1983. Sintomatología y terapia de intoxicaciones con plaguicidas. GTZ. 153 p.
- MEXZON, R. y CHINCHILLA, C. 1991. Entomofauna perjudicial, enemigos naturales y malezas útiles en palma aceitera (*Elaeis guineensis*) J. en América Central. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No.20/21:1-7.

- _____. 1992. Insectos visitantes de malezas: manejo y conservación de las plantas para incrementar enemigos naturales de plagas de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Caccuin). Congreso centroamericano de Entomología y Combate Natural de las Plagas, 1º y Congreso Costarricense de Entomología, 2º. ASENCO. 81 p.
- MORALES, E. 1990. Desarrollo inicial del Control Biológico de Insectos en Costa Rica. El Salvador. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. 33 p. (En Prensa).
- OCHOA, R.; CARBALLO V., M. y QUEZADA, J.R. 1989. Algunos aspectos de la biología y comportamiento de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) y su parasitoida *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae). Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No.11:21-30.
- QUEZADA, J.R. y RODRIGUEZ, A. 1989. Brote de larvas de *Rothschildia orizaba* (Lepidoptera: Saturniidae) en café, una experiencia de manejo integrado de plagas. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 12:21-32.
- _____. 1990. El control biológico de plagas, esfuerzos y logros en El Salvador. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 15:83-105.
- RODRIGUEZ V., C.L. 1980. Efecto del ataque de *Diatraea lineolata* (Walker) sobre el rendimiento y calidad de la cosecha de maíz en la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez. Tesis Ing. Agr. Escuela de Fitotecnia. Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica. 60 p.
- SAENZ E., C. 1989. Aplicación de *Metarhizium anisopliae* PI 43 en *Flidelfia Guanacaste* para el control de *Saccharosydne saccharivora*, *Aeneolamia* y *Prosopla* sp. 1988. Congreso Agronómico Nacional, 8º. p. 327.
- _____. 1986. Comportamiento del *Metarhizium anisopliae* (metschn) PI 43 en *Aeneolamia postica*, *Prosopla simulans*, *Zulla villor*, *Prosopla distantii* y *P. bicincta* en caña de azúcar. Congreso Agronómico Nacional, 8º. p. 327.
- SOLISM., I. 1977. Ciclos de la aplicación de insecticidas para combatir la cochinilla harinosa del café *Planococcus citri* (Risso). Tesis Ing. Agr. Escuela de Fitotecnia. Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica. 48 p.
- WHITEHEAD, D.R. 1975. Parasitic Hymenoptera associated with bruchid - infested fruits in Costa Rica. J. Wash. Acad. Sci. 65(3):108-116.
- WILLE, A. y FUENTES, G. 1975. Efecto de la ceniza del Volcán Irazú (Costa Rica) en algunos insectos. Rev. Biol. Trop. 23(2):165-175.
- VAUGHAN, M.A. 1989. Transferencia de Programas del manejo integrado de plagas. En Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura: Estado Actual y Futuro. Ed. K.L. Andrews y J.R. Quezada. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. Honduras. 623 p.
- ZELEDON, R.; ZUÑIGA, A. y SWATZWELDER, J.C. 1965. Hallazgo de *Telenomus variari* en San Rafael de Alajuela. Algunas observaciones sobre la ecología de este microhimenóptero. CONGR. CENTROAM. MICROBIOL., 1º San José, Costa Rica. p. 88.



US\$6.00

Centro de Información en Fitoprotección
 CATIE, 7170
 Turrialba, COSTA RICA

LOS CONOCIMIENTOS TRADICIONALES Y EL COMBATE DE PLAGAS EN AMERICA CENTRAL: REVISION DE LOS ARCHIVOS DEL ICECU

José Eladio Monge*
Jaime E. García**

ABSTRACT

Information files since 1964 from the Central American Institute for Cultural Extension (ICECU) in Agriculture and the rural community was reviewed concerning non chemical pest management methods. Methods most used were non-conventional chemical products (39.9%), natural products (39.5%), physical control (16.9%). A summary of the most promising methods is included.

INTRODUCCION

Al analizar y vivir las consecuencias de una agricultura intensiva, productivista a corto plazo y no sustentable, es necesario hacer un alto para intensificar esfuerzos en la búsqueda de "nuevas" opciones para el manejo integrado de plagas. Dentro de éstas es importante considerar las prácticas tradicionales elaboradas, mejoradas y ejecutadas con éxito por los agricultores durante generaciones.

En general, la noción de conocimiento tradicional se refiere al saber, prácticas, habilidades, experiencias y creencias de las poblaciones que por décadas han dependido y sobrevivido de sus recursos locales. Este tipo de conocimiento incluye ideas, percepciones y capacidades innovativas de carácter no técnico sobre los fenómenos ecológicos, biológicos y físicos. La agricultura tradicional incluye en ocasiones una mezcla de supersticiones, creencias religiosas y magia, dentro de las cuales algunas creencias están ligadas a prácticas válidas (Thrupp 1991, Thurston 1990).

Estos saberes y habilidades se derivan de años de experiencia, frecuentemente se transmiten de generación a generación integrados a normas socio-culturales, y a menudo relacionados con fenómenos físicos como el clima. En algunos casos, este saber se basa en concepciones, intuiciones, principios y creencias místico-religiosas, que difieren de los métodos científicos modernos. En este sentido, el conocimiento tradicional es fuente importante de

RESUMEN

Se revisó el archivo de preguntas y respuestas del Instituto Centroamericano de Extensión de la Cultura (ICECU), desde 1964 y se seleccionó en las áreas de Agricultura y de Animales los casos que sugieren soluciones libres de plaguicidas sintéticos, a los problemas de plagas. Los métodos más empleados son el uso de productos químicos no convencionales (39.9%), productos naturales (39.5%), y utilización de medidas de tipo físico (16.9%). Se presenta un resumen de las medidas de combate consideradas más prometedoras.

innovaciones y habilidades aprovechables en el desarrollo e incremento de la producción agrícola sustentable y para mejorar las condiciones de vida de la población. Estos saberes deben aprovecharse como un sustituto valioso y complemento del conocimiento científico y de las tecnologías formales (Thrupp 1991).

Dentro de este contexto el Instituto Centroamericano de Extensión de la Cultura (ICECU) es uno de los organismos más eficaces de comunicación, especialmente entre las poblaciones rurales de la región mesoamericana. Sus programas de radio y los tradicionales almanaques anuales "Escuela para Todos" son aceptados y reconocidos entre los sectores populares. Dentro de éstos cabe destacar la comunidad campesina, quienes consultan a este Instituto con la seguridad de que sus inquietudes serán acogidas. Estos archivos contienen un rico y valioso acervo de información cultural, poco explorado y valorado hasta el momento, el cual se ha querido aprovechar para recopilar y analizar las prácticas de combate opcionales al uso de plaguicidas sintéticos.

El presente trabajo es el resultado de una revisión monográfica de los archivos del ICECU en materia de combate de plagas, en el cual se resaltan aquellas medidas que, a la luz de los conocimientos actuales, merecen ser investigadas por el potencial que ofrecen para su incorporación a la estrategia de manejo integrado de plagas.

Recibido: 23/09/93. Aprobado: 08/10/93.

*Programa de Fruticultura, Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

**Convenio UNED - UCR. San José, Costa Rica.

METODOLOGIA

Se revisaron sistemáticamente las Secciones de Agricultura y de Animales del Archivo de Preguntas del Instituto Centroamericano de Extensión de la Cultura (ICECU), ubicado en San José de Costa Rica. El archivo se divide en ocho secciones y consiste en una colección de preguntas con sus respectivas respuestas, las cuales son seleccionadas a partir de las cartas enviadas al ICECU desde toda la región.

Las Secciones de Agricultura y de Animales constan de 300 y 350 carpetas, respectivamente, con un promedio de 50 preguntas en cada una, lo que resulta en un total aproximado de 32 500 preguntas registradas desde 1964.

La revisión consistió en la lectura de las consultas registradas en ambas secciones y la selección de los casos en que, ya fuera en la pregunta o en la respuesta, se presentaran o sugirieran soluciones a los problemas de plagas (enfermedades, insectos, malezas, otras) en cultivos, animales, granos almacenados, situaciones domésticas y en el hombre mismo, en las cuales no se tomara en cuenta la utilización de plaguicidas sintéticos.

Las tácticas de combate para los diferentes casos se ordenaron en cinco categorías o tipos de métodos (Cuadro 1). El uso de dichas medidas se clasificó según el tipo de problema o plaga que se deseaba atacar (Cuadro 2) y según el tipo de hospedante o situación en que se presentaba dicho problema (Cuadro 3).

La información obtenida se clasificó en dos grupos: I. Sin posible fundamento científico (creencias) II. Con posible fundamento científico. El primer grupo es de interés para los estudiosos de las áreas sociales tales como antropólogos y sociólogos en tanto que tienen relación con aspectos culturales y de comportamiento. La información del segundo grupo obviamente interesa para rescatar y estudiar desde el punto de vista agronómico, y la que finalmente se integra en el cuadro 4 con los casos más prometedores.

Los nombres científicos de las plantas se identificaron en la literatura sobre la flora mesoamericana (Ramírez 1902, Pittier 1926 y 1978, Calderón y Standley 1944, Gómez 1966, Standley 1968).

CUADRO 1. Importancia relativa del método de combate de plagas sin la utilización de plaguicidas sintéticos.

METODO DE COMBATE	FRECUENCIA (%)
QUIMICOS NO CONVENCIONALES:	39.9
Aceite	Jabón
Azufre	Queroseno
Cal	Sal
Ceniza	Otros
Detergente	
PRODUCTOS NATURALES:	39.5
Origen animal (insectos, sapos, otros)	
Origen vegetal (hojas, frutos, otros)	
FISICO:	16.9
Colgar objetos en los árboles	
Golpear los árboles	
Hacer heridas	
Hacer ruido	
Podar	
Secar al sol	
Tala de árboles	
Uso de alambres, mecates y cintas	
Uso de clavos y grapas	
Uso de espantapájaros	
Otros	
CALENDARIO:	1.5
Días de santos	
Fases de la luna	
ORGANICO:	1.4
Uso de estiércol, orina	
RELIGIOSO	0.8

CUADRO 2. Importancia relativa de los problemas o plagas para los cuales se sugirieron métodos de combate sin uso de plaguicidas sintéticos.

PROBLEMA O PLAGA	FRECUENCIA (%)
Enfermedades en animales y plantas	38.3
Insectos	27.1
Murciélagos	6.9
Pájaros	5.0
Roedores	3.5
Arboles con producción baja o sin frutos	2.9
Serpientes	2.7
Intoxicación	2.4
Moluscos	2.4
Caída de flores, frutos o ambos	2.2
Parásitos intestinales	1.3
Garrapatas	0.8
Malezas	0.5
Otros	4.0

RESULTADOS Y DISCUSION

Se recopilaron 558 casos que sugerían medidas de control de plagas libres de plaguicidas sintéticos. De éstos, 126 (22.6%) casos correspondieron a la Sección de Agricultura, y 432 (77.4%) a la de Animales.

Los métodos más empleados corresponden al uso de productos químicos no convencionales (39.9%), a la utilización de productos naturales (39.5%), y a medidas de tipo físico (16.9%).

Los tipos de problemas o plagas para los cuales se sugirió el mayor número de opciones fueron: enfermedades (38.3%), insectos (27.1%) y murciélagos (6.9%) (Cuadro 2).

Según grupos de hospedantes o situación presentada, el mayor número de opciones se registró para los problemas presentados en animales (51.2%), especialmente en el ganado vacuno (16.7%), y en los cultivos (29.5%) (Cuadro 3).

Dentro de la información tradicional con posible fundamento científico se encontraron medidas que posiblemente serán poco rentables o bien, otras que sólo son aplicables en pequeña escala. Sin embargo, es posible que aún en muchos casos se desconozca el grado de eficacia real o potencial de estas medidas en el combate de plagas. Con base en la información bibliográfica disponible, es probable que los casos más promisorios sean los que utilizan especies vegetales tales como barbasco, cinco negritos, chaperno, eucalipto, flor de muerto, madero negro, muña, nim y tabaco, de las cuales hay alguna evidencia científica sobre su acción en el combate de plagas (O'Brien 1967, Núñez 1978, Inostroza 1981, Cremlyn 1982, Rice 1983, Alán 1985, Valencia 1986, Grainge *et al.* 1985, Stein y Parrella 1985; Hurtado *et al.* 1987, Stoll 1989).

Se señalan las opciones que, a criterio de los autores, parecen ser más prometedoras (Cuadro 4). Dado que los agricultores sólo utilizan el nombre vulgar de las plantas, en algunos casos aparecen

CUADRO 3. Importancia relativa del hospedante o situación para los cuales se sugirieron métodos de combate de plagas o problemas sin uso de plaguicidas sintéticos.

HOSPEDANTE O SITUACION	FRECUENCIA (%)
Animales	(51.2)
Ganado vacuno	16.7
Perros	9.5
Gallinas	7.6
Caballos	5.3
Cerdos	3.2
Gatos	0.8
Otros	2.0
No especificados	6.1
Cultivos	(29.5)
Frutales	7.3
Granos básicos	5.6
Hortalizas	1.8
Ornamentales	1.2
Otros: caña de azúcar, café, banano y cacao	3.5
No especificados	10.1
Doméstica	(13.8)
Hombre	(3.2)
Granos almacenados	(2.3)

varios nombres científicos para un mismo nombre vulgar, por lo que no existe certeza acerca de cuáles la especie a la que se refirió el agricultor. En muchos casos, la información aportada por éstos es poco clara acerca de la metodología de preparación o aplicación de la solución que se sugiere.

Se espera que esta información sirva, a las personas involucradas en materia de manejo integrado de plagas, como base para reexaminar con detenimiento y sistematicidad el potencial que los conocimientos tradicionales continúen mostrando para contribuir en la búsqueda y el establecimiento de un sistema mejorado y sustentable de la producción agrícola.

CONSIDERACIONES FINALES

A pesar de los estudios y proyectos que ilustran el valor de los conocimientos tradicionales en diversas áreas de las ciencias sociales y naturales, el saber tradicional sigue siendo en gran parte marginado o ignorado por ciertas corrientes de pensamiento por razones sociales, ideológicas o económicas (Thrupp 1991).

Desde la perspectiva de valor cultural, así como de aplicación de conocimientos tradicionales en la solución de problemas de plagas, los conocimientos tradicionales de los campesinos poseen un valor invaluable que no debe subestimarse. En este sentido es necesario un mayor esfuerzo en recopilar, analizar y aprovechar este tipo de información tal y como se está pretendiendo hacer

en Costa Rica a través del Sistema de Información sobre Opciones al Uso Unilateral de Agroquímicos Sintéticos (García y Fuentes 1992).

En este trabajo, existen opciones de diversa índole, aunque en su mayoría, su eficacia no ha sido suficientemente evaluada ni validada. Por consiguiente se recomienda explicitar, con detenimiento y sentido crítico, el valor y potencial de este tipo de conocimientos tradicionales con el fin de identificar nuevas tácticas utilizables en la estrategia de manejo integrado de plagas. De esta manera se podrá contribuir en alguna medida a desplazar el uso irracional y unilateral que se ha venido haciendo en nuestro medio de los plaguicidas sintéticos. Todo esto con el fin último de lograr un manejo racional de los recursos agrícolas disponibles en cada localidad y cuyas acciones se deberán dirigir a la sustentabilidad de los agroecosistemas en cuestión.

AGRADECIMIENTOS

Al personal del ICECU, en especial a su directora, Sra. Manuela Tattenbach, a la Sra. Hilda Pérez, y al Sr. José Arrieta, encargado del Archivo de Preguntas, su cooperación facilitó la elaboración de este trabajo. A la Sra. Michelle Loría, su ayuda en el análisis de la información. Al Dr. Luko Hilje (CATIE), al M.Sc. Jorge Gómez Laurito (UCR) y al M.Sc. Gilbert Fuentes (UCR) en la revisión de los borradores.

LITERATURA CITADA

- ALAN, E. 1985. Efecto alelopático del madero negro (*Gliciridia sepium* Jacq.) en la germinación y crecimiento inicial de malezas tropicales. Tesis Lic. Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica. 46 p.
- CALDERON, S. y STANDLEY, P. C. 1944. Lista preliminar de plantas de El Salvador. 2 ed. San Salvador, Imprenta Nacional. 450 p.
- CREMLYN, R. 1982. Plaguicidas modernos y su acción bioquímica. México, Limusa. 356 p.
- GARCIA G., J. E.; FUENTES G., G. 1992. Opciones al uso unilateral de plaguicidas en Costa Rica: pasado, presente, futuro. San José, EUNED. 149 p.
- GOMEZ, A. 1966. Estudios botánicos en la región de Misantla, Veracruz. México, Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. 173 p.

- GRAINGE, M. et al. 1985. Plant species reportedly possessing pest-control properties; an EWC/UH database. Honolulu, Hawaii, East-West Center, East-West Resource Systems Institute. 249 p.
- HURTADO, P. F.; MUNARES, E. M.; MORALES, A. R.; HURTADO, P. E. 1987. Aceite esencial de la muña (*Minthostachys mollis*); algunos aspectos de su extracción y utilización. En: Producción, manejo y exportación de frutas tropicales de América Latina. Colombia, Federación Nacional de Cafeteros-FAO. p. 177-191.
- INOSTROZA, I. 1981. Efecto alelopático de *Gliciridia sepium*. Tesis Lic. Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica. 45 p.
- NUÑEZ, E. 1978. Plantas medicinales de Costa Rica y su folklore. 2 ed. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica. 318 p.
- O'BRIEN, R. D. 1967. Insecticides: action and metabolism. Londres, Academic Press. 332 p.
- PITTIER, H. F. 1926. Manual de plantas usuales de Venezuela. Caracas, Litografía del Comercio. 458 p.
- PITTIER, H. F. 1978. Plantas usuales de Costa Rica. San José, Costa Rica, Editorial Costa Rica. 329 p.
- RAMIREZ, J. 1902. Sinonimia vulgar y científica de las plantas mexicanas. México, Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento. 160 p.
- RICE, E. L. 1983. Pest control with nature's chemicals. Norman, USA, University of Oklahoma Press. 224 p.
- STANDLEY, P. C. 1968. Flora of the Panama canal zone. New York, J. Gramer. 416 p.
- STEIN, U. y PARRELLA, M. P. 1985. Seed extract shows promise in leafminer control. California Agriculture 4:19-20.
- STOLL, G. 1989. Protección natural de cultivos en las zonas tropicales. Weikersheim (Alemania), Margraf. 184 p.
- THRUPP, L. A. 1991. Conocimiento tradicional para una agricultura sustentable: de la marginalización a la participación de la población rural. Formación Ambiental 2(4):15-18.
- THURSTON, H. D. 1990. Plant disease management practices of traditional farmers. Plant Disease 74(2):96-102.
- VALENCIA, L. (ed.). 1986. Curso sobre control integrado de plagas de papa. Memorias. 29 junio-19 julio. Bogotá, Colombia, CIP-ICA. 200 p.

CUADRO 4. Casos prometedores como medidas de combate naturales contra plagas en la agricultura, obtenidas del Archivo de Preguntas del ICECU.

MEDIDA	USO	PROBLEMA O PLAGA Y PAIS*
1. USO DE PLANTAS:		
Aceituno indio <i>Licania arborea</i> <i>Platymiscium polystachyum</i>	Infusión (semillas)	Mastitis en animales (ES)

? = información poco clara.

* = CR: Costa Rica; ES: El Salvador; G: Guatemala; H: Honduras; M: México; N: Nicaragua.

Ajo <i>Allium sativum</i>	Directa ("dientes"), machacado, molido	Insectos; tórsalos (<i>Dermatobia hominis</i>); plagas en granos almacenados; curación de mordeduras de murciélagos en animales; enfermedades en animales; repelente de serpientes y murciélagos (CR, ES, G, H)
Algalia o Algaría <i>Hibiscus abelmoschus</i> <i>H. esculentus</i> (ocra)	Directa (semillas)	Rabia en perros (H)
Apazote <i>Chenopodium ambrosioides</i>	Directa (hojas) (como repelente)	Pulgas, murciélagos (CR)
Barbasco <i>Derris eliptica</i>	Extracto? (contiene rotenona)	Insectos (H)
Bejuco de barba de viejo <i>Clematis dioica</i> <i>C. grossa</i>	Extracto?	Insectos (CR)
Cabuya <i>Furcraea cabuya</i>	Jugos?, directa?	Malezas, sarna en animales (CR)
Citronela <i>Cymbopogon nardus</i>	Extracto? (como repelente)	Insectos (CR)
Curaré (o Curarina) <i>Cissampelos pareira</i> <i>Chondodendron tomentosum</i> <i>Strychnos toxifera</i>	Jugo	Enfermedades en animales, (CR, G) picadura de serpiente
Chaperno <i>Lonchocarpus eriocarinalis</i> <i>L. guatemalensis</i> <i>L. lanceolatus</i> <i>L. salvini</i>	Extracto? (contiene rotenona)	Insectos (H)
Chichicaste <i>Gronovia scandens</i> <i>Jatropha urens</i> <i>Loasa speciosa</i> <i>Myriocarpa longipes</i> <i>Naias marina</i> <i>Urera baccifera</i> <i>U. caracasana</i> <i>Urtica baccifera</i>	Directa (hojas) (como repelente)	Murciélagos (CR)
Chichipince <i>Hamelia patens</i> <i>H. pauciflora</i>	Directa (hojas), molido	Enfermedades en las patas en animales (H)
Chile (dulce o picante) <i>Capsicum</i> spp.	Difusión, infusión, molido, directa (frutos)	Insectos; plagas en granos almacenados; enfermedades en aves (CR, ES, G)
Flor de muerto <i>Tagetes patula</i>	Siembra, extracto?	Insectos; nematodos; jobotos (<i>Anomala</i> spp., <i>Bothynus</i> spp., <i>Ciclocephala</i> spp., <i>Dermatobia</i> spp., <i>Phyllophaga</i> spp.) (G)
Gabia <i>Acacia farnesiana?</i>	?	Enfermedades en animales (CR)
Grapefruit <i>Citrus paradisi</i>	Directa (cáscaras)	Hormigas zompopas (<i>Atta</i> spp.) (CR)
Guacamaya <i>Caesalpinia pulcherrima</i> <i>Delonix regia</i> <i>Heliconia latispatha</i>	Infusión (raíz)	Enfermedades urinarias en animales (CR)
Guachipelín <i>Diphysa robinoides</i>	Infusión	Roedores; parásitos externos en animales (CR)
Guanábana <i>Annona muricata</i>	?	Insectos (CR)
Guarumo <i>Cecropia obtusa</i> <i>Cecropia</i> spp.	Directa (hojas), ceniza (hojas)	Heridas en animales; problemas reproductivos en animales (CR, ES)

Guayaba <i>Psidium guajava</i>	Pasta, jugo	Insectos (CR)
Güitite <i>Acnistus arborescens</i>	Difusión	Insectos; enfermedades en animales (CR)
Haba de caballo <i>Cannavalia ensiformis</i>	Extracto (como repelente)	Babosas (CR)
Hierba santa <i>Piper auritum</i> <i>P. sanctum</i>	?	Malezas (G)
Higuerilla <i>Ricinus communis</i>	Siembra, directa (hojas), infusión	Taltuzas (<i>Orthogeomys cherriei</i>); enfermedades en animales (CR, ES)
Indio desnudo o Jiñocuabe <i>Bursera simaruba</i>	Aplicación de la goma	Comején (Isoptera) (CR)
Limón ácido <i>Citrus limon</i>	Directa (jugo y/o cáscaras)	Insectos y enfermedades en plantas; enfermedades en animales; hormigas zompopas; (CR, H) repelente de insectos y taltuzas
Llantén <i>Plantago hirtella</i> <i>P. major</i>	Jugo (hojas)	Enfermedades en los ojos en animales (G)
Madero negro <i>Gliricidia sepium</i>	Infusión, directa (hojas), siembra, machacado	Insectos; enfermedades de plantas; roedores; parásitos externos en animales; pulgas (<i>Ctenocephalides</i> spp., <i>Pulex irritans</i>) (CR)
Maney <i>Calocarpum mammosum</i> <i>Mammea americana</i> <i>Vitellaria mammosa</i>	Infusión, machacado (semillas)	Pulgas; enfermedades de la piel en animales (ES)
Manzana de Judas <i>Malus</i> sp.?	Infusión (semillas)	Curación de mordeduras de (G) murciélago en animales
Matiliguato <i>Tabebuia pentaphylla</i>	Directa (hojas y corteza)	Rabia en perros (G)
Mozote de caballo <i>Triunfetta semitriloba</i>	Difusión	Diarreas y desnutrición en (CR) animales
Musáceas (banano, guineo) <i>Musa</i> spp.	Directa (vástago podrido)	Sarna en animales (CR)
Naranja agria <i>Citrus aurantium</i>	Ingestión, directa (jugo)	Problemas digestivos y de enfermedades en animales (CR)
Narciso <i>Narcissus</i> sp. <i>Nerium oleander</i> <i>Thevetia</i> spp.	Extracto (como repelente)	Babosas (CR)
Pino <i>Pinus</i> sp.	Directa (hojas) (como repelente)	Hormigas zompopas (G)
Quilebracho <i>Acacia acatlensis</i> <i>Albizia malacocarpa</i> <i>Lonchocarpus michelianus</i> <i>Piptadenia constricta</i>	Infusión (corteza)	Enfermedades en animales (G)
Reina de la noche <i>Datura arborea</i>	?	Insectos (CR)
Rosa <i>Rosa</i> spp.	Difusión (pétalos)	Enfermedades en los ojos de animales (G)
Sábila <i>Aloe vera</i>	Directa (hojas)	Pulgas (ES)
Seso vegetal <i>Blighia sapida</i>	Directa (frutos), siembra	Taltuzas (CR)

Suelda con suelda <i>Boussingaultia leptostachys</i>	Jugo, extracto	Enfermedades en animales (CR)
Tabaco <i>Nicotiana tabacum</i>	Infusión, difusión, directa (venas de hojas)	Insectos en plantas y (CR, ES, animales; pulgas G, M)
Uña de gato <i>Acacia hayesii</i> <i>Buettneria aculeata</i> <i>Byttneria aculeata</i> <i>Celtis iguanaea</i> <i>Lantana camara</i> <i>Machaerium purpurascens</i> <i>Machaerium spp.</i> <i>Martynia diandra</i> <i>Pithecellobium microstachyum</i> <i>Pithecellobium unguis-cati</i> <i>Pisonia aculeata</i> <i>Solanum hirsutissimum</i>	Directa (hojas)	Pulgas (N)
Varilla de San José <i>Althaea rosea</i> <i>Cassia emarginata</i> <i>Jacobinia umbrosa</i> <i>Laelia superbiens</i> <i>Oncidium carthaginensis</i> <i>Polianthes tuberosa?</i>	Extracto (como repelente)	Babosas (CR)
Violeta <i>Anoda cristata</i> <i>Viola odorata</i>	Directa (raíz)	Comején (CR)
Yuca <i>Manihot esculenta</i>	?	Insectos (CR)
2. OTROS:		
Acido bórico	Directa (en mezcla con masa, azúcar, etc.), solución	Cucarachas (CR, ES, G, H)
Cal (carbonato de calcio)	Polvo, pintura, suspensión	Insectos; babosas; enfermedades de plantas; insectos en granos almacenados; daños por heladas; caída de flores en tomate; jobotos (CR, ES, G, H)
Ceniza	Polvo, suspensión	Insectos; enfermedades de plantas; insectos en granos almacenados (CR, ES, G, H)
Detergente	Suspensión	Insectos (áfidos, cochinillas, pulgas, gusanos) (CR)
Diesel	Directa	Comején en madera (CR)
Hiel (de vaca)	Directa	Enfermedades en las patas en animales; cataratas en los ojos en animales (CR, ES, G)
Insectos	Jugo	Insectos (el jugo de una especie de insectos sirve para combatir a esa misma especie) (G)
Jabón	Suspensión	Insectos (áfidos, cochinillas, pulgas, gusanos) (CR)
Manteca (de armadillo o cusuco (<i>Dasyus novencintus</i>) o de chompipe o pavo (<i>Meleandris gallopavus</i>))	Directa	Enfermedades en las patas en animales (CR, G)
Hiel (de abejas, avispa marigueta o María Seca, o avispa doncella)	Directa	Cataratas, ceguera y otros (CR, G, problemas en ojos de animales N)
Tierra	Directa	<i>Spodoptera</i> (CR)

Suelda con suelda <i>Boussingaultia leptostachys</i>	Jugo, extracto	Enfermedades en animales (CR)
Tabaco <i>Nicotiana tabacum</i>	Infusión, difusión, directa (venas de hojas)	Insectos en plantas y (CR, ES, animales; pulgas G, M)
Uña de gato <i>Acacia hayesii</i> <i>Buettneria aculeata</i> <i>Byttneria aculeata</i> <i>Celtis iguanaea</i> <i>Lantana camara</i> <i>Machaerium purpurascens</i> <i>Machaerium spp.</i> <i>Martynia diandra</i> <i>Pithecellobium microstachyum</i> <i>Pithecellobium unguis-cati</i> <i>Pisonia aculeata</i> <i>Solanum hirsutissimum</i>	Directa (hojas)	Pulgas (N)
Varilla de San José <i>Althaea rosea</i> <i>Cassia emarginata</i> <i>Jacobinia umbrosa</i> <i>Laelia superbiens</i> <i>Oncidium carthaginensis</i> <i>Polianthes tuberosa?</i>	Extracto (como repelente)	Babosas (CR)
Violeta <i>Anoda cristata</i> <i>Viola odorata</i>	Directa (raíz)	Comején (CR)
Yuca <i>Manihot esculenta</i>	?	Insectos (CR)
2. OTROS:		
Acido bórico	Directa (en mezcla con masa, azúcar, etc.), solución	Cucarachas (CR, ES, G, H)
Cal (carbonato de calcio)	Polvo, pintura, suspensión	Insectos; babosas; enfermedades de plantas; insectos en granos almacenados; daños por heladas; caída de flores en tomate; jobotos (CR, ES, G, H)
Ceniza	Polvo, suspensión	Insectos; enfermedades de plantas; insectos en granos almacenados (CR, ES, G, H)
Detergente	Suspensión	Insectos (áfidos, cochinillas, pulgas, gusanos) (CR)
Diesel	Directa	Comején en madera (CR)
Hiel (de vaca)	Directa	Enfermedades en las patas en animales; cataratas en los ojos en animales (CR, ES, G)
Insectos	Jugo	Insectos (el jugo de una especie de insectos sirve para combatir a esa misma especie) (G)
Jabón	Suspensión	Insectos (áfidos, cochinillas, pulgas, gusanos) (CR)
Manteca (de armadillo o cusuco (<i>Dasybus novencintus</i>) o de chompipe o pavo (<i>Meleandris gallopavus</i>))	Directa	Enfermedades en las patas en animales (CR, G)
Hiel (de abejas, avispa marigueta o María Seca, o avispa doncella)	Directa	Cataratas, ceguera y otros (CR, G, problemas en ojos de animales N)
Tierra	Directa	<i>Spodoptera</i> (CR)

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

Manuel **Carballo**, MSc. -
Ramiro **de la Cruz**, PhD.
Fernando **Ferrán**, PhD.
Israel **Garita**, Ing. Agr.
Donald **Kass**, PhD.
Joaquín **Larios**, MSc.
Nahum **Marbán**, PhD.
Wilberth **Phillips**, MSc.
Gonzalo G. **Rivas**, MSc.
Enrique **Rojas**, MSc.
Joseph **Saunders**, PhD.
Bernal **Valverde**, PhD.
Tomás **Zoebisch**, PhD.

UCR

Primo Luis **Chavarría**, PhD.
Gilbert **Fuentes**, MSc.
Paul **Hanson**, PhD.

UNA

German **Rivera C.**, MSc.

MAG

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

UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO

Alberto **Pantoja**, PhD.

COORDINACION, EDICION Y DISTRIBUCION:

Orlando **Arboleda**, MSc.

CATIE - CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA

Dr. Rubén Guevara Moncada, Director General

PROGRAMA DE AGRICULTURA TROPICAL SOSTENIBLE

Dr. Joseph L. Saunders, Director Programa

AREA DE FITOPROTECCION*

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

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

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

MIP/CATIE

7170 Turrialba, Costa Rica

Teléfono: (506)56-16-32

Fax: (506) 56-06-06; 56-15-33

Correo Electrónico: OARBOLED@UCRVM2 BITNET

Dr. Elkin Bustamante

Fitopatólogo

Dr. Ramiro de la Cruz

Especialista en Malezas

Dr. Luko Hilje

Entomólogo

Dr. Ramón Lastra

Virólogo

Dr. Nahúm Marbán

Nematólogo

Dr. Octavio Ramírez

Economista

M.Sc. Philip Shannon

Entomólogo

Dr. Bernal Valverde

Especialista en Plaguicidas

M.Sc. Orlando Arboleda

Especialista en Información

Lic. Laura Rodríguez

Documentalista/Comunicador

Guatemala

Dr. Víctor Salguero

Proyecto MIP/CATIE

Apartado 76-A, Guatemala

Teléfono: 34-77-90 ó 37-23-58

Fax: (5022)340511

Nicaragua

Dr. Charles Staver, Especialista en Malezas

Dr. Falguni Guharay, Entomólogo

Dr. David Monterroso, Fitopatólogo

MSc. Jorge Siman, Economista Agrícola

Proyecto NORAD/ASDI/CATIE.

Managua. Apartado No. P-116.

Teléfono: (5052)51443 ó 51757

Fax: (5052)652158, 52158 y 658536

Honduras

Dr. Keith L. Andrews, Líder

Proyecto RENARM/Protección Vegetal

Escuela Agrícola Panamericana

Tegucigalpa. Apartado 93

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

(504) 322660 (Tegucigalpa)

Fax: (504)766240

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

CATIE - SERVICIOS DE INFORMACION EN FITOPROTECCION

SERVICIOS DE ALERTA INFORMATIVA sobre temas tales como:

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

FOMENTO DEL INTERCAMBIO DE DOCUMENTOS E INFORMACION ENTRE INSTITUCIONES Y ESPECIALISTAS

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

SERVICIO DE BUSQUEDAS Y ACCESO A LA INFORMACION

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

PUBLICACIONES Y SERIES MIP

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

MAYOR INFORMACION SOBRE ESTOS SERVICIOS EN:

CATIE - CENTRO DE INFORMACION MIP

7170 Turrialba, Costa Rica

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

Correo Electrónico: OARBOLED @UCRVM2 BITNET