

# MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

Setiembre, 1989

REVISTA DEL PROYECTO MIP/CATIE

No. 13



Programa  
de  
Mejoramiento  
de Cultivos  
Tropicales



Centro  
Agronómico  
Tropical  
de Investigación  
y Enseñanza

Turrialba, Costa Rica

CATIE. PROGRAMA I. MEJORAMIENTO DE CULTIVOS TROPICALES  
Dr. Víctor Villalobos, Director del Programa

GRUPO DE COORDINACION Y ELABORACION

El Proyecto MIP/CATIE produce varias publicaciones periódicas y servicios de alerta informativa tales como "Manejo Integrado de Plagas", "Boletín Informativo" y "Páginas de Contenido". Consultas relacionadas con el proyecto y sus servicios, así como sus aportes, sugerencias y material a ser difundido a través de los servicios de información del MIP pueden hacerse llegar a las siguientes direcciones:

Asesoría y Coordinación:

MIP/CATIE 7170 Turrialba, Costa Rica Teléfono: 56-16-32	Ing. Roger Meneses, Coordinador Encargado Proyecto MIP/CATIE Apartado 843-2050, San Pedro Montes de Oca San José, Costa Rica Teléfono: 53-18-98
Joseph L. Saunders, Ph.D. Coordinador Proyecto MIP	Ing. Joaquín Larios, Coordinador Proyecto MIP/CATIE Apartado (01)78 Oficina del IICA San Salvador, El Salvador Teléfono: 23-82-24
Elkin Bustamante Ph.D. Fitopatólogo	
Nahúm Marbán Ph.D. Nematólogo	Dr. Mario Pareja, Coordinador Proyecto MIP/CATIE Apartado 76-A Guatemala, Guatemala Teléfono: 34-77-90 ó 37-23-58
James French Ph.D. Economista Agrícola	
Ramiro de la Cruz Ph.D. Especialista en Malezas	Dr. David Monterroso, Coordinador Proyecto MIP/CATIE Oficina del IICA Apartado 1410 Tegucigalpa, Honduras Teléfono: 31-53-18 ó 31-52-27
Philip Shannon M.Sc. Entomólogo	
<u>Elaboración y difusión:</u>	Ing. Gabriel von Lindeman, Coordinador Proyecto MIP/CATIE Apartado 6-3786 Panamá, República de Panamá Teléfono: 23-62-36
Orlando Arboleda M.Sc. Especialista en Información	

---

Diseño Gráfico: Mauricio Argueta  
Digitación de Texto: Yorlene Pérez

# MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

Setiembre, 1989 REVISTA DEL PROYECTO MIP/CATIE

No. 13

CONTENIDO

	Pág.
<b>ENSAYOS Y NOTAS TECNICAS</b>	
Fluctuación poblacional de áfidos, e incidencia de virosis durante el ciclo del cultivo de chile ( <i>Capsicum annuum</i> ) en el Valle de Zapotitán, El Salvador.....	1-10
Joaquín F. Larios; Rafael Reyes; Gonzalo G. Rivas MIP/CATIE, El Salvador Róger Meneses, MIP/CATIE, Costa Rica	
Incidencia del ácaro blanco <i>Polyphagotarsonemus latus</i> (Banks) (Tarsonemidae: Acarina) en el cultivo de chile dulce <i>Capsicum annuum</i> en el Valle de Zapotitán, El Salvador.....	11-22
Rafael Reyes; Joaquín F. Larios; Gonzalo G. Rivas MIP/CATIE, El Salvador	
Evaluación de criterios de aplicación de insecticidas para el manejo de <i>Plutella xylostella</i> en repollo.....	23-30
Manuel Carballo; Gustavo Calvo, MIP/CATIE, Turrialba, Costa Rica José R. Quezada, Consultor, U.S.A.	
<b>IFORMES DE DIAGNOSTICO</b>	
Distribución altitudinal y geográfica de las capturas de las polillas de la papa <i>Scrobipalopsis solanivora</i> Povolny y <i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) en Costa Rica.....	39-48
Carlos L. Rodríguez; Carlos Lépiz Ch., MAG, San José, Costa Rica Alfredo Arce A.; Danilo Pérez M., MAG, Pacayas, Costa Rica Francisco Brenes, MAG, Cartago, Costa Rica Carlos Viquez U., MAG, Zarcero, Costa Rica Abraham Fonseca M., INA, San José, Costa Rica	
Manejo de malezas en el cultivo de frijol en Centroamérica.....	49-64
Ramiro de la Cruz; Arnoldo Merayo, MIP/CATIE, Turrialba, Costa Rica	
<b>COMENTARIOS Y RECOMENDACIONES</b>	
Modelos de investigación y transferencia de tecnología en manejo integrado de plagas.....	65-82
Keith L. Andrews, EAP-El Zamorano, Honduras	
<b>ENSAYO BIBLIOGRAFICO</b>	
La antracnosis del frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) en Costa Rica.....	83-91
Carlos Manuel Araya, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica	

Programa  
de  
Mejoramiento  
de Cultivos  
Tropicales



Centro  
Agronómico  
Tropical  
de Investigación  
y Enseñanza

Turrialba, Costa Rica

**FLUCTUACION POBLACIONAL DE AFIDOS E INCIDENCIA DE VIROSIS DURANTE  
EL CICLO DEL CULTIVO DEL CHILE (Capsicum annuum) EN EL VALLE DE  
ZAPOTITAN, EL SALVADOR\***

Joaquín F. Larios C.\*\*  
Rafael Reyes M.\*\*\*  
Gonzalo G. Rivas P.\*\*\*  
Roger Meneses\*\*\*\*

**INTRODUCCION**

El chile dulce Capsicum annuum es una hortaliza ampliamente cultivada en el Valle de Zapotitán. Sin embargo la producción nacional de chile no alcanza a satisfacer la demanda. Las cifras de 1987 indican que la exportación fue significativamente menor que la importación, lo cual se atribuye a múltiples limitaciones del cultivo.

Normalmente el cultivo del chile se lleva a cabo durante los meses de setiembre, final de la época lluviosa, hasta marzo, último mes de la estación seca; período en el cual es atacado por diversos agentes parasitológicos entre los cuales sobresalen los áfidos, la pudrición bacteriana, el picudo del chile, virosis y un problema conocido por el agricultor como "acolocamiento" de la hoja.

Ha sido muy limitado el número de estudios realizados en El Salvador, relacionados con áfidos y virosis en chile dulce, por esta razón el Proyecto MIP/CATIE se propuso desarrollar el presente trabajo con el fin de: -Determinar la fluctuación poblacional de áfidos en campos comerciales de chile dulce y su relación con la incidencia de virosis durante el ciclo del cultivo y -Determinar la incidencia de virosis en el campo.

\* Versión revisada del trabajo presentado en la Reunión de AGMIP, Guatemala del 26 al 28 de abril de 1989.

\*\* Coordinador, Proyecto MIP/CATIE, San Salvador, El Salvador.

\*\*\* Asistentes de Investigación, Proyecto MIP/CATIE, El Salvador.

\*\*\*\* Asistente de Investigación, Proyecto MIP/CATIE, San José, Costa Rica.

## REVISION DE LITERATURA

En El Salvador, se conocen sólo dos trabajos relacionados con áfidos y virosis en chile dulce. Granillo, Anaya y Díaz (1973) determinaron que este cultivo es afectado por dos virus: el virus Y de la papa (PVY) y el virus del grabado del tabaco (TEV) los cuales fueron transmitidos por el áfido Myzus persicae Sulzer de una manera no persistente. La sintomatología de los daños fue ampliamente descrita por ellos y además observaron que las poblaciones de M. persicae son altas en el Valle de Zapotitán, lo cual podría explicar la alta incidencia de la enfermedad en cualquier época del cultivo. Posteriormente Granillo y Anaya (1974) realizaron pruebas físicas, biológicas y serológicas para determinar el agente causal de algunos síntomas virales observados, concluyendo que el virus del moteado del chile (PMV) también estaba presente en este Valle.

En Centroamérica, King y Saunders (1984) registran la siguiente áfido-fauna en chile: aphis gossypii Glover, Myzus persicae Sulzer y Macrosiphum euphorbiae Thomas.

En enero y febrero de 1988 muestreos de daños de plagas realizados en Zapotitán, El Salvador, en plantaciones de chile dulce al final de su ciclo de cultivo, revelaron incidencias del 100% de plantas afectadas por virosis y acolochamiento de la hoja (Proyecto MIP/CATIE, El Salvador, 1988, sin publicar).

## MATERIALES Y METODOS

El estudio se llevó a cabo en el Valle de Zapotitán, Departamento de La Libertad, El Salvador; durante los meses de octubre 1988 a enero 1989; período en el cual se determinó la fluctuación poblacional de áfidos capturados en trampas de agua y la incidencia de virosis.

En el experimento colaboraron cuatro productores quienes permitieron la conducción de este ensayo, en cuatro plantaciones de chile ya establecidas. Los lotes variaron de 0.7-2.1 ha (1 a 3 Mz).

El chile variedad Tres-Cantos fue trasplantado a mediados de setiembre. Cada productor realizó las labores culturales o aplicación de plaguicidas necesarias según su experiencia en el cultivo, para fines comerciales.

La metodología consistió en el uso de trampas amarillas de agua para capturar áfidos alados y el recuento de plantas con síntomas de virosis para determinar la incidencia de la enfermedad.

Las trampas se construyeron en forma rectangular, con lámina galvanizada, y midieron 0.30x0.50x0.08 m. La parte exterior se pintó de gris y la parte interior de amarillo canario; similares a las descritas por Raman (1985).

Se colocó una trampa dentro de cada lote, en la posición oeste, dirección predominante del viento. Cada trampa fue montada en estacas de bambú, a una altura de 0.70 m sobre el nivel del suelo.

Los registros de áfidos alados/trampa/finca se realizaron dos veces por semana; la colecta se llevó a cabo con la ayuda de pinceles finos. Para su preservación y posterior identificación se almacenaron en "viales" frasquitos de vidrio que contenían alcohol etílico al 70%. En cada muestreo se cambió el agua de la trampa y se le agregó jabón líquido (1-2 cc) para disminuir la tensión superficial del agua y facilitar la captura de los áfidos.

El total de áfidos capturados fue enviado al laboratorio del CATIE, Costa Rica, para la identificación de las especies de áfidos colectadas durante el experimento y obtener la fluctuación poblacional de cada especie encontrada.

Para el registro de plantas virosas; se muestrearon semanalmente ocho segmentos de surco, con 25 plantas por cada segmento; también se realizaron muestreos semanales al azar de áfidos alados y no alados/hoja en 25 plantas/lote tomando para ello tres hojas/planta.

Se realizaron análisis serológicos de muestras foliares provenientes de los campos en estudio(1). Se utilizó la técnica de ELISA, prueba serológica en la cual los anticuerpos son conjugados a una enzima y pueden detectar las partículas virales adheridas a un soporte sólido. Esta se realizó con el propósito de identificar virus presentes en el Valle de Zapotitán en el cultivo de chile, en los laboratorios de Protección Vegetal del Centro de Tecnología Agrícola, CENTA.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Identificación de las especies colectadas. De las 77 muestras de áfidos colectados en trampas de agua dentro de fincas de chile se identificaron 23 especies de áfidos (Cuadro 1).

De las especies colectadas; A. gossypii, Macrosiphum euphorbiae, Myzus persicae y Rophalosiphum rufiabdominalis, se mencionan como especies hospedantes del chile (Holman, 1974; Saunders et al., 1983; Blackman y Eastop, 1985); de ellas A. gossypii y M. persicae se citan como especies transmisoras de virus de chile (Granillo, Anaya y Díaz, 1973 y Smith, 1972).

CUADRO 1. Número de áfidos colectados mensualmente en Zapotitán. (N=4 Trampas).

ESPECIE	1988			1989	TOTAL ESPECIE
	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	
<u>Aphis amaranti</u>	1	3	0	0	4
<u>A. citricola</u> (*)	43	427	119	67	656
<u>A. coreopsidis</u>	1	22	4	3	30
<u>A. craccivora</u>	7	66	6	0	79
<u>A. gossypii</u> (*)	19	77	7	4	107
<u>A. middletoni</u> (*)	3	75	24	11	113
<u>A. nerii</u>	0	1	0	2	3
<u>Brachycaudus helichrysi</u>	0	0	1	0	1
<u>Dactynotus tuataiae</u>	2	29	26	6	63
<u>Geopemphigus flocculosus</u>	0	1	3	0	4
<u>Lizerius cermeli</u>	0	5	1	0	6
<u>Macrosiphum euphorbiae</u>	0	1	3	0	4
<u>M. salviae</u>	2	18	1	3	24
<u>Myzus persicae</u> (*)	43	122	90	109	364
<u>Pentalonia nigronervosa</u>	1	1	1	0	3
<u>Picturaphis brasiliensis</u> (*)	56	131	3	3	193
<u>Rophalosiphum maidis</u>	4	13	1	21	39
<u>R. padi</u>	2	1	0	0	3
<u>R. rufiabdominalis</u>	2	14	3	0	19
<u>Sipha flava</u>	0	2	0	0	2
<u>Tetraneura nigriabdominalis</u>	5	8	0	0	13
<u>Toxoptera aurantii</u>	36	8	7	0	51
<u>Uroleucon ambrosiae</u>	0	1	10	3	14
TOTAL MES	227	1026	310	232	1795

(\*) Las cinco especies capturadas con mayor frecuencia.

(1) Colaboración del Dr. R. Lastra, Experto del CATIE, Turrialba, Costa Rica.

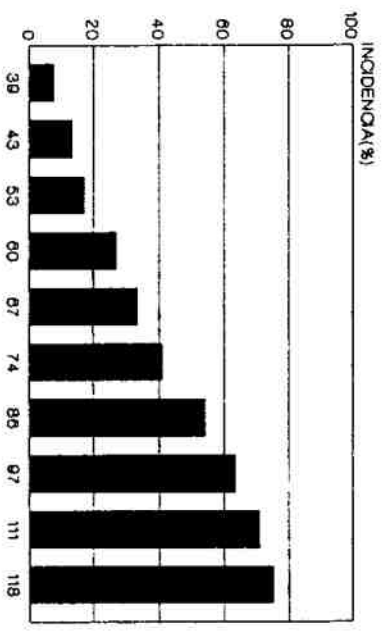
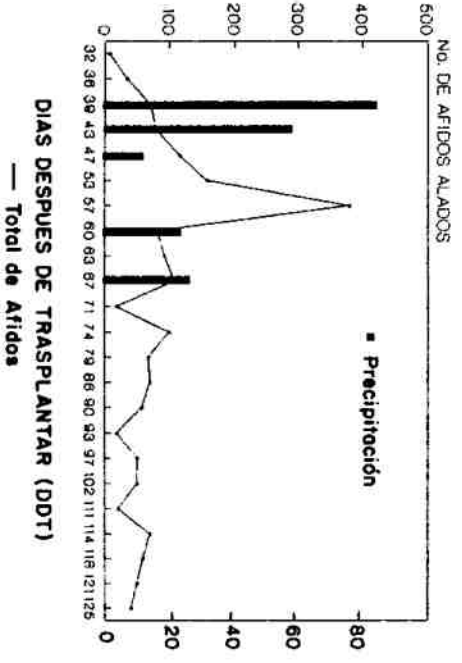
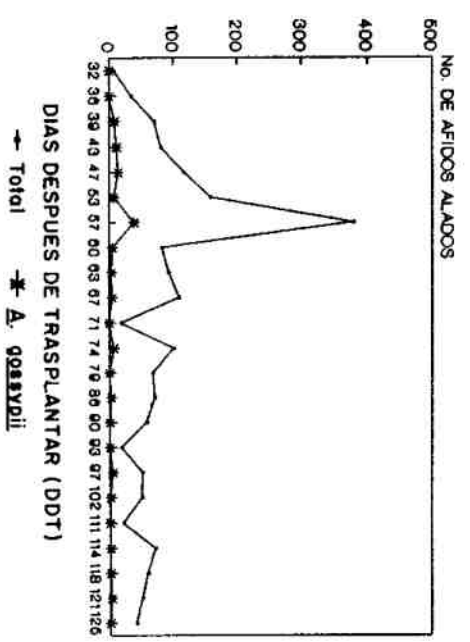
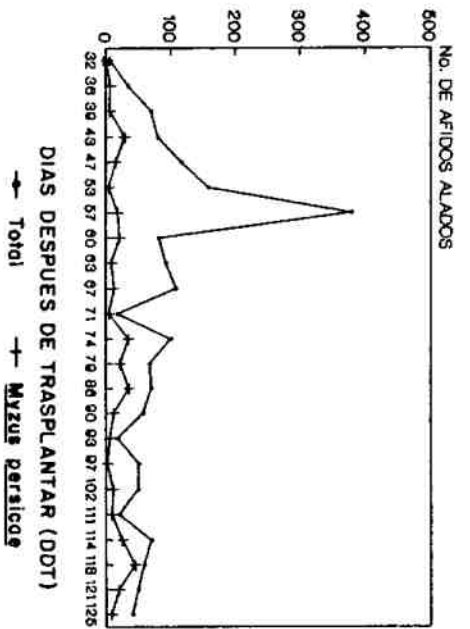
**Fluctuación poblacional de áfidos e incidencia de virosis.** La fig. 1 señala el número total de áfidos alados capturados semanalmente durante la temporada de cultivo. La mayor población de áfidos se registró entre los 50-57 días después del trasplante (DDT) con un nivel poblacional de 379 áfidos alados; posteriormente las poblaciones decrecen y a los 67 DDT se registran 108 áfidos alados, las poblaciones continúan decreciendo hasta llegar a 41 áfidos alados a los 125 DDT.

Durante el progreso poblacional de las especies encontradas con mayor frecuencia; Aphis citricola presenta mayor ocurrencia que las otras especies; a los 43 DDT alcanza niveles de 19 áfidos alados; más tarde a los 57 DDT llega a su máximo con 135 áfidos alados; posteriormente su presencia es continua, aunque disminuye moderadamente, hasta llegar a 18 áfidos alados al final del ciclo del cultivo 125 DDT. Myzus persicae Fig. 1, mantiene menor presencia que A. citricola; registró máximas poblaciones a los 43,74 y 118 DDT de 29,35 y 45 áfidos alados respectivamente. A. gossypii alcanzó un máximo poblacional de 72 áfidos alados a los 57 DDT; más tarde llegó a niveles entre 0-3 áfidos alados al final del ciclo del cultivo.

**Afidos vectores.** Al graficar la población de las especies vectores de virus en Chile, se destaca que M. persicae está presente permanentemente con niveles poblacionales que oscilan de 2-45 áfidos alados; también A. gossypii mantiene una presencia moderada con niveles de 0-5 áfidos alados, a excepción de los 47 y 57 DDT en donde se registraron 14 y 38 áfidos alados; no obstante la presencia en el campo de M. persicae es mayor que la de A. gossypii Fig. 1 y 2.

**Población total de áfidos vs. precipitación pluvial.** La ocurrencia de la lluvia no afectó la fluctuación poblacional de los áfidos, Fig. 3. Desafortunadamente, algunos datos climáticos como la temperatura y velocidad del viento, que afectan la actividad y diseminación de los áfidos, no fueron registrados en la estación meteorológica.





**Incidencia de virosis.** En Zapotitán, el productor de chile hace, por lo menos, una aplicación semanal de insecticida contra los insectos plaga. En los conteos de áfidos ápteros y alados en las plantas de chile, durante los 47 y 125 DDT, no se registraron colonias de áfidos. Los niveles poblacionales de áfidos alados fueron bajísimos, como consecuencia de la aplicación continua de insecticidas. A los 125 DDT, cuando el agricultor dejó de aplicar insecticidas, se observaron algunas colonias de áfidos. Aún con este manejo químico de los insectos plaga, la incidencia de virosis fue del 8% a los 39 DDT, Fig. 4, luego la enfermedad presentó incrementos semanales que variaron de 3.6 a 13.1%. Al final del cultivo se registró el 75% de incidencia.

Lastra (1987a y 1987b) establece que las aplicaciones de insecticidas contra vectores de virus transmitidos en forma no-persistente, son ineficaces para impedir la transmisión, de modo que el progreso de la enfermedad mostrado en la Fig. 4, hubiera presentado igual tendencia aunque se hubieran aplicado insecticidas.

Al comparar las figs. 1 y 4 se concluye que las poblaciones máximas de áfidos alados migrantes no produjeron incrementos máximos en la incidencia de la enfermedad viral. Resultados similares fueron obtenidos por Laird y Dickson (1963) quienes concluyeron que la rapidez de la diseminación primaria de las virosis no fue dependiente del número de vectores, ni del número de reservorios de virus, ni de la cercanía de los campos de cultivo, sino que aparentemente, dependió de ciertos hábitos intrínsecos del insecto vector Myzus persicae.

**Identificación serológica del virus.** La prueba de ELISA resultó positiva para el PVY en las muestras analizadas.

## CONCLUSIONES

- Se determinó la fluctuación poblacional de áfidos alados migrantes asociados con el cultivo del chile. De las 23 especies de áfidos identificadas, las predominantes fueron: Aphis citricola, Myzus persicae, Picturaphis brasiliensis, Aphis gossypii y Aphis middletoni. Myzus persicae fue la especie vectora más importante. Las mayores poblaciones del total de áfidos alados capturados en trampas de agua, se registraron entre los 50-57 DDT.
- Las virosis se observaron a partir de los 39 DDT, las cuales alcanzaron incrementos de 3 a 13% de incidencia, cada 7-10 días. Al final del ciclo del cultivo (111 DDT), se diagnosticó el 75% de plantas con síntomas de virosis.
- No hubo relación entre el número de áfidos alados vectores de virus, Myzus persicae y Aphis gossypii, con la incidencia de plantas afectadas por enfermedades virales.
- El cultivo de chile dulce fue dañado por un complejo de virus. Se identificó serológicamente al Virus Y de la Papa (PVY).

## RECOMENDACIONES

- Se sugiere continuar con los estudios anuales de la fluctuación poblacional de áfidos en el cultivo de chile utilizando trampas de agua.
- Es conveniente proseguir con el proceso de identificación de las especies colectadas, a fin de registrar las especies que no han sido catalogadas anteriormente.
- Se debe cuantificar la incidencia de complejos virales en el campo y llevar a cabo posterior identificación serológica.

## RESUMEN

En el Valle de Zapotitán, Departamento de la Libertad, República de El Salvador se determinó la fluctuación poblacional de áfidos capturados en trampas de agua dentro de cuatro campos comerciales de chile dulce.

Se identificaron 23 especies de áfidos, de las cuales se encontraron con mayor frecuencia: Aphis citricola van der Goot, Myzus persicae Sulzer, Picturaphis brasiliensis Moreira, Aphis gossypii Glover y Aphis middletoni Thomas; algunas de las especies identificadas son importantes vectores de virus en Capsicum annum.

Las especies mencionadas en este trabajo constituyen el primer avance en cuanto a la áfido-fauna del cultivo de chile en El Salvador; incluye gráficos de población de las especies más frecuentes, especies vectores y población total de áfidos.

La incidencia de un complejo virótico en el campo, alcanzó el 75% al final del cultivo, 111 días después del trasplante. El virus Y de la papa fue identificado serológicamente. Estos y otros virus no identificados coexisten como un complejo en el cultivo de chile con efectos importantes en el rendimiento, aunque no se han cuantificado todavía.

## BIBLIOGRAFIA

- BLACKMAN, R.L. y EASTOP, V.F. 1984. Aphids on the world crops. New York, Wiley, 466 p.
- CENTRO DE RECURSOS NATURALES. 1987. Almanaque salvadoreño 1987. San Salvador, El Salvador, Servicios de Meteorología e Hidrología. MAG. 94 p.
- CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA. 1978. Plagas y enfermedades reportadas hasta 1977. CENTA. Departamento de Parasitología Vegetal. Publicación miscelánea No. 6. (El Salvador). 27 p.
- DIRECCION GENERAL DE ECONOMIA AGROPECUARIA. 1988. Anuario de estadísticas agropecuarias 1987-1988. Ed. No. 27. DGEA-MAG. San Salvador, El Salvador. p. 53, 57.

- GRANILLO, C.R.; ANAYA, M. y DIAZ, A. 1973. Los virus del chile (Capsicum annuum L.) en El Salvador. SIADES (El Salvador) 2(3-4):32-36.
- \_\_\_\_\_ y ANAYA, M. 1974. Identificación del virus del moteado del chile en Capsicum annuum. SIADES (El Salvador) 3(3):71-75.
- HOLMAN, J. 1974. Los áfidos de Cuba. La Habana. Instituto Cubano del Libro. p. 234.
- KING, A.B.S. y SAUNDERS, J.L. 1984. Las plagas invertebradas de los cultivos anuales alimenticios en América Central. Londres. Overseas Development Administration-ODA, p. 114-118.
- LAIRD, E.F. Y DICKSON, R.C. 1963. Tobacco Etchvirus and Potato Virus Y in pepper, their host plants and insect vectors in Southern California. *Phytopathology* 53:48-52.
- LASTRA, R. 1987a. Transmisión de virus por insectos. In Curso de Afidos. Panamá. Artículos selectos sobre áfidos y su importancia económica en la agricultura de Centro América. J. Pinochet y D. Quintero (eds.). CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 125. p. 56-62.
- \_\_\_\_\_. 1987b. La virología vegetal en el contexto del manejo integrado de plagas. In fundamentos y componentes del Manejo Integrado de Plagas. San Salvador, El Salvador. Artículos selectos del curso "Filosofía y componentes del manejo integrado de plagas". J. F. Larios C. (ed.) CATIE. Serie técnica. Informe Técnico No. 136. p. 82-91.
- MENESES, R. y AMADOR, R. 1987. Evaluación preliminar de la fluctuación de áfidos en la zona de Cartago, Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas. (Costa Rica) 5:16-20.
- RAMAN, K.V. 1985. Transmisión de virus de papa por áfidos. Centro Internacional de la Papa. CIP. Boletín de Información Técnica (Perú) No.2. 23 p.
- SAUNDERS, J.L.; KING, A.B.S. y VARGAS, C.L. 1983. Plagas de cultivos en América Central. Una Lista de Referencia. CATIE. Serie técnica. Boletín Técnico No.9 (Costa Rica). 92 p.
- SMITH, K.M. 1972. A textbook of plant virus diseases. New York. Academic Press p. 173-174, 504-513.

**INCIDENCIA DEL ACARO BLANCO Polyphagotarsonemus latus (Banks)  
(TARSONEMIDAE: ACARINA) EN EL CULTIVO DE CHILE DULCE Capsicum  
annuum EN EL VALLE DE ZAPOTITAN, EL SALVADOR\***

Rafael Reyes M.\*\*

Joaquín F. Larios C.\*\*\*

Gonzalo G. Rivas P.\*\*

**INTRODUCCION**

El chile dulce Capsicum annuum es la segunda hortaliza más cultivada en el Distrito de Avenamiento y Riego de Zapotitán. Generalmente se cultiva desde fines de la estación lluviosa (setiembre) hasta el último mes de la estación seca (marzo), período en el cual el cultivo, en los últimos años, ha presentado problemas que el agricultor ha llamado "acolocamiento de la hoja" considerándolo como un factor limitante de primera importancia en la producción de esta hortaliza.

En enero y febrero de 1988 en muestreos preliminares de daños de plagas realizadas al final de su ciclo de cultivo se registraron incidencias del 100% de plantas afectadas por virosis y "acolocamiento de la hoja" (Proyecto MIP/CATIE, El Salvador, 1988, sin publicar) por lo que se propuso: identificar el agente causal del "acolocamiento de la hoja" del chile dulce, y determinar la incidencia del daño durante el desarrollo del cultivo.

**MATERIALES Y METODOS**

El presente estudio se llevó a cabo en el Distrito de Avenamiento y Riego de Zapotitán, Departamento de La Libertad, El Salvador, durante los meses de octubre/88 a enero/89.

En el Cuadro 1 se muestran los principales parámetros que tipifican el clima durante setiembre a marzo en la zona estudiada.

\* Versión revisada del trabajo presentado en la Reunión de AGMIP, Guatemala del 26 al 28 de abril de 1989.

\*\* Asistentes de Investigación. Proyecto MIP/CATIE, San Salvador, El Salvador.

\*\*\* Coordinador Proyecto MIP/CATIE, San Salvador, El Salvador.

**CUADRO 1.** Promedios mensuales de temperatura, humedad relativa y precipitación para la Estación Climática San Andrés a 475 msnm. en el valle Zapotitán durante setiembre a marzo.

Mes	Temperatura °C			Humedad Relativa del aire <sup>4</sup> %	Precipitación <sup>5</sup> mm
	Media <sup>1</sup>	Max <sup>2</sup>	Min <sup>3</sup>		
Sep.	23.8	33.3	19.4	85	304
Oct.	23.6	34.7	18.7	83	173
Nov.	22.8	36.1	16.5	77	37
Dic.	22.2	36.3	14.7	72	7
Ene.	22.5	31.4	14.5	69	7
Feb.	23.2	31.2	14.8	68	2
Mar.	24.6	31.1	16.4	68	

- <sup>1</sup> = Hasta 1981. Para un período de 33 años  
<sup>2</sup> = Hasta 1981. Para un período de 29 años  
<sup>3</sup> = Hasta 1981. Para un período de 20 años  
<sup>4</sup> = Hasta 1976. Para un período de 27 años  
<sup>5</sup> = Para un período de 33 años.

Se contó con la colaboración de 4 productores de chile, 2 en el cantón Flor Amarilla y 2 en el cantón Belén, quienes permitieron la conducción de este ensayo, en 4 plantaciones de chile ya establecidas. Los lotes variaron de 1 a 3 Mz.(0.7-2.1 ha.). El chile variedad Tres Cantos (local) fue trasplantado a mediados de setiembre a 0.6 m entre surco y 0.4 m entre plantas. Cada productor realizó las labores culturales o aplicación de plaguicidas necesarias según su experiencia, para fines comerciales.

Para determinar la incidencia del "acolocamiento de la hoja", se muestrearon al azar 8 surcos de 25 plantas/surco, equivalente a un área de muestreo de 48 m<sup>2</sup>/plantación. Estos muestreos fueron semanales, una vez detectado el daño en la plantación de chile.

Parte de las muestras de ácaros asociados al "acolocamiento de la hoja" fueron enviadas al servicio de diagnóstico del CATIE, Turrialba, Costa Rica, y parte fueron procesadas en el Laboratorio de CENTA. De las muestras observadas en CENTA se obtuvieron hembras y machos del ácaro los cuales fueron comparados con las figuras que aparecen en Hambleton (1938).

## RESULTADOS Y DISCUSION

**Diagnostico.** Según los resultados del diagnóstico, el ácaro asociado al daño "acolochamiento de la hoja" en chile dulce es Polyphagotarsonemus latus (Banks) (Tarsonemidae: Acarina) determinado por el Ing. Ronald Ochoa<sup>1</sup>. En El Salvador, Berry (1959), hace mención del ácaro Tarsonemus sp. sin referencia a la especie ni a la planta hospedera. Otros listados taxonómicos disponibles en El Salvador (Berry 1957, Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria 1978; Alonso y Palma 1985) no hacen referencia a esta plaga. Aparentemente, este sería el primer informe de P. latus en El Salvador.

Este ácaro fue descrito inicialmente por Banks en 1904 como Tarsonemus latus. Luego Ewing lo rebautiza como Hemitarsonemus latus, finalmente Beer y Nucifora en 1965 lo nombran Polyphagotarsonemus latus (Denmark, 1980; Hugon, 1983).

P. latus tiene una amplia distribución, lo cual ocurre en Australia, Asia, Africa; Norte América, Washington D.C.; Brasil en Sur América, los Estados de Sao Paulo y Espiritu Santo; Islas del Pacífico (Denmark, 1980; Hambleton, 1938).

Recibe varios nombres comunes: ácaro blanco, ácaro tropical, ácaro del chile, ácaro tostador de la papa, ácaro amarillo del te (Ochoa y von Lindeman, 1988).

**Daños observados en chile dulce.** El síntoma más notable es la deformación de las hojas jóvenes en las cuales la nervadura central se distorsiona en zig zag y los bordes de la hoja se enrollan hacia el haz; si la hoja está más desarrollada, no presenta deformación en la nervadura central sino un doblez de los lados de la primera mitad de la hoja hacia el envés (Figura 1). Si las yemas o brotes terminales son atacados, éstos detienen su desarrollo. Las hojas jóvenes se enrollan y los peciolo no se alargan, lo que da la apariencia de enanismo. Ochoa y von Lindeman (1988) señalan que en

<sup>1</sup> = Acarólogo, sigue estudios de Posgrado en Fitoprotección. CATIE, 7170 Turrialba, Costa Rica.



FIGURA 1.



A. Planta de chile dulce con brotes terminales dañados por *P. latus*.



B. Acercamiento en hoja joven con daños iniciales por *P. latus*.



C. Hojas más desarrolladas mostrando doblez de los lados de la primera mitad de la hoja hacia el envés.

algunos casos los ácaros se alimentan de las flores, haciendo que se marchiten y sequen. También pueden alimentarse del fruto, deformándolo y produciendo un resquebrajamiento fino de la epidermis.

**Descripción de los ácaros.** Estos ácaros son bien diminutos, e imperceptibles sin lentes de aumento. Para llegar al estado de adulto, pasa por las etapas de huevo, larva móvil, larva inmóvil o "pupa". En la Figura 2, se muestran el estado adulto del macho y la hembra, y los huevos. Hambleton (1938) a través de sus estudios sobre estos ácaros en el Estado de Sao Paulo, Brasil, menciona las siguientes características: cada huevo mide aproximadamente 0.102 mm. de ancho por 0.072 mm. de largo. Son translúcidos con burbujas simétricas en su interior y comparativamente grandes. La larva móvil es de coloración blanca hialina y mide cerca de 0.148 mm. de ancho por 0.088 mm. de largo. Las dimensiones de las larvas inmóviles o "pupas" son semejantes a las de las móviles; la hembra adulta tiene un color que varía del blanco al ámbar. Varían mucho en tamaño, y mide aproximadamente 0.176 mm. de ancho por 0.118 mm. de largo. La característica principal para la identificación en la hembra es la pata IV pilosa o flageliforme. El macho adulto es mucho menor que la hembra, más activo, y mide alrededor de 0.146 mms. de ancho por 0.082 mm. de largo. En varias características se asemeja a la hembra. En el macho la pata IV tiene forma de pinza y en su extremo distal posee un botón que utiliza para acarrear la "pupa" que será hembra (Oliveira y Donadio, 1985).

**Ciclo de vida.** Hambleton (1938) y Hugon (1983) han conducido estudios sobre el ciclo de vida y reproducción de estos ácaros. La cópula la realiza casi inmediatamente después del nacimiento de las hembras adultas. La oviposición se inicia al siguiente día. La hembra pone alrededor de 90 huevos (1 huevo/postura) de los cuales un 80% origina hembras (reproducción sexual). Si la reproducción es por partenogénesis, la progenie será solo de machos (Figura 3). Las muestras provenientes de los cultivos de Chile y examinadas en el laboratorio parecen originarse por reproducción sexual ya que fue mucho menor la presencia de machos. Además se encontraron machos y hembras de color blanco y ámbar. Hugon (1983) determinó el

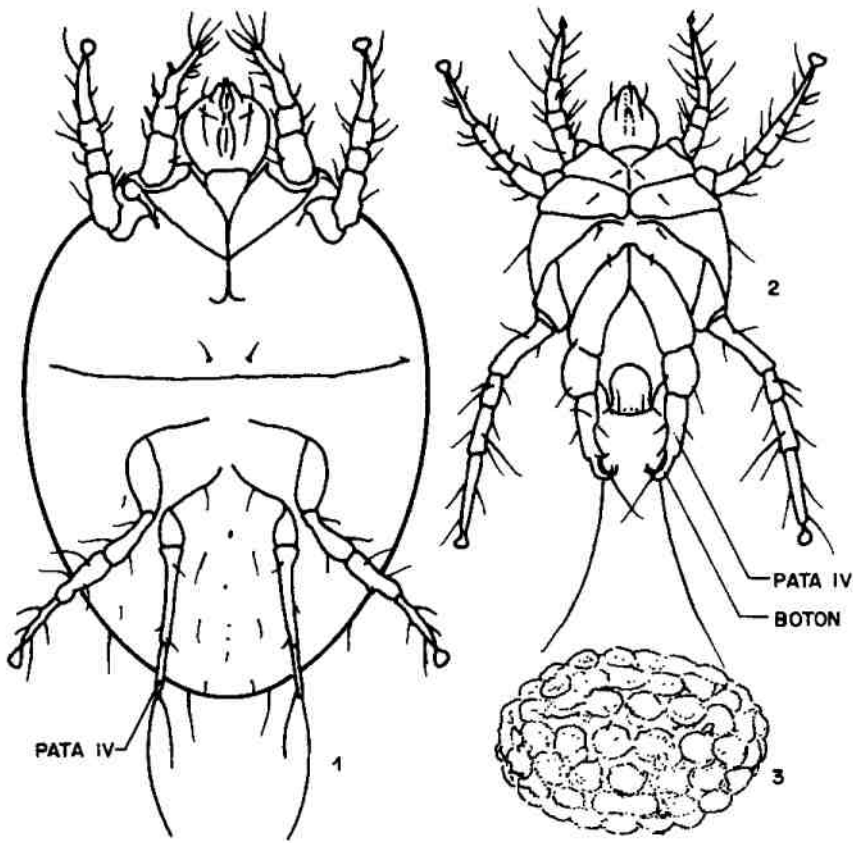


FIGURA 2. *Poliphagotarsonemus latus* (Banks). 1. Hembra, vista ventral. 2. Macho, vista ventral. 3. Huevo, vista dorsal. (Tomado de Hambleton, 1938).

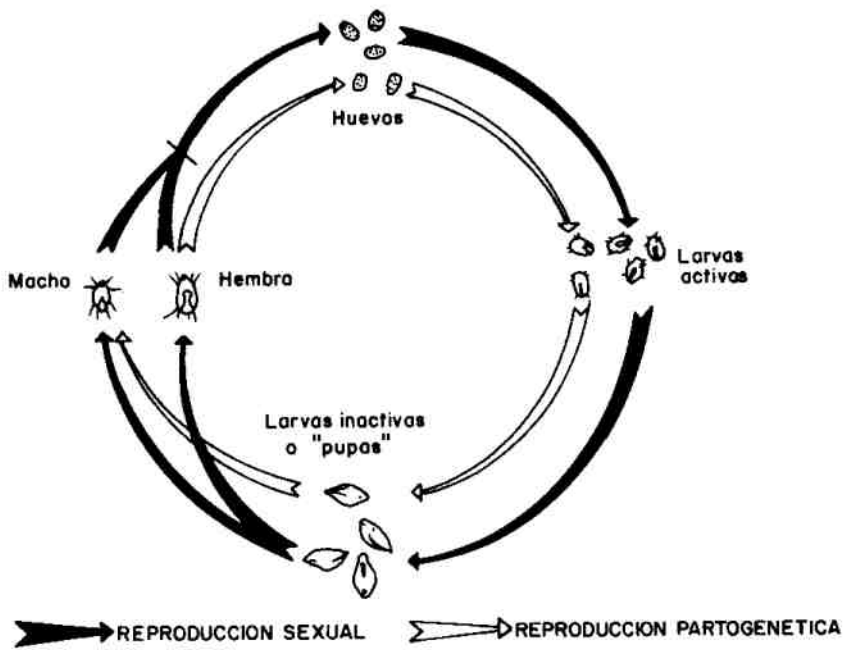


FIGURA 3. Ciclo del desarrollo de *P. latus* (Tomado de Hugon, 1983).

efecto de la temperatura sobre el ciclo de vida. A 30°C el ciclo duró 4 días, a 24°C, 8.5 días, y a 14°C, 18 días. Basados en esta información y las temperaturas en Zapotitán (Cuadro 1), el ciclo de vida de P. latus sería aproximadamente de 7 a 9 días en este Valle de Zapotitán. Según Hambleton (1938); en condiciones favorables, una generación completa puede ser obtenida en 3 días. Por estas razones las poblaciones pueden multiplicarse rápidamente y alcanzar niveles muy altos casi incontrolables.

**Plantas hospederas.** Como su género lo indica, el ácaro es polífago dentro de un amplio rango de plantas hospederas. Smith, citado por Hambleton (1938) proporciona una lista de 49 plantas atacadas por el ácaro en Estados Unidos. Así mismo, Denmark (1980) presenta un listado de plantas hospederas incluyendo árboles frutales, hortalizas, y plantas ornamentales. Otros autores han aumentado estos listados con nuevas especies de plantas cultivables y silvestres (Cermeli, 1961; Hambleton, 1938, Ochoa y von Lindeman, 1988; King y Saunders, 1984). Algunos cultivos hospederos son: Mango (Mangifera indica), Cítricos (Citrus sp.), Papaya (Carica papaya), especies de Guayaba (Psidium guajava, Psidium sp.), Chile (Capsicum annum, y C. frutescens), Tomate (Lycopersicon esculentum), Papa (Solanum tuberosum), Café (Coffea arabica), Camote (Ipomoea batatas), Tabaco (Nicotiana sp.), Frijol (P. vulgaris y P. aureus), Vigna (Vigna unguiculata), Cebolla (Allium cepa), Té (Camellia sinensis) y Algodón (Gossypium hirsutum, Gossypium spp.).

**Incidencia de P. latus en chile dulce.** En la Figura 4 se presenta el progreso de la incidencia de plantas de chile dulce dañadas por este ácaro. Los síntomas fueron registrados a los 60 DDT con 15% de plantas dañadas; luego fue aumentando gradualmente con incrementos de 10 a 20% cada semana. A los 102 DDT la incidencia fue del 100%. El daño típico en la planta se observa en la Figura 1.

Según Ochoa y von Lindeman (1988), en Panamá hasta 1983 el daño de este ácaro era confundido por enfermedades virosas en chile dulce y tomate; se ha determinado que actualmente es la plaga

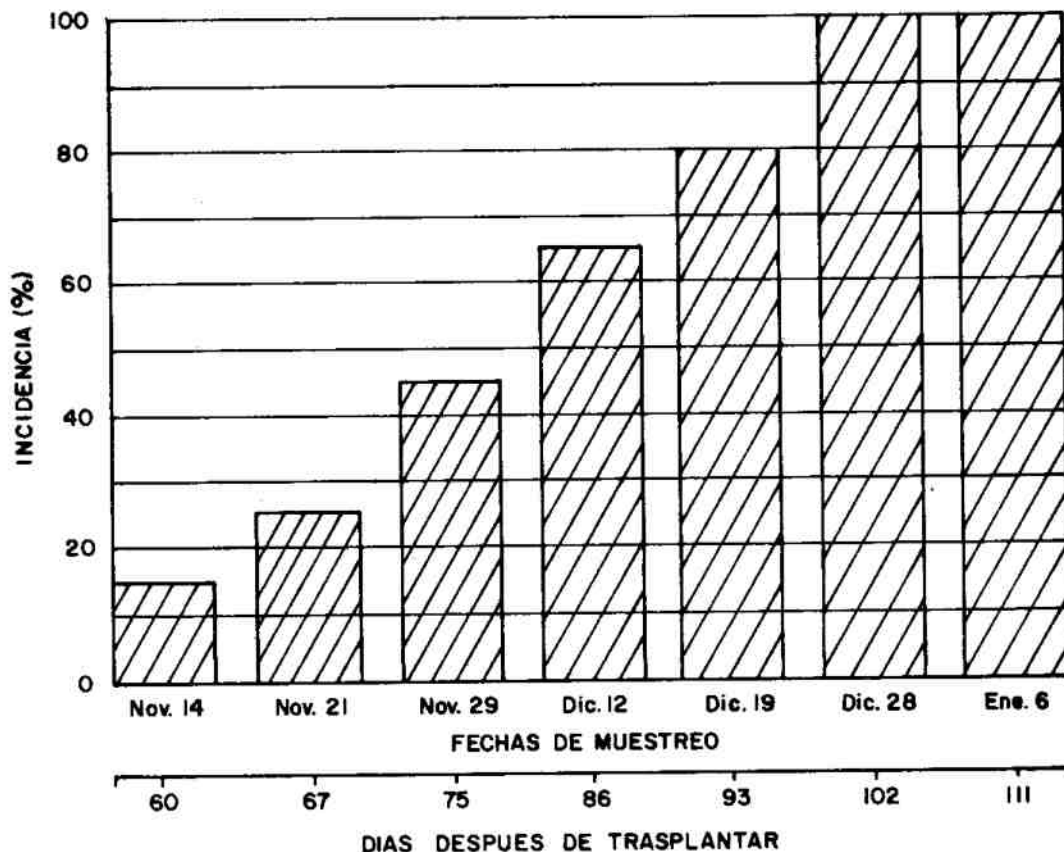


FIGURA 4. Incidencia de plantas dañadas por *P. latus* en chile dulce en Zapotitán, La Libertad, El Salvador. Noviembre de 1988 a enero de 1989.

principal de estos dos cultivos. *P. latus* surgió como una plaga principal debido al uso indiscriminado de insecticidas, lo cual produjo un desbalance ecológico entre los agentes de control natural y la plaga. Se considera que una situación similar ha ocurrido en el cultivo de chile en el Valle de Zapotitán en El Salvador.

En encuestas preliminares realizadas con productores de chile del Valle de Zapotitán, se obtuvieron los datos del Cuadro 2. La incidencia varió de 0 a 90% con un promedio de 40% de plantas dañadas. Los agricultores manifiestan que el "acoloamiento de la hoja" lo han venido observando entre 2 y 7 años atrás y que la infestación por el ácaro puede iniciarse desde los 50 DDT, lo cual coincide con los resultados obtenidos en este estudio, hasta los 120 DDT. Además que para el control químico de las diferentes plagas realizan por lo menos una aplicación semanal de plaguicidas.

CUADRO 2. Incidencia de plantas dañadas por P. latus en chile dulce en el valle de Zapotitán. Enero 10, 1989.

UBICACION	EDAD DEL CULTIVO (DDT)	VARIEDAD	INCIDENCIA %
La granja	65	Tres cantos	0.0
El astillero	82	Tres cantos	83.0
Flor amarilla	147	Agronómico	74.5
Flor amarilla	147	Tres cantos	55.0
Flor amarilla zona II	86	Tres cantos	1.8
Flor amarilla zona II	86	Tres cantos	3.2
Flor amarilla zona II	157	Tres cantos	90.5
Flor amarilla	--	Tres cantos	51.0
Flor amarilla	--	Tres cantos	2.0
Promedio	100		40.2

Las causas atribuibles al "acolocamiento de la hoja" son diversas, según los agricultores e incluso técnicos: virosis, hongos, insectos, araña roja, carencia de agua de riego (sequía). Para el control químico de esta plaga los agricultores han utilizado insecticidas tales como decametrina, metamidofos, cipermetrina, cyflutrin, Sumathion, Procup. Además los funguicidas Metalaxil, benomil, diazinon, Maneb, Cobreantracol, Q-2000, etc.; los cuales han sido inefectivos. Algún control se ha observado con los acaricidas siguientes: Oxamyl (Vydate L), Omite, y Formunox 4LC.

En el Distrito de Riego de Zapotitán se cultivan otras plantas hospederas de P. latus tales como tomate, frijol, papa y tabaco. Sin embargo, los productores de estos cultivos aún no han identificado daños típicos producidos por P. latus.

### CONCLUSIONES

- Se determinó que el síntoma conocido como "acolocamiento de la hoja" en chile dulce fue causado por el ácaro blanco Polyphagotarsonemus latus (Banks) (Tarsonemidae: Acarina). Aparantemente es la primera vez que se informa sobre este ácaro en El Salvador.

- Plantas de chile dulce dañadas por P. *latus* fueron observadas a partir de los 60 DDT hasta alcanzar incrementos de 10 a 20% de incidencia de plantas dañadas cada 7 a 10 días. A los 102 DDT la incidencia de plantas dañadas fue del 100%.
- El ácaro blanco ha venido incrementándose a partir de los últimos 7 años (1982) y probablemente no se sabía de su presencia antes de este año.

## RECOMENDACIONES

Algunas sugerencias serían:

- Evaluar productos acaricidas en el chile dulce en la zona de Zapotitán.
- Determinar la presencia de P. *latus* y los niveles de daño en otros cultivos y plantas silvestres hospederas en Zapotitán y en otros centros de producción de hortalizas.
- Determinar las pérdidas causadas en la producción de chile dulce.
- Identificar sus parásitos y predadores en plantas hospederas que no están perturbadas por efectos de plaguicidas, para su posterior evaluación en el control biológico de la plaga.
- Estudiar prácticas culturales que favorezcan el control de la plaga.
- Desarrollar esfuerzos de investigación concertados a nivel de los países de Centroamérica y Panamá.

## RESUMEN

Se informa por primera vez sobre la ocurrencia de Polyphagotarsonemus *latus* (Banks) como causante de daños en el cultivo de chile dulce en el valle de Zapotitán, El Salvador. Se describen e ilustran los síntomas de daño foliar cuantificados; descripción de

los estadios de desarrollo y ciclo de vida del ácaro, así como de sus plantas hospederas.

Los primeros síntomas de daño en chile dulce, fueron observados cerca de los 60 días después del trasplante (DDT), alcanzando incrementos de 10-20% de plantas dañadas cada 7-10 días. A los 102 DDT, el 100% de las plantas estaban dañadas.

Se ubica su inicio como plaga clave desde hace 2-7 años y se alerta acerca de la grave importancia que está cobrando en Centroamérica y Panamá.

#### BIBLIOGRAFIA

- ALONSO P., F.; PALMA R., M. 1985. Diagnóstico parasitológico preliminar de los principales cultivos de El Salvador. San Salvador, CENTA-CATIE. 134 p.
- BERRY, P.A. 1959. Segunda lista de insectos clasificados de El Salvador. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Boletín Técnico (El Salvador) No. 25. 89 p.
- \_\_\_\_\_ y SALAZAR V., M. 1957. Lista de insectos clasificados de El Salvador. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Boletín Técnico (El Salvador) No.21. 134 p.
- CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA. 1978. Plagas y enfermedades reportadas hasta 1977. CENTA. Departamento de Parasitología Vegetal. Publicación miscelánea (El Salvador) No. 6. 27 p.
- CENTRO DE RECURSOS NATURALES. 1987. Almanaque salvadoreño 1987. Centro de Recursos Naturales. San Salvador, El Salvador. Servicio de Meteorología e Hidrología. MAG. p. 82-88'
- CERMELI, M. 1961. Combate del ácaro tostador de la papa. (Hemitarsonemus latus, Banks). Servicio Shell para el Agricultor (Venezuela). 5 p.
- DENMARK, H.A. 1980. Broad mite. Polyphagotarsonemus latus (Banks) (ACARINA: tarsonemidae) on Pittosporum. Fla. Dept. Agric. and Consumer Services. Entomology Circular No. 213:1-2.
- HAMBLETON, E.J. 1938. A ocorrência do ácaro tropical Tarsonemus latus Banis, (ACARI:Tarsonemidae). Causador da rasgadura das folhas nos algodoads de S. Paulo. Arquivos do Instituto Biologico (Brasil) 9(19):201-214.



- HUGON, R. 1983. Biologie et écologie de Polyphagotarsonemus latus Banks, ravageur sur agrumes aux Antilles. Fruits 38(9):635-646.
- KING, A.B.S. y SAUNDERS, J.L. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Londres. ODA. 182 p.
- OCHOA, R.; VON LINDEMAN, G. 1988. Importancia de los ácaros en los cultivos de tomate (Lycopersicon esculentum) y chile dulce (Capsicum annum) en Panamá. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No.7:29-36.
- OLIVEIRA, C.A.L.; DONARIO, L.C. 1985. Incidencia de ácaro branco Polyphagotarsonemus latus (Banks, 1904) (ACARI: tarsonemidae) em aracazeiro Psidium araca Raddi. Anais Sociedade Entomologica (Brasil) 14(1):161-162.

## EVALUACION DE CRITERIOS DE APLICACION DE INSECTICIDAS PARA EL MANEJO DE PLUTELLA XYLOSTELLA EN REPOLLO

Manuel Carballo\*  
Gustavo Calvo\*  
José R. Quezada\*\*

### INTRODUCCION

La palomilla de dorso de diamante, Plutella xylostella es el principal factor limitante en la producción de repollo a nivel nacional. (Ugalde et al, 1983). La infestación de la plaga es baja en invierno, debido a que, la lluvia reduce la oviposición (Tabashnik y Mau, 1986) y actúa directamente como factor de mortalidad de las larvas pequeñas (Harcourt, 1986). En el verano, al no existir ningún factor de mortalidad natural efectivo, la plaga alcanza niveles intolerables, principalmente durante la etapa de formación de la cabeza; esto permite que en invierno, el repollo se pueda producir con un mínimo uso de insecticidas (Carballo, Hernández y Quezada, 1989). Sin embargo, los agricultores realizan las aplicaciones en forma calendarizada entre una y dos veces por semana, lo cual hace que el número de aplicaciones exceda al necesario. Tal uso excesivo de insecticidas en el manejo de la plaga, incrementa los costos de producción, aumenta la cantidad de residuos de plaguicidas en el producto, hay mayor posibilidad de resistencia de la plaga a los insecticidas y ocasiona efectos no conocidos en el ambiente (Secaira y Andrews, 1987; Carballo, Hernández y Quezada, 1989).

Para reducir los problemas causados por el abuso de plaguicidas, se cuenta con estrategias que permiten reducir el número de aplicaciones de insecticidas, entre las cuales está la de los umbrales de decisión, éste es, la utilización de la información sobre

\* Entomólogo y economista agrícola del Proyecto Manejo Integrado de Plagas-CATIE. 7170 Turrialba, Costa Rica.

\*\*Consultor Internacional, Manejo Integrado de Plagas y Control Biológico. 4624 W. Feemster, Visalia, CA 93277 USA.

infestación de la plaga mediante la cual se puede decidir el momento óptimo de aplicación del producto.

A este respecto, Chalfant et al (1979) obtuvieron una reducción de 12 a 4 aplicaciones sin pérdida significativa de repollo comerciable. Esto ocurrió cuando la decisión de tratamiento estuvo basada en un nivel de daño de 1 a 2 hoyos nuevos por planta, mediante el examen de la cabeza más cuatro hojas envolventes. Ellos mencionan que este nivel de decisión requiere menos tiempo de evaluación que el de los conteos larvales. También demostraron que las aplicaciones pueden iniciarse cuando se inicia la formación de la cabeza. En otro estudio, Workman et al (1980), utilizaron un nivel de decisión de una ventana nueva por planta, muestreando la cabeza más cuatro hojas envolventes. Ellos redujeron el número de aplicaciones pero perdieron en la calidad de producto.

Leibee et al (1984), compararon niveles de 2.5, 5.0 y 10.0% de plantas con daño nuevo, con aplicaciones calendarizadas y con niveles de 0.2 y 0.5 nuevos hoyos y ventanas y con 0.1 larvas medianas o grandes por planta, para el manejo del complejo Trichoplusia ni, P. xylostella y Artogeia rapae, examinando la cabeza más las cuatro hojas envolventes, a partir del inicio de la formación de la cabeza. Todos los niveles evaluados dieron resultados superiores al 92.5% de repollo comercial en dos localidades, y superiores al 70% en otra localidad; solamente en una localidad el porcentaje de repollo comerciable fue inferior al 67% para todos los niveles evaluados. El número de aplicaciones se redujo con la utilización de los diferentes niveles de decisión. El inconveniente que ellos observaron con la utilización de los niveles basados en porcentaje de plantas con daño nuevo, es que este no considera la magnitud del daño en la planta.

El presente estudio se desarrolló con el objetivo de evaluar biológica y económicamente diferentes umbrales de decisión para el manejo de Plutella xylostella en repollo, comparado con el manejo calendarizado que usa el agricultor.

## MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se realizó entre los meses de diciembre de 1986 y marzo de 1987 en Pacayas de Alvarado, Costa Rica ubicado a 9°55' latitud norte y 83°49' longitud oeste y 1735 msnm. La precipitación promedio anual es de 2313 mm, la temperatura mínima y máxima es de 18.6 y 20°C respectivamente. La humedad relativa promedio y mínima es de 84 y 76 por ciento respectivamente. Pacayas corresponde a la zona de vida de bosque pluvial montano bajo.

Se usó semilla de la variedad Golden Acre tratada con captán. En el semillero se aplicó abono 10-30-10 mezclado con carbofurán (Furadán), así como dos atomizaciones de captafol (Difolatán 50 g/bomba) y clorotalonil (Daconil 50 g/bomba).

El trasplante se realizó un mes después de establecido el semillero, a una distancia entre plantas de 0.25 m y entre hileras de 0.70 m. Al momento del trasplante, se fertilizó con 700 kg/ha de la fórmula 10-30-10 y un mes después con 700 kg/ha de la fórmula 20-7-12.

Se evaluaron cinco tratamientos con tres repeticiones distribuidas en un diseño de bloques al azar, en la siguiente forma:

- Aplicación calendarizada de insecticida, dos veces por semana.
- Aplicación según el criterio de aplicación del 10% de plantas con daño nuevo.
- Aplicación según el criterio de aplicación del 20% de plantas con daño nuevo.
- Aplicación según el criterio de aplicación del 30% de plantas con daño nuevo.
- Testigo sin aplicación.

Las aplicaciones se realizaron en forma alternada utilizando acefato (Orthene 50% P.S.) 0.6 - 0.87 kg i.a./ha y deltametrina (Decis 2.5 CE) 0.012-0.014 kg ia/ha.

Dos veces por semana se evaluó 30 plantas por parcela. Para el cálculo del porcentaje, el total de plantas con daño nuevo se dividió entre 30. La aplicación se realizó cuando el porcentaje fue igual o superior al criterio establecido.

Las variables evaluadas fueron las siguientes:

a. Infestación de P. xylostella. Se cuantificó semanalmente el número de plantas que mostraban daño nuevo por cada 30 repollos.

b. Calidad de repollo. Se utilizó la escala modificada de 1 a 6 de Workman et al (1980) basado en la observación del grado de daño a la cabeza, de la siguiente manera: 1 sin daño; 2-3 daño ligero a moderado; 4-6 daño fuerte a muy severo.

d. Porcentaje de repollo comerciable. El porcentaje de repollo comerciable de primera, incluyó aquellos repollos de calidad 1 a 3. Los repollos de calidad 4 a 6 fueron considerados como no comerciables.

e. Rendimiento. se cuantificó el rendimiento de repollo comercial por hectárea.

Se realizó un análisis de varianza y la prueba de rango múltiple de Duncan. Los datos de porcentaje se transformaron a Arcoseno raíz de  $x$ . Se realizó una matriz de correlación entre las variables de infestación y rendimiento. Se realizaron regresiones entre infestación y rendimiento para aquellos muestreos que mostraron mayor correlación con rendimiento.

Se realizó un análisis económico para evaluar las diferentes alternativas de manejo. Se utilizó la metodología de presupuestos parciales y análisis marginal de los beneficios netos, Perrin et al (1976).

## RESULTADOS Y DISCUSION

Infestación de *Plutella xylostella*. En la Figura 1 se presentan los datos de distribución de la incidencia de *P. xylostella* durante el ciclo del cultivo.

El análisis de varianza demostró diferencias significativas para el efecto de los tratamientos durante los 17 muestreos realizados ( $P \leq 0.001-0.039$ ). El promedio de plantas dañadas durante todo el ciclo fue de 6.9, 12.6, 19.5, 25.7 y 84.4 por ciento para los tratamientos de aplicación calendarizada, aplicación según el umbral del 10, 20 y 30% y el testigo respectivamente. Como se puede observar en la Figura 1, los niveles de infestación presentaron variaciones alrededor de los umbrales establecidos. Las aplicaciones se realizaron cuando los niveles de infestación superaron el criterio establecido, sin embargo los niveles inferiores posiblemente fueron consecuencia del efecto del insecticida.

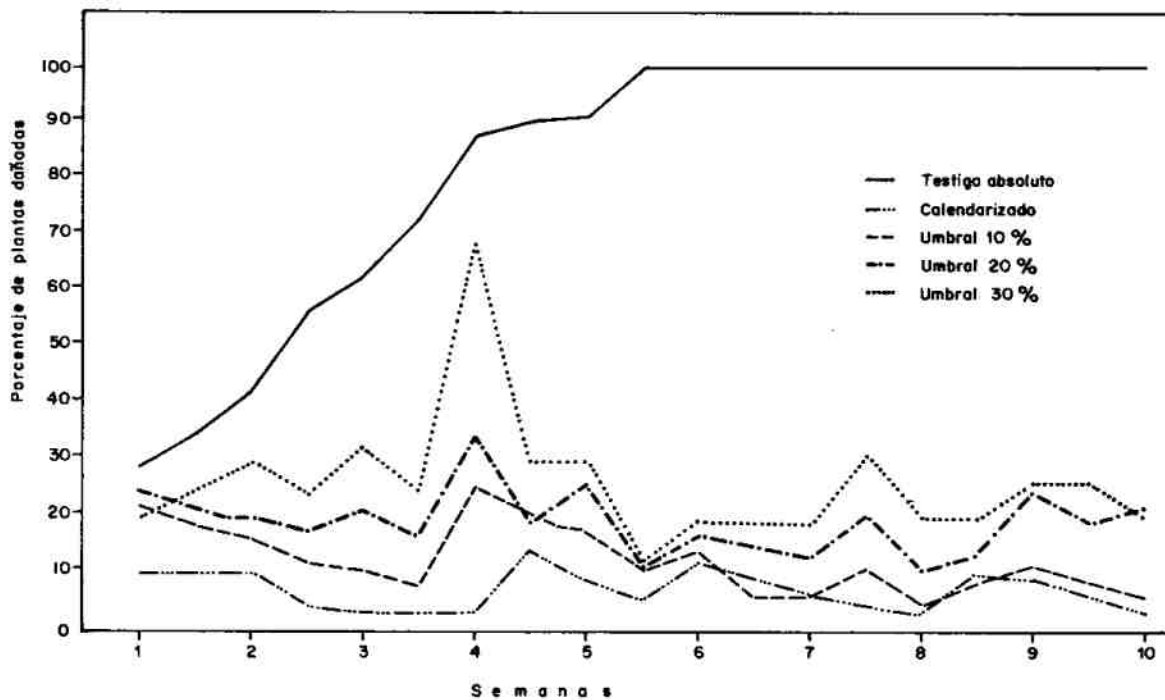


Fig. 1. Porcentaje de plantas dañadas a través del ciclo de repollo, para diferentes criterios de aplicación de insecticidas.

**Calidad de repollo.** La calidad de repollo en el momento de la cosecha presentó diferencias significativas para el efecto de los tratamientos ( $P \leq 0.001$ ). En el Cuadro 1 se observa que no hubo diferencias entre el tratamiento calendarizado y el umbral del 10% pero sí con respecto al umbral del 20 y 30%, las cuales fueron estadísticamente iguales. El testigo fue significativamente diferente a los demás tratamientos.

Se observa que la calidad promedio para el calendarizado y el umbral de 10% fue inferior a 2, esto es, cabezas sin daño; para los tratamientos de 20 y 30%, estuvo entre 3 y 4, indicando cabezas con daño moderado a fuerte, mientras que en el testigo, el daño fue de 6 indicando daño severo. La calidad de repollo a la cosecha, tuvo una alta correlación con el rendimiento de repollo ( $r = 0.94$ ).

A pesar de que en el tratamiento de umbral de 10%, el número de aplicaciones fue 7 veces menor que en el calendarizado de 16 aplicaciones, la calidad del repollo fue la misma (Cuadro 1). En el umbral de 20 y 30% con 6 y 4 aplicaciones respectivamente la calidad bajó significativamente. Estos resultados indican que con la utilización de un umbral de 10% se logra obtener una buena calidad y reduce 7 aplicaciones en comparación con el calendarizado. Esto coincide con los resultados obtenidos por Pineda *et al* (1989) y Rodríguez *et al* (1989), quienes utilizaron criterios de aplicación de 5 y 10% de plantas con daño por lectura semanal.

**Rendimiento de repollo.** El análisis de varianza señaló diferencias significativas para el porcentaje de repollo comercial ( $p \leq 0.001$ ) y para el rendimiento de repollo ( $P \leq 0.001$ ) por efecto de los tratamientos. El porcentaje de repollo comercial no presentó diferencias estadísticas entre el calendarizado y el umbral de 10%, pero sí con respecto al de 20 y 30%, en los cuales fue inferior, así como en el testigo que no produjo repollo comercial (Cuadro 1).

Esto se manifestó también en el rendimiento de repollo (Cuadro 1), el cual no mostró diferencias significativas entre el calendarizado y el umbral del 10%, con valores de 47850 y 45650 kg/ha

respectivamente; pero si con respecto a los umbrales de 20 y 30% con 22245 y 29520 kg/ha respectivamente.

**CUADRO 1.** Prueba de Duncan para las variables de producción de repollo, daño y número de aplicaciones.

Tratamiento	Grado de daño	Número Aplicaciones	Porcentaje Comerciable	Rendimiento kg/ha
Calendarizado	1.67 c *	16 a	97.0 a	47850 a
Umbral 10%	1.96 c	9 b	94.0 a	45650 a
Umbral 20%	3.38 b	6 c	48.0 b	22245 b
Umbral 30%	2.98 b	4 c	64.0 b	29520 b
Testigo absoluto	6.0 a	0 d	0.0 c	0.0 c

\*Valores con la misma letra dentro de cada columna no son significativamente diferentes entre sí según la prueba de Duncan al 5% de probabilidad.

A pesar de que el número de aplicaciones en el calendarizado fue 7 veces mayor que en el umbral del 10%, tanto el porcentaje comercial como el rendimiento fueron similares, pero cuando se efectuaron menos de 7 aplicaciones, el rendimiento se redujo significativamente. De estos resultados se desprende que se puede utilizar un umbral del 10% con lo cual se reduce considerablemente el número de aplicaciones de insecticida.

Hubo una relación inversa significativa entre el porcentaje de plantas dañadas a las 7 y 9 semanas después del trasplante y el rendimiento de repollo, con  $r^2$  de 0.80 y 0.77 respectivamente (Fig. 2). Se observa que con menos del 15% de plantas dañadas, el rendimiento de repollo es superior a 38000 kg/ha, mientras que con más del 20% de plantas dañadas, el rendimiento es inferior a 35000 kg/ha.



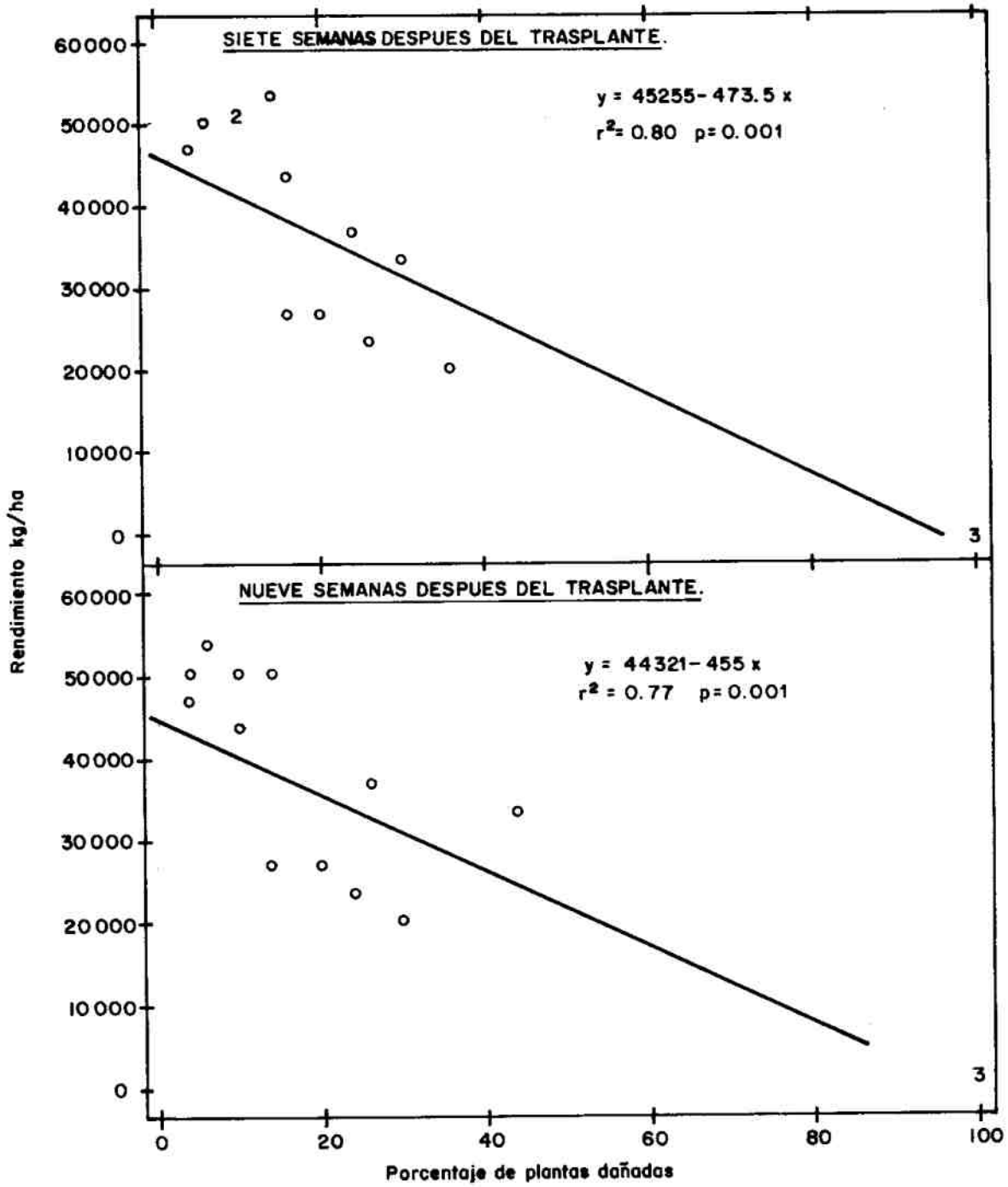


Fig. 2. Relación entre el porcentaje de plantas dañadas y el rendimiento de repollo a las siete y nueve semanas después del trasplante.

Análisis económico. Se realizó un análisis económico para evaluar los diferentes planes de manejo de la palomilla. Durante la realización del ensayo se recolectó información sobre las cantidades utilizadas de los factores variantes entre los diferentes tratamientos; los plaguicidas, la mano de obra utilizada en las aplicaciones y los muestreos. El costo de los plaguicidas corresponde a los precios de compra en julio de 1989. El precio de la mano de obra fue el valor de contratación utilizada normalmente en la zona. El valor del muestreo para decidir la aplicación o no de insecticidas, se agregó al costo de la mano de obra.

El ingreso total fue calculado utilizando el promedio de los rendimientos obtenidos en el ensayo, multiplicado por el precio modal del repollo en 1988.

En el Cuadro 2 se presentan los beneficios netos y los costos variables que resultaron del presupuesto parcial. En el Cuadro 1 se registra el presupuesto parcial del ensayo.

**CUADRO 2. Análisis de dominancia**

Tratamiento	Beneficio neto	Costo variable
Calendarizado	445 886.9	32 613.2 *
Umbral 10%	438 225.0	18 274.9 *
Umbral 30%	286 145.4	9 054.6 *
Umbral 20%	210 170.9	12 279.0
Testigo absoluto	0.0	0.0 *

**Tratamientos dominantes**

En el Cuadro 2 están ordenados los tratamientos de mayor a menor beneficio neto con su respectivo costo variable para permitir el análisis de dominancia. El tratamiento que resulta con mayor

Cuadro 3. Presupuestos parciales ensayo criterios de aplicación de insecticidas para el control de *Plutella* sp.

Tratamiento	Calendarizado	Umbral 10%	Umbral 20%	Umbral 30%	Testigo Absoluto
Rendimiento (kg/ha)	47850.00	45650.00	22245.00	29520.00	0.00
Precio (c/kg)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
<b>Beneficio bruto</b>	<b>382800.00</b>	<b>365200.00</b>	<b>177960.00</b>	<b>236160.00</b>	<b>0.00</b>
<b>Costos variables</b>					
<b>Insumos</b>					
Decis (lt/ha)	5.22	2.58	1.56	1.02	0
Precio (c/lt)	2225	2225	2225	2225	2225
Orthene (kg/ha)	8.35	5.95	4.75	4.75	0
Precio (c/kg)	576.7	576.7	576.7	576.7	576.7
NP7 (lt/ha)	2.4	1.35	0.9	0.6	0
Precio (c/lt)	743	743	743	743	743
<b>Costo total insumos</b>	<b>18213.15</b>	<b>10174.92</b>	<b>6879.03</b>	<b>5454.63</b>	<b>0.00</b>
<b>Mano de obra</b>					
Jornales por aplicación	32.00	18.00	12.00	8.00	0.00
Precio (c/jornal)	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00
Jornales por muestreo	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00
Precio (c/jornal)	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00
<b>Costo total M.O.</b>	<b>14400.00</b>	<b>8550.00</b>	<b>5850.00</b>	<b>4050.00</b>	<b>0.00</b>
<b>Total costos variables</b>	<b>32613.15</b>	<b>18724.92</b>	<b>12729.03</b>	<b>9504.63</b>	<b>0.00</b>
<b>Beneficio neto</b>	<b>350186.86</b>	<b>346475.09</b>	<b>165230.98</b>	<b>226655.38</b>	<b>0.00</b>

beneficio neto es el que utiliza el criterio de aplicación calendarizado. Este fue seguido por los tratamientos que utilizan criterios de aplicación basados en umbrales, 10% y 30% de plantas dañadas. Al realizar el análisis de dominancia, se elimina el tratamiento que utiliza el criterio de aplicación umbral 20% por su bajo beneficio neto y por su alto costo con respecto a los demás tratamientos.

En el Cuadro 4 se muestran los resultados del análisis marginal de beneficios netos. Se debe decidir el monto a invertir como capital operativo en función del aumento esperado en el beneficio neto. El incremento en los gastos se justifica desde el punto de vista financiero cuando la tasa de retorno marginal (TRM) es suficientemente alta como para cubrir el costo del dinero gastado, medido este por la tasa de interés apropiada y un factor de riesgo asociado con el uso de la tecnología nueva. En este caso se considera una tasa de 60%, compuesta por el 20% que es el costo de oportunidad del dinero (tasa de interés de prestamos para producción) y un 40% de prima sobre el riesgo de utilizar una nueva técnica de producción.

CUADRO 4. Análisis de retorno marginal de los beneficios netos.

Beneficio neto	Costos variables	Tratamiento	Cambio B.neto	Cambio C.variable	TRM
445 886.9	32 613.2	Calendarizado	7 661.8	14 338.2	53
438 225.0	18 274.9	Umbral 10%	152 079.7	9 220.3	1649
286 145.4	9 054.6	Umbral 30%	286 145.3	9 054.6	3160
0	0	Testigo absoluto	-	-	-

La tasa de retorno marginal (TRM), indica el retorno marginal del dinero proveniente del incremento en los costos relacionados

con pasar del tratamiento que tiene menor beneficio neto, al siguiente con mayores beneficios netos. El uso del umbral 30% como criterio de aplicación, es justificable, pues se obtiene una TRM de 3160% (Cuadro 4). También se justifica el segundo gasto que corresponde a utilizar el umbral 10% como criterio de aplicación, pues se obtiene una TRM de 1649%. El tercer gasto adicional que corresponde al uso del criterio de aplicación calendarizado no se justifica pues la TRM solo indica un 53%, porcentaje inferior a la tasa mínima de retorno establecido en 60%. En este caso la recomendación sería el uso del umbral 10% como criterio de aplicación.

Análisis de sensibilidad. En el Cuadro 5 se presentan los resultados del análisis de sensibilidad de la recomendación respecto a cambios en el precio del producto final, se observa claramente que esta recomendación es insensible con respecto a las disminuciones en el precio, pero es muy sensible con respecto a los aumentos en el precio del producto final. Esto hace que dándose solamente un aumento de 5% en el precio (0.50 colones), la recomendación del uso del umbral 10% como criterio de aplicación, deja de ser lo mejor y pasa a serlo el uso del criterio de aplicación calendarizado. Se determina un intervalo de confianza de precios del producto final de la recomendación que va de 0.90 colones /kg de repollo como mínimo a 10.5 colones/kg de repollo como máximo.

También se realizó un análisis de sensibilidad de la recomendación con respecto a los aumentos y las disminuciones de los precios de los insecticidas utilizados y la mano de obra. De este análisis resultó que la recomendación es insensible a aumentos o disminuciones en los precios de los plaguicidas y de la mano de obra.

Cuadro 5. Análisis de sensibilidad precios del producto final.

Comparación	Umbral 30% vs Umbral 10%			Umbral 10% vs Calendarizado		
	Z de aumento o disminución	95	88	(Precio) 50(Inicial)	1	3
Precio	0.90	2.00	5.00	10.00	10.10	10.50
TRM	57.45	249.88	774.70 (1649.4)	(54.97)	58.04	61.11

### CONCLUSIONES

Los niveles de infestación de P. xylostella durante el ciclo del cultivo, oscilaron alrededor de los umbrales establecidos. En el testigo absoluto se alcanzaron niveles del 100% de plantas dañadas.

La calidad de repollo al momento de la cosecha fue inferior a 2 en el criterio de aplicación calendarizada y en el umbral de 10%, indicando cabezas sin daño, para el umbral de 20 y 30%, estuvo entre 3 y 4, indicando cabezas con daño moderado a fuerte y en el testigo absoluto, la calidad fue 6, esto es, daño severo. El número de aplicaciones en el umbral de 10% fue 7 veces menor que en el calendarizado con 16 aplicaciones, mientras que en el umbral de 20 y 30%, fue de 6 y 4 aplicaciones respectivamente.

El porcentaje comercial y el rendimiento de repollo en kg/ha, fue superior en el calendarizado y el umbral de 10%, bajando significativamente en los restantes tratamientos. Hubo una relación inversa significativa ( $P \leq 0.001$ ) entre el porcentaje de plantas con daño nuevo a los siete y nueve semanas después del trasplante y el rendimiento de repollo con  $r^2$  de 0.80 y 0.77 respectivamente.

El análisis económico determinó el criterio de aplicación umbral 10% como la mejor recomendación al precio modal de repollo durante 1988 (10 colones/kg). Esta recomendación conduce a que se realicen 7 aplicaciones menos de plaguicidas respecto a lo que comunmente realiza el agricultor.

En el análisis de sensibilidad para precios del repollo se muestra que existe un rango de precios donde la recomendación es económicamente buena. Este rango va desde un mínimo de 0.90 colones/kg hasta un máximo de 10.5 colones /kg. Fuera del rango mencionado en el límite inferior es económicamente superior el tratamiento testigo (ninguna aplicación) y en el límite superior es económicamente mejor el criterio de aplicación calendarizado.

Estos resultados muestran en términos generales, que para una producción rentable de repollo es necesario el uso de plaguicidas para la protección del cultivo contra la palomilla de dorso de diamante. Cuando el precio del repollo es superior a 10.5 colones/kg, es racional económicamente la protección del cultivo con aplicaciones calendarizadas de insecticidas, pues el valor del producto cubre el costo de la protección. Cuando el precio del producto 10.50 colones por kg, es necesario racionalizar de las aplicaciones utilizando un criterio de aplicación que en este caso es el uso del umbral de decisión del 10%. Sin embargo, es importante considerar el beneficio ecológico que significa el uso del umbral del 10%, ya que al permitir la reducción en el número de aplicaciones, se retrasa el desarrollo de resistencia de la plaga y se reduce el impacto de los plaguicidas sobre la salud humana y el ambiente.

## RESUMEN

El objetivo fue evaluar biológica y económicamente, diferentes umbrales de decisión para el manejo de Plutella xylostella en repollo, comparado con el manejo calendarizado que usa el agricultor. Este se realizó en Pacayas de Alvarado, Costa Rica, entre los meses de Diciembre de 1986 y marzo de 1987. Se utilizaron umbrales de 10, 20 y 30% de plantas con daño nuevo para decidir la aplicación

de insecticidas, un tratamiento de aplicación calendarizado y un testigo sin aplicación.

Durante el ciclo del cultivo, los niveles de infestación de P. xylostella oscilaron alrededor de los umbrales establecidos. En el testigo se alcanzaron niveles de infestación de 100% de plantas dañadas. El porcentaje comercial y el rendimiento en kg/ha fue superior en el calendarizado y en el umbral de 10%, bajando significativamente en los demás tratamientos. La relación entre el porcentaje de plantas dañadas a las siete y nueve semanas después del trasplante y el rendimiento, fue significativa, con  $r$  de 0.80 y 0.77 respectivamente.

El análisis económico y de sensibilidad, mostró que para una producción de repollo rentable, es necesario el uso de plaguicidas. Cuando el precio de repollo es superior a 10.50 colones por kg, es económicamente racional la aplicación de insecticidas en forma calendarizada pues el valor del producto cubre el costo de la protección. Cuando el precio del repollo es inferior a 10.50 colones por kg, es necesario racionalizar las aplicaciones utilizando un criterio de aplicación, que en este caso es el uso del umbral de decisión del 10%. Es importante considerar el beneficio ecológico que significa el uso del umbral del 10%, ya que al permitir la reducción en el número de aplicaciones, se retrasa el desarrollo de resistencia de la plaga y se reduce el impacto de los plaguicidas sobre la salud humana y el ambiente.

#### BIBLIOGRAFIA

- CARBALLO, M.; HERNANDEZ, M.; QUEZADA, J.R. 1989. Efecto de los insecticidas y de las malezas sobre Plutella xylostella (L) y su parasitoide Diadegma insulare (Cress) en el cultivo de repollo. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No. 11:1-20.
- CHALFANT, R.B.; DENTON, W.H.; SCHUSTER, D.J.; WORKMAN, R.B. 1979. Management of cabbage caterpillars in Florida and Georgia by using visual damage thresholds. Journal of Economic Entomology 72:411-413.



- HARCOURT, D.G. 1986. Population dynamics of the diamondback moth in Southern Ontario. In: International Workshop (1: 1985 Tainan, Taiwan). Proceedings Diamondback Moth Management. Shanhua, Taiwan. Asian Vegetable Research and Development Center. p. 3-15.
- LEIBEE, G.L.; CHALFANT, R.B.; SCHUSTER, D.J.; WORKMAN, R.B. 1984. Evaluation of visual damage thresholds for management of cabbage caterpillars in Florida and Georgia. Journal of Economic Entomology 77:1008-1011.
- PERRIN, K.; WINKELMANN, D.; MOSCARDI, E.; ANDERSON, J. 1976. Formulación de recomendaciones y partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. México, D.F. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, 54 p.
- PINEDA, L.; BUSTAMANTE, M.; MONTERROSO, D.; CERNA, O. 1989. Manejo de Plutella xylostella en un sistema de producción de repollo (Brassica oleracea var. capitata). In: Trabajos de Investigación Desarrollados de 1986 a 1989. Informes de convenio de colaboración. Tegucigalpa, Secretaría de Recursos Naturales/Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Proyecto Manejo Integrado de Plagas, p. 53-68.
- RODRIGUEZ, S.; PENALBA, R.; BUSTAMANTE, M.; MONTERROSO, D. 1989. Manejo de Plutella xylostella L., en un sistema de producción de repollo (Brassica oleracea var. capitata) en La Esperanza, Honduras. In: Trabajos de Investigación Desarrollados de 1986 a 1989. Informes de convenio de colaboración. Tegucigalpa, Secretaría de Recursos Naturales/Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Proyecto Manejo Integrado de Plagas, p. 132-141.
- SECAIRA, E.; ANDREWS, K. 1987. El cultivo de repollo en Honduras: La necesidad de manejo integrado de plagas. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. Publicación MIPH-EAP No. 7. 26 p.
- TABASHNIK, B.E.; MAU, R.F. 1986. Suppression of Diamondback moth (Lepidoptera:Plutellidae). Oviposition by overhead irrigation. Journal of Economic Entomology 79:189-191.
- UGALDE, H.; CANESSA, W.; SEGURA, L. 1983. Combate biológico y químico de Plutella xylostella L. (Lepidoptera:Plutellidae) en repollo (Brassica oleracea var. capitata). Estación Fabio Baudrit, Boletín técnico (Costa Rica) 16 (3):7-12.
- WORKMAN, R.B.; CHALFANT, R.B.; SCHUSTER, D.J. 1980. Management of the cabbage looper and diamondback moth on cabbage by using two damage thresholds and five insecticide treatments. Journal of Economic Entomology 73:757-758.

**DISTRIBUCION ALTITUDINAL Y GEOGRAFICA DE LAS CAPTURAS DE LAS POLILLAS DE LA PAPA Scrobipalopsis solanivora Povolny y Phthorimaea operculella (Zeller) (Lepidoptera; Gelechiidae) EN COSTA RICA**

Carlos L. Rodríguez V.\*  
 Carlos Lépez Ch.\*  
 Alfredo Arce A.\*\*  
 Danilo Pérez M.\*\*

Francisco Brenes\*\*\*  
 Carlos Víquez U.\*\*\*\*  
 Abraham Fonseca M.\*\*\*\*\*

**INTRODUCCION**

Para elaborar un plan de manejo de la plaga, es necesario tener amplios conocimientos ecológicos sobre las polillas de la papa, así como de los factores bióticos y abióticos, que determinan su distribución altitudinal y estacional (López, 1988).

Los costos de la feromona de Scrobipalopsis solanivora Povolny, son mucho menores que los de Phthorimaea operculella (Zeller); debido a esos valores diferenciales, es necesario conocer la abundancia relativa de ambas especies.

Los objetivos de este trabajo son los de determinar los lugares y sitios donde las polillas son más abundantes, y mostrar en forma gráfica la abundancia relativa que presentan las polillas en las áreas de cultivo de la papa en Costa Rica.

**REVISION DE LITERATURA**

Cisneros (1980) señala que las condiciones climáticas influyen sobre las plagas mediante sus variaciones estacionales de temperatura, humedad, lluvia, viento, insolación y fotoperíodo. Varias especies de plagas están adaptadas a condiciones ambientales bien definidas, en ausencia de las cuales no se presentan o lo hacen muy

\* Programa de Papa. Departamento de Entomología. MAG, San José, Costa Rica.

\*\* Agencia de Extensión Agrícola de Pacayas. MAG.

\*\*\* Agencia de Extensión Agrícola de Cartago. MAG.

\*\*\*\* Agencia de Extensión Agrícola de Zarcero. MAG.

\*\*\*\*\* Instituto Nacional de Aprendizaje. INA. San José, Costa Rica.

ocasionalmente. Estas condiciones determinan, en principio, la distribución geográfica de los insectos y sus posibilidades de alcanzar altas o bajas densidades.

El tamaño de las unidades geográficas influye sobre la abundancia y escasez de las especies, así como en su dispersión. También tiene que ver con la similitud, cercanía y contacto de los hombres dentro de estas unidades geográficas (Krebs, 1985 y Huffaker, 1984).

La especie P. operculella es originaria de Sudamérica y se le encuentra en casi todo el mundo (Morón y Terrón, 1988). De acuerdo con la información disponible se describe a esta especie como una plaga principalmente de ambiente cálido, pero se ha informado recientemente sobre infestaciones severas en zonas más frías, tales como las tierras altas de Perú, Colombia, Kenya y Nepal (Raman, 1988). La temperatura óptima para la oviposición de estas palomillas, se considera entre 20 y 30°C (Broodryk, 1971). Para P. operculella se señala en Maryland, que los días calientes y la escasez de lluvia, favorecen las infestaciones de este insecto (Langford y Cory, 1932).

La especie S. solanivora fue introducida en Costa Rica en 1970, con tubérculos infestados procedentes de Guatemala, especie que en los años 1971 a 1973, causó enormes pérdidas en la producción de papa (Murillo, 1981). En la actualidad esta palomilla se presenta en Centro América, Colombia y Venezuela (Valencia, 1986).

Las feromonas sexuales se usan en programas de detección y en la estimación de las poblaciones de los insectos (Jacobson, 1972). Con el uso de feromonas sexuales en Costa Rica, se encontró que con trampas de agua, se alcanzan mayores capturas de S. solanivora que de P. operculella en las partes altas (mayores 2500 msnm) de la zona norte de Cartago y en la Cima de Dota; por otro lado se lograron capturas semejantes de S. solanivora y P. operculella en altitudes menores de 2500 msnm en la zona norte de Cartago (Rodríguez y Lépiz, 1988).

## MATERIALES Y METODOS

Los sitios seleccionados para realizar la investigación pertenecen a las tres zonas productoras de papa en Costa Rica: Alfaro Ruíz (Alajuela), zona norte de Cartago y zona sur de Cartago (Cuadro 1). En la zona norte de Cartago se pueden observar tres sub-áreas con características diferentes en la distribución y cantidad de precipitación pluvial. El área sureste de la pendiente (región Coliblanco y Pacayas), el área sur-suroeste (región Cartago, Tierra Blanca y Laguna) y el área oeste (región Guayabillos y Rancho Redondo); sus elevaciones varían entre 1400 y 3400 msnm (Campos, s.f.).

CUADRO 1. Localización geográfica de los lugares seleccionados. Costa Rica. 1988.

LUGAR	CANTON	PROVINCIA	LAT.NORTE	LONG.OESTE	ALTITUD* msnm
Laguna	Alfaro Ruiz	Alajuela	10°12'40"	84°24'05"	1800
Palmira	Alfaro Ruiz	Alajuela	10°12'42"	84°22'46"	2010
Tapezco	Alfaro Ruiz	Alajuela	10°13'10"	84°24'14"	1820
Zarcelero	Alfaro Ruiz	Alajuela	10°11'08"	84°23'35"	1736
Capellades	Alvarado	Cartago	09°55'27"	83°47'16"	1653
Cervantes	Alvarado	Cartago	09°53'17"	83°48'35"	1441
Pacayas	Alvarado	Cartago	09°55'07"	83°48'41"	1735
Llano Grande	Cartago	Cartago	09°56'26"	83°54'44"	2270
Tierra Blanca	Cartago	Cartago	09°55'02"	83°53'40"	2080
Macho Gaff	El Guarco	Cartago	09°49'48"	83°57'14"	2510
Cipreses	Oreamuno	Cartago	09°53'31"	83°50'45"	1700
Cot	Oreamuno	Cartago	09°53'38"	83°52'28"	1810
Potrero Cerrado	Oreamuno	Cartago	09°55'07"	83°52'57"	2196
San Rafael	Oreamuno	Cartago	09°52'14"	83°54'17"	1750
Santa Rosa	Oreamuno	Cartago	09°55'09"	83°50'32"	2145
La Cima	Dota	San José	09°38'50"	83°55'12"	2300

\* Altitudes de los lugares donde se colocaron las trampas con feromonas.

En la captura de machos de P. operculella se utilizaron feromonas trans-4, cis-7-tridicadien-1-01-acetato (PTM-1) y trans-4, cis-7, cis-10-tridecatrin-1-01-acetato (PMT-2) en proporción de 0.4 mg de PTM-1 y 0.6 mg de PMT-2. En la feromona sexual de S. solanivora el componente principal es (E)-3-dodecenyl acetato con 1% del isómero Z. Ambas feromonas fueron obtenidas del Centro Internacional de la Papa en Lima, Perú.

### Distribución de especies de polillas por altitud

Se utilizó un diseño experimental de parcelas divididas donde las zonas corresponden a la parcela grande y los sitios, especies y fechas a las parcelas pequeñas; con dos repeticiones que fueron los dos lugares por zona.

Este experimento se realizó entre agosto y diciembre de 1985 y como sitios se consideraron el campo y el almacén. En cada sitio se localizó una trampa de polilla con feromona para capturar S. solanivora y P. operculella. Los lugares se consideraron por zona: baja (Cot, Varillal de Llano Grande, menos de 1900 msnm); media (Tierra Blanca y Potrero Cerrado, 2000 - 2500 msnm) y alta (Prusia y Coliblanco, más de 2500 msnm). En esta ocasión se utilizó una trampa de embudo, según especificaciones señaladas por Rodríguez et al. (1988).

### Distribución geográfica de las especies de las polillas de la papa:

Se reúne la información de las capturas de las polillas, en el período comprendido entre mayo de 1988 a mayo de 1989. Se presentan datos obtenidos bajo condiciones de campo, provenientes de fincas de 120 agricultores, localizados en 16 distritos (Cuadro 1). En todas esas localidades, se colocaron trampas de ambas especies. La distribución proporcional de las capturas de S. solanivora y P. operculella se graficó y se señaló sobre un mapa de la zona. Para obtener esta información se usó una trampa de galón de agua, de la descrita por Rodríguez y Lépiz (1988). Cuando más del 85% de las capturas correspondieron a una especie, se le consideró como predominante.

### **RESULTADOS Y DISCUSION**

El Instituto Meteorológico Nacional posee en la Zona Norte de Cartago, estaciones meteorológicas en Pacayas, Tierra Blanca, Estación Experimental Carlos Durán y San Juan de Chicué; en el caso

de Macho Gaff (Guarco) y La Cima (Dota), se utilizó la información de San Pablo de León Cortés; para Alfaro Ruíz se usaron los datos de la Estación Meteorológica de Palmares (Alajuela), Cuadro 2.

**CUADRO 2.** Lluvia y temperatura en los lugares de trabajo.

LOCALIDADES	LLUVIA DIARIO mm	TEMPERATURA MEDIA °C
Est. Exp. C. Durán	4.97	----
Pacayas	8.12	16.5
Palmares	4.67	----
San Juan de Chicué	5.51	----
San Pablo de León Cortés	8.55	----
Tierra Blanca	5.55	15.1

En la zona norte de Cartago, las localidades de Tierra Blanca, Estación Experimental Carlos Durán y San Juan de Chicué, presentan una influencia del Pacífico con menor precipitación pluvial, que Pacayas con influencia del Atlántico.

**Distribución de especies de polillas por altitud.** El análisis de varianza mostró diferencias significativas solo para capturas en relación a especies y a sitios, Cuadro 3.

**CUADRO 3.** Análisis de varianza en capturas de polilla. (Agosto a diciembre de 1985).

FUENTE DE VARIANZA	F. CALCULADA
Zona	5.50 N.S.
Sitio	6.85 *
Fechas	1.48 N.S.
Especies	7.23 **
Todas las interacciones	N.S.

N.S. = No existen diferencias significativas (Prueba de F, 0.05%).

\* = Diferencias significativas (Prueba de F, 0.05%).

\*\* = Diferencias altamente significativas (Prueba de F, 0.05%).

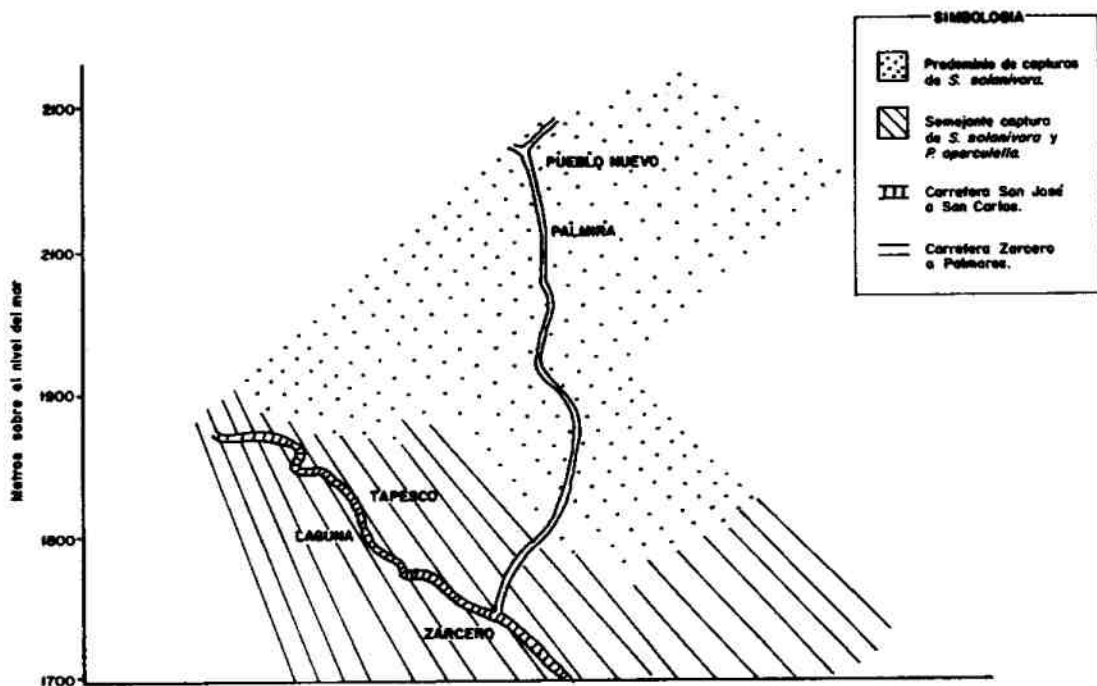


Figura 1. Distribución de las capturas de las patillas de la papa, en Alfaro Ruiz (Alajuela).

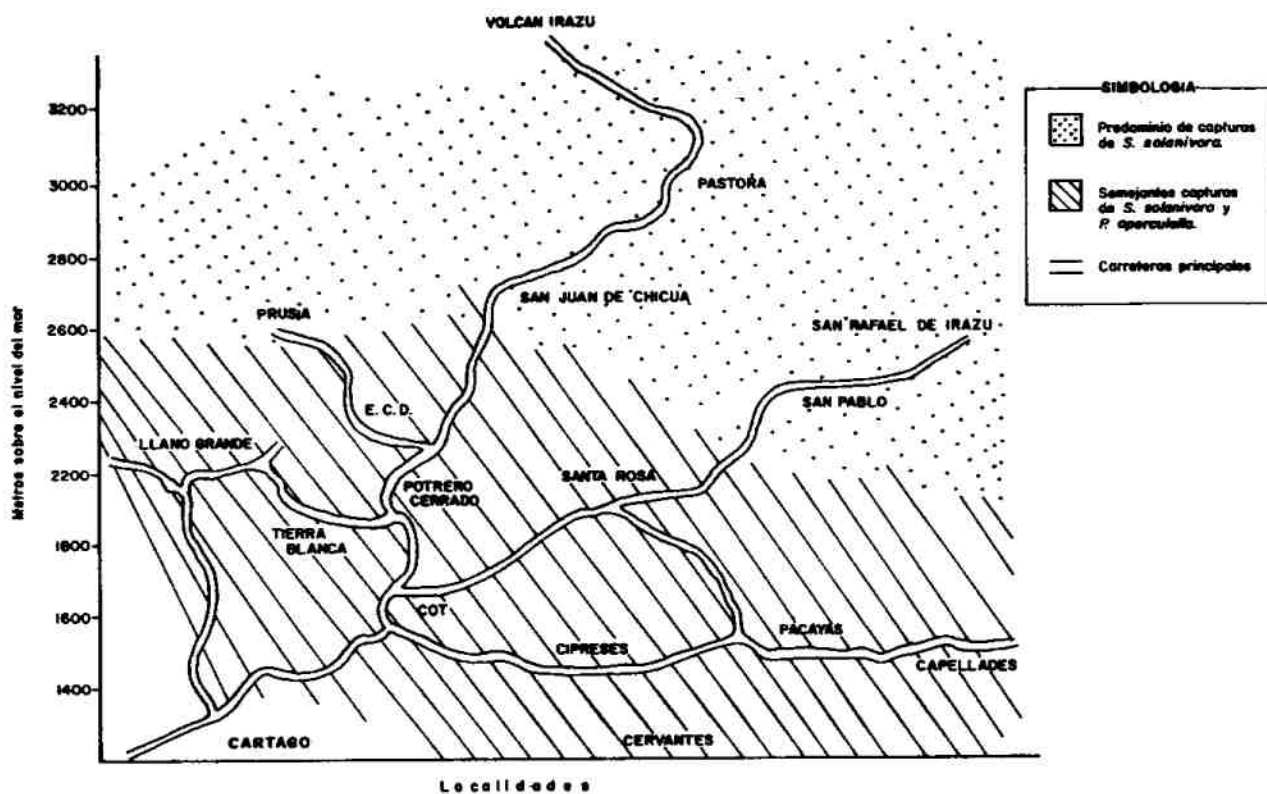


Figura 2. Distribución de las capturas de las patillas de la papa, en la zona Norte de Cartago.

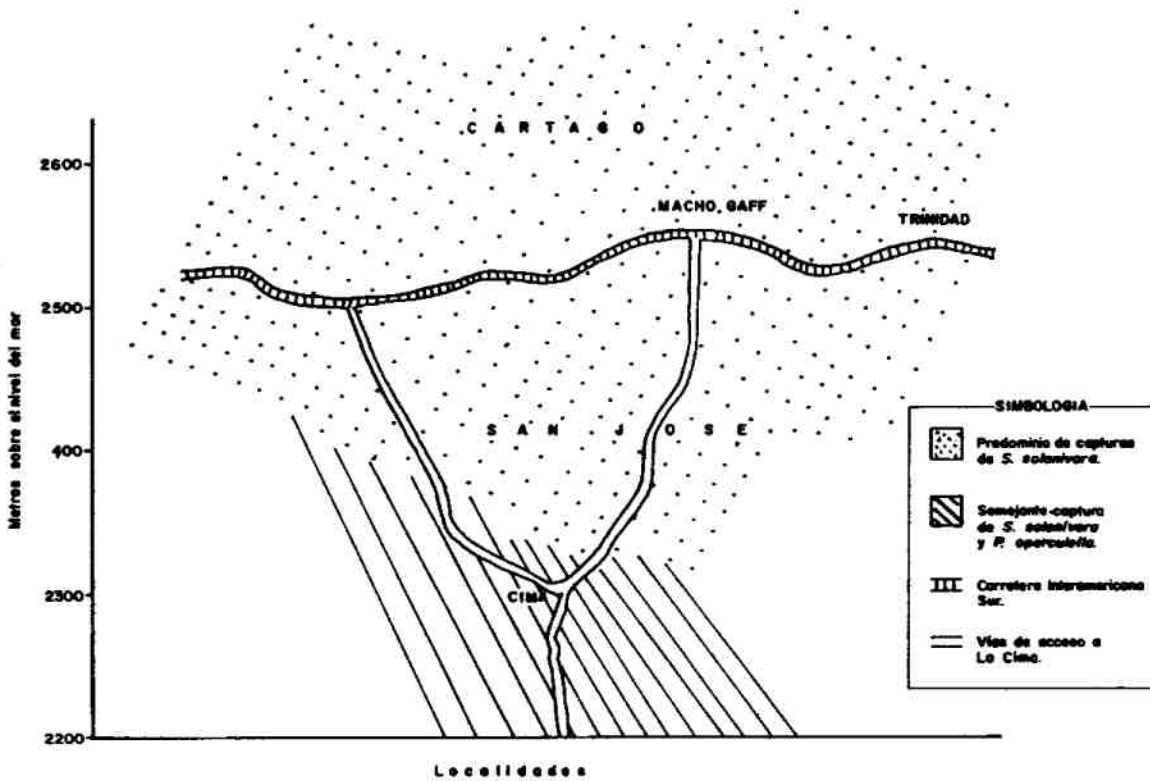


Figura 3. Distribución de las capturas de las polillas de la papa, en localidades de San Isidro del Guarco (Cartago) y La Cima de Dota (San José).

La mayor captura se encontró en el campo con 247 polillas/trampa/semana (PTS) en comparación con el almacén con 110 PTS. Esta situación se presenta porque en el campo, el viento ayuda a una mayor difusión de la feromona y de esta manera se puede influir sobre mayor cantidad de población de polillas. La especie que presentó la mayor captura fue S. solanivora con 125 PTS y P. operculella con 54 PTS, este aspecto coincide con información presentada por Rodríguez et al. (1988).

Distribución geográfica de las especies de las polillas. En las tres zonas bajo estudio se encontró predominio de S. solanivora, en los lugares de mayor altitud, Figuras 1, 2 y 3. Se supone que esta situación se debe a que la zona alta de Cartago, es la productora de semilla de papa y de allí se lleva a otros lugares junto con la plaga, a las zonas altas de Alfaro Ruiz, Cañón, Macho



Gaff y La Trinidad de Dota. También se observa que en los sitios ubicados a menor altitud, la tendencia es a encontrar capturas semejantes de S. solanivora y P. operculella. En la zona norte de Cartago en el sector sureste del macizo (Pacayas), con mayor precipitación pluvial, (Cuadro 2), el predominio es de S. solanivora en relación con el sector suroeste (Tierra Blanca), lo cual supone una mayor adaptación de esta a la alta precipitación pluvial.

P. operculella aunque no aparece como especie predominante, bajo los criterios establecidos, cabe señalar que su captura fue alta en las zonas de Cipreses, Cervantes y partes bajas de Capellades, (Figura 2), especialmente en los meses de marzo, abril y mayo, que es la época del año cuando la temperatura es más alta y la precipitación pluvial es menor. Estos lugares se encuentran en la altitud más baja de la zona papera, que oscila entre los 1400 y los 1700 msnm; lo cual coincide con otros estudios realizados por Foot (1979).

La utilidad práctica de esta información es que permite recomendar menos feromona por unidad de área de P. operculella en las partes de mayor altitud, aspecto muy importante, pues la feromona de P. operculella es más costosa que la de S. solanivora.

## CONCLUSIONES

- Se presenta una mayor captura de polillas en el campo que en el almacén.
- Se encuentra, en términos generales, una mayor captura de S. solanivora que de P. operculella.
- Se establece que hay un predominio de capturas de S. solanivora sobre P. operculella en Costa Rica, en lugares de mayor altitud, temperaturas más bajas y mayor precipitación pluvial.
- P. operculella aparece abundante en las capturas, en los lugares de menor altitud de la zona papera, sobre todo en los meses más cálidos.

## RESUMEN

Se señala la abundancia relativa de las capturas de las polillas de la papa (Scrobipalopsis solanivora y Phthorimaea operculella), en las tres principales zonas productoras de papa de Costa Rica.

Las mayores capturas de polillas se presentan en el campo y S. solanivora se manifiesta con más del 85% de ellas principalmente en las localidades de mayor altitud y con temperaturas menores. P. operculella alcanza altas poblaciones durante los meses más cálidos, en el sector sureste de la Zona Norte de Cartago (Pacayas), donde ocurre la mayor precipitación pluvial.

La importancia práctica de esta información, en el manejo de plagas, se orienta hacia el uso de menos feromona de P. operculella por unidad de área en las zonas de mayor altitud, aspecto muy importante si se considera que el costo de ella es superior a la de S. solanivora.

## LITERATURA CITADA

- BROODRYK, S.W. 1971. Ecological investigations on the potato tuber moth, P. operculella (Zeller) (Lepidoptera; Gelechiidae). *Phytophylactica* 3:73-84.
- CAMPOS ORTIZ, M. (s.f.). Características climáticas de Cartago (precipitación y temperatura). San José, Costa Rica. Instituto Meteorológico Nacional. 6 p.
- CISNEROS V., F.H. 1980. Principios del control de las plagas agrícolas. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. 182 p.
- FOOT, M.A. 1979. Bionomics of the potato tuber moth Phthorimaea operculella (Lepidoptera, Gelechiidae) at Pukekohe. *New Zealand Journal of Zoology* 6:623-636.
- HUFFAKER, C.B.; RABB, R.L. 1984. *Ecological Entomology*. New York, Wiley, 844 p.

- Instituto Geográfico Nacional. 1984. División territorial administrativa de la República de Costa Rica. San José, Costa Rica, IGN p. 1-58.
- Instituto Meteorológico Nacional. Boletines meteorológicos mensuales de mayo 1988 a mayo 1989. Ministerio de Recursos Naturales Energía y Minas. San José, Costa Rica. 126 p.
- JACOBSON, M. 1972. Insect sex pheromones. New York, Academic Press, 382 p.
- KREBS, C.J. 1985. Ecología; estudio de la distribución y la abundancia. 2da. Ed. México, D.F. Harla Harper and Row Latinoamericana 53 p.
- LANGFORD, G.S.; CORY, E.N. 1932. Observations on the potato tuber moth. Journal Economic Entomology 25:625-634.
- LOPEZ A., A. 1988. Biología y ecología de la palomilla de la papa. Phthorimaea operculella (Zeller) (Lepidoptera; Gelechiidae). En Resúmenes del Curso Internacional de Manejo Integrado de las Palomillas (Lepidoptera; Gelechiidae) de la papa. Bogotá, Colombia. p. 1-10.
- MORON, M.A.; TERRON, R.A. 1988. Entomología práctica. México, D.F. Instituto de Ecología. 504 p.
- MURILLO M., R. 1981. La palomilla de la papa (Scrobipalopsis solanivora Povolny). San José, Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección General de Investigaciones Agrícolas. Programa Regional Cooperativo de Papa. 14 p.
- RAMAN, K.V. 1988. Manejo integrado de plagas de la papa en los países del Tercer Mundo. Circular C.I.P. (Perú) 16(1):1-9.
- RODRIGUEZ V., C.L.; LEPIZ CH., C.S. 1988. Manejo adecuado de las feromonas de la polilla de la papa. San José, Costa Rica, Ministerio de Agricultura y Ganadería. Sub-Dirección de Investigaciones Agrícolas. Departamento de Entomología. 13 p.
- \_\_\_\_\_; MURILLO M., R.; LEPIZ, CH., C.S. 1988. Fluctuación de las capturas de las polillas de la papa Scrobipalopsis solanivora Povolny y Phthorimaea operculella (Zeller) (Lepidoptera; Gelechiidae) en Cartago, Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No. 9 p. 12-21.
- VALENCIA, L. 1986. Las palomillas de la papa (Lepidoptera; Gelechiidae): identificación, distribución y control. En Memorias del curso sobre control integrado de plagas de papa. Bogotá, Colombia. p. 25-32.

## MANEJO DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE FRIJOL EN CENTROAMERICA

Ramiro De la Cruz\*  
Arnoldo Merayo\*

### INTRODUCCION

Con un área cultivada de aproximadamente 350.000 ha y rendimientos promedios de alrededor de 660 kg/ha el frijol es quizá el producto más importante en la dieta de un alto porcentaje de la población centroamericana. (Reunión Grupo de Apoyo, Informe de Síntesis, 1987).

Tanto el maíz como el frijol se cultivan en cuatro zonas climáticas características de la región, pero con menor intensidad en las zonas bajas húmedas.

La mayor parte del frijol que se cultiva en el Istmo Centroamericano proviene de pequeños agricultores y gran proporción de éste se obtiene en asocio (intercalado o franjas) y en relevo con el cultivo del maíz. Además, el frijol se asocia, en su fase de establecimiento o de reemplazo, con algunos cultivos perennes tales como caña de azúcar, café y frutales.

Existe una gran variedad de asociaciones del frijol con otros cultivos, a lo cual se agrega el hecho de que los sistemas de producción presentan variables locales y particulares para las distintas áreas. En Costa Rica por ejemplo, el 63% de la producción total de frijol se cultiva bajo el sistema conocido como "frijol tapado", que consiste en la siembra de frijol en terrenos enmalezados, la semilla se riega al voleo y luego la maleza se corta a ras del suelo.

\*Especialista en Malezas y Asistente respectivamente, CATIE, Programa de Mejoramiento de Cultivos Tropicales, 7170, Turrialba, Costa Rica.

Este sistema lo emplean agricultores que lo producen en pequeña escala, aunque también se encuentra aplicado a cultivos en extensiones de más de 20 ha. (Alfaro, 1984).

En algunos lugares el cultivo se cosecha verde y se vende tan pronto como el grano alcanza su madurez fisiológica. Muchas veces, la cosecha temprana del frijol es forzada por el ataque foliar de algunas enfermedades y por la presencia de malezas que favorecen las pudriciones de las vainas. Esta situación es corriente en zonas donde se presentan lluvias que coinciden con la época de maduración del cultivo.

La siembra del cultivo en "postrera", o sea aquellos sistemas de cultivo donde el frijol se releva con el maíz y el maicillo, son también comunes en muchas áreas productoras de El Salvador, Guatemala y Honduras. Con este sistema se trata de aprovechar las últimas lluvias del año para que el cultivo alcance a completar su ciclo vegetativo y el inicio de su reproducción. Es frecuente, sin embargo, que las lluvias terminen antes de lo previsto, lo cual debilita el crecimiento y el desarrollo del cultivo y lo expone a la competencia con las malezas. Otro aspecto importante de la siembra del frijol en la región, relacionado con las prácticas de manejo de malezas, es que el mayor porcentaje del área de frijol pertenece a zonas de ladera.

A diferencia del maíz, el cultivo del frijol es muy sensible a la competencia de las malezas, en todos sus estados de desarrollo. En sus fases iniciales, debido a la competencia directa y durante su maduración, por los efectos secundarios sobre la incidencia de enfermedades y también por causar dificultades en las labores de cosecha.

Otra razón por la cual el frijol es muy débil competidor con las malezas, es por su lento crecimiento inicial, lo cual se traduce en una retardada capacidad de cobertura. Igualmente el cultivo del frijol exige buenas prácticas agronómicas, por ser blanco fácil de muchas plagas insectiles, excesos o carencia de agua,

deficiencias nutricionales, etc. Temprano en su fase de maduración pierde el follaje, por lo cual se puede crear un ambiente favorable para las reinfestaciones tardías de malezas que de alguna manera causan reducciones en los rendimientos.

Debido a la limitada capacidad competitiva de este cultivo, las prácticas de control de malezas deben ser más esmeradas. Esto significa para los pequeños productores un aumento en el costo por mano de obra. En algunos casos esa gran demanda de mano de obra reduce la capacidad del agricultor para aumentar el área sembrada. Por otro lado este esmerado esfuerzo del agricultor por la limpieza del cultivo trae como consecuencia la exposición del suelo a la erosión.

El presente trabajo reúne la información que los autores han analizado, que son resultado de sus propias investigaciones, información sobre las experiencias de otros autores, y mediante observaciones iniciadas en 1985 sobre las labores de control de las malezas en cultivos de frijol, en varias zonas de centroamérica.

El contenido y condiciones de este trabajo tiene como finalidad ofrecer una visión de utilidad práctica a los técnicos de la región relacionados con los diferentes aspectos del cultivo del frijol.

#### **PRINCIPALES ESPECIES DE MALEZAS EN AREAS DE CULTIVO**

El frijol acompaña al maíz en por lo menos tres de las cuatro zonas climáticas en las cuales se ha dividido la región centroamericana. En la Zona Húmeda Baja el cultivo del frijol es menos frecuente, aunque en Costa Rica el volumen de siembra de frijol en esta zona es significativo.

Algunas especies de malezas tienen habilidad para poblar variadas zonas climáticas y asociarse con diferentes cultivos. Sin embargo, hay ciertas especies que requieren un ambiente más particular. Algunas de las malezas más comunes en tres zonas del

cultivo del frijol en Centro América y Panamá se describen a continuación (De la Cruz, Rojas y Merayo, 1988).

**Trópico Seco Bajo.** Localizado entre los 0 y 1000 msnm; con precipitación anual entre 1000 y 1800 mm y una temperatura media anual de 23 a 27°C. Esta área localizada hacia la vertiente del Océano Pacífico centroamericano, se caracteriza por una canícula interestival prolongada y errática por más de cinco meses. Las malezas más comunes en el cultivo de frijol en esta zona son:

<u>Amaranthus spinosus</u>	bledo, guisquilite
<u>Baltimora recta</u>	flor amarilla, mirasol
<u>Cynodon dactylon</u>	grama, zacate bermuda
<u>Cyperus rotundus</u>	coyolillo, coquito
<u>Echinochloa sp.</u>	arrocillo, paja de pato
<u>Ixophorus unisetus</u>	pasto honduras, mesmeto
<u>Polanisia viscosa</u>	cachitos, tabaquillo
<u>Portulaca oleracea</u>	verdologa, portulaca
<u>Rottboellia cochinchinensis</u>	caminadora, zacate indio
<u>Sida spp.</u>	escobilla, escoba
<u>Tithonia spp</u>	varaboja, girasol

**Trópico húmedo intermedio.** Zona caracterizada por estar situada a una altura de 600-1500 msnm, con una precipitación de 1300-2500 mm anuales y temperatura promedio anual de 20-24°C.

Las malezas características son:

<u>Ageratum conyzoides</u>	Santa Lucía, sesumpate
<u>Bidens pilosa</u>	moriseco, mozote
<u>Borreria sp</u>	botoncillo, chiquizacillo
<u>Chamaesyce hirta</u>	golondrina, hierba de paloma
<u>Cynodon dactylon</u>	grama, zacate bermuda
<u>Digitaria sp.</u>	zalea, paja de colchón
<u>Eleusine indica</u>	pata de gallina, cola de gallo
<u>Erechtites hieraciifolia</u>	hierba de cabro, ajenojo
<u>Hyptis sp</u>	pelotilla, chan

<u>Melampodium divaricatum</u>	flor amarilla, hierba del sapo
<u>Portulaca oleracea</u>	verdolaga, portulaca
<u>Richardia scabra</u>	chiquizacillo, tabaquillo

Trópico húmedo de altura. Situado a una altura de 1500-2500 msnm, con una precipitación promedio de 500 a 1500 mm anuales y una temperatura de 10-18°C como promedio anual.

Las malezas que se encuentran comúnmente son:

<u>Ageratum conyzoides</u>	mejorana, Santa Lucía
<u>Brassica sp</u>	mostaza, nabo
<u>Capsella bursa-pastoris</u>	mastuerzo, bolsa de pastor
<u>Chenopodium sp.</u>	apazote, mejicano
<u>Cuphea sp</u>	gorrioncillo, canchalagua
<u>Galinsoga ciliata</u>	mielcilla, mielilla
<u>Pennisetum clandestinum</u>	kikuyo
<u>Plantago sp.</u>	llantén
<u>Poa annua</u>	zacatillo, pata de paloma
<u>Rumex sp</u>	ruibarbo
<u>Spilanthes americana</u>	botón de oro, matagusano

#### SISTEMAS DE MANEJO DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE FRIJOL

Es difícil establecer un patrón general de manejo de malezas, debido a la gran diversidad de sistemas de producción de frijol y a la heterogeneidad de las áreas productoras. Sin embargo se puede proponer un cuadro indicativo de las distintas actividades de control, así como señalar un estimativo del porcentaje de agricultores que los usan (Cuadro 1). En algunas áreas productoras, la carencia de mano de obra en las épocas de limpieza del cultivo limita el área a sembrar por los agricultores. Se estima que entre el 30 y 40% del total de la mano de obra utilizada en el cultivo en ciertas áreas, se emplea en labores de control de malezas (Tienhoven, N. et al. 1982; CATIE, 1985).



El no laboreo del suelo es un sistema de cultivo utilizado por muchos pequeños productores. Este sistema protege el suelo de la erosión y es muy recomendado en áreas de ladera, donde el arado y los métodos de control manual-mecánicos o con herbicidas pre-emergentes no son recomendados. Las prácticas de control de malezas en estos sistemas se realizan mediante herbicidas no selectivos y post-emergentes a las malezas pero antes de la siembra del cultivo. También se pueden hacer aplicaciones post-emergentes dirigidas entre las hileras después de la germinación del cultivo. Con este sistema de no laboreo y el manejo de malezas indicado antes, se han logrado rendimientos aceptables de frijol (Zaffaroni et al., 1979; Burity et al., 1979). Los herbicidas paraquat y glifosato son los compuestos usados por los agricultores en pre-siembra y en mínimo laboreo.

**CUADRO 1.** Porcentaje de agricultores de acuerdo con las prácticas de control de malezas en frijol.

PRACTICA UTILIZADA	AGRICULTORES %
-Control manual-mecánico únicamente	45
-Control químico y manual-mecánico:	
-Herbicidas no selectivos pre-siembra y desyerbas	35
-No selectivos pre-siembra y preemergentes selectivos	8
-Preemergentes selectivos y desyerbas	10
-Graminicida selectivos post-emergentes	2

Las labores de control manual-mecánico tienen lugar más que todo en los sistemas asociados y en el sistema de "frijol tapado". Estos sistemas representan el más alto porcentaje del cultivo

sembrado en la región (Seminario-Taller, Diagnóstico de la producción de granos básicos, 1987). El uso de herbicidas en estos sistemas no ha sido suficientemente estudiado y casi ningún agricultor usa el control químico. Los herbicidas no selectivos, particularmente el paraquat, aplicados antes de la siembra, son utilizados por un gran número de pequeños productores, principalmente en el sistema de monocultivo. Este sistema es más frecuente en las áreas del trópico húmedo intermedio donde las lluvias se distribuyen en forma adecuada durante casi todo el año.

Algunos cultivadores de zonas planas mecanizables, que siembran en medianas y grandes extensiones, emplean herbicidas preemergentes selectivos.

Los tratamientos post-emergentes selectivos (graminicidas primordialmente) son empleados por un grupo reducido de productores que cuentan con un mejor nivel tecnológico y que siembran el frijol en rotación con cultivos como el maíz.

Ningún agricultor depende de las aplicaciones químicas como única herramienta de control. El uso de un herbicida por lo general se complementa con desyerbas manuales o mecánicas.

En áreas de ladera, el peligro de las pérdidas de suelo por erosión se aumenta con las labores mecánicas de desyerba, principalmente las realizadas con azada, bueyes y con los herbicidas preemergentes.

#### **CONTROL QUIMICO DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE FRIJOL**

La tecnología del control químico de las malezas ofrece una posibilidad para la integración de programas de manejo que sean más estables y más acordes con los planes de producción de los distintos agricultores. Pero la aplicación de los herbicidas debe seguir especificaciones precisas sobre su selectividad, el tipo de suelo, las especies susceptibles y el modo de empleo. A lo anterior se agregan los aspectos socioeconómicos que necesariamente se

encuentran asociados con el empleo de estos compuestos. Igualmente las consideraciones de carácter ecológico y ambiental juegan un papel importante en el empleo de los herbicidas.

Por lo tanto, la práctica del control químico no debe tomarse como un conjunto de normas de uso rutinario y estático. La interacción de los herbicidas con el agrosistema es un proceso dinámico que necesita un permanente seguimiento, análisis y ajustes.

En el Cuadro 2, se resumen algunas indicaciones sobre el empleo de herbicidas en el monocultivo del frijol. Los herbicidas vernolate y trifluralina, por ser incorporados, se utilizan en terrenos planos y mecanizados. El vernolate es especialmente útil en terrenos donde predomine el coyolillo y las gramíneas anuales. La trifluralina y el linuron son muy eficaces en el control de la maleza "caminadora". El linuron es un compuesto de muy buena acción contra malezas dicotiledoneas anuales y su uso debe limitarse a suelos de textura media a pesada. En suelos de textura liviana, la selectividad al cultivo del frijol es muy limitada.

El bentazon es un herbicida que se usa en post-emergencia temprana de las malezas del frijol y que además de controlar malezas de hoja ancha tiene acción sobre cyperaceas. El fluazifop-butyl y el fenoxaprop-etil son dos compuestos de un grupo de herbicidas cuya principal característica es la de controlar especies gramíneas en cultivos de hoja ancha. Su acción en post-emergencia permite usarlos cuando los tratamientos pre-emergentes no han sido eficaces en el control de alguna gramínea o cuando el cultivo es amenazado después de su emergencia por especies particularmente agresivas como la "caminadora".

Un sistema muy frecuente de siembra del frijol es en asocio con el cultivo del maíz, por tal motivo en el Cuadro 3 se indican algunos posibles tratamientos para el control de malezas en este sistema. Las instrucciones generales sobre el uso de estos compuestos son las mismas que se dieron para el monocultivo. En este

CUADRO 2. Herbicidas usados para el control de malezas en frijol.

NOMBRE TECNICO	NOMBRE COMERCIAL	APLICACION		OBSERVACIONES
		Epoca	Dosis ia kg/ha	
vernolate	Vernan	PSI	2.66-3.6	Controla gramíneas y cyperaceas, incluye <u>C. rotundus</u>
trifluralina	Treflan	PSI	1.20-1.44	Controla gramíneas, incluye <u>Rottboellia</u>
pendimetalina	Prowl	PSI	1.0-1.32	Controla gramíneas, incluye <u>Rottboellia</u>
metolaclor	Dual	Pre	2.0-2.5	Controla gramíneas
linuron	Afalon	Pre	0.5-0.75	Controla hoja ancha
bentazon	Basagran	Post	0.96-1.44	Controla algunas hojas anchas y cyperaceas
fluazifop-butil	Fusilade	Post	0.125-0.19	Controla gramíneas
fenoxaprop-etil	Furore	Post	0.12-0.16	Controla gramíneas
paraquat	Gramoxone	PS	0.4-0.6	Controla hoja ancha y gramíneas anuales
glifosato	Round-up	PS	1.0-1.5	Controla malezas anuales y perennes antes de siembra

PS = pre-siembra  
 PSI = pre-siembra incorporado  
 Pre = pre-emergente  
 Post = post-emergente

CUADRO 3. Herbicidas usados para el control de malezas en la asociación frijol-maíz.

NOMBRE TECNICO	NOMBRE COMERCIAL	APLICACION		OBSERVACIONES
		Dosis ia kg/ha	Epoca	
linuron	Afalon	0.5-0.75	Pre	Controla dicotiledoneas. No recomendado en suelos livianos
pendimetalina	Prowl	1.0-1.2	Pre	Controla gramíneas, incluye caminadora
linurón + alaclor	Afalon + Lazo	0.5+0.75(1)	Pre	No recomendado en suelos livianos
linurón + pendimetalina	Afalon + Prowl	0.5+1.0(1)	Pre	
EPTC + R-25788	Erradicane	3.0-4.0	PSI	Controla coyolillo
bentazon	Basagran	1.0-1.5	Post	Malezas de hoja ancha y cyperaceas de 2 a 3 hojas

(1) Mezclas de tanque

Pre = pre-emergente  
 PSI = pre-siembra incorporado  
 POST = post-emergente

sistema y particularmente cuando el frijol se siembra en relevo con el maíz, en el cultivo de maíz en "primera" y frijol en "postrera", el cuidado con las malezas debe ser particularmente esmerado. En muchas áreas de cultivo en Nicaragua, El Salvador, Honduras y Guatemala, el cultivo del frijol de "postrera" es fuertemente atacado por las babosas. Esta plaga es favorecida por las malezas que se desarrollan en el cultivo de maíz de "primera". De ahí la importancia de conservar limpio el cultivo de maíz que sirve como relevo, con el fin de limitar el crecimiento de la población de babosas (Andrews, et al., 1984).

En muchas oportunidades la mezcla de herbicidas es una práctica necesaria. Pero esta práctica debe hacerse con un propósito definido. Los motivos que hay para preparar determinadas mezclas se enmarcan dentro de los siguientes criterios:

-Cuando la dosis completa de uno sólo de los compuestos pueda causar daño por residualidad al cultivo de rotación.

-Cuando el rango de selectividad al cultivo no es muy amplio con uno sólo de los herbicidas. Este puede ser el caso del linuron en el cultivo de frijol.

-Para ampliar el rango de especies controladas. Las mezclas de trifluralina o pendimetalina con vernolate para cubrir el control de "caminadora" y "coyolillo". La doble aplicación de vernolate y linuron controlará bien las de gramíneas anuales, de especies dicotiledoneas y de coyolillo.

-Finalmente, otra buena razón para usar las mezclas es el factor económico. Una mezcla, con el mismo grado de control, puede ser más económica que el uso de uno solo de los compuestos.

En el Cuadro 4, se indican algunas de las mezclas de herbicidas de uso frecuente para situaciones específicas de control de malezas en cultivos de frijol.

CUADRO 4. Mezclas de herbicidas usados en el control de malezas en el cultivo del frijol.

HERBICIDA	APLICACIÓN		OBSERVACIONES
	Dosis ia kg/ha	Época	
Linuron + metolaclor	0.5 + 1.0(1)	Pre	Contra gramínea y hoja ancha anuales
Linuron + alaclor	0.5 + 0.72(1)	Pre	No usar en suelos livianos
Vernolate y linuron	3.6 y 0.5(2)	PSi-Pre	Controla cyperaceas (coyolillo) y gramíneas (caminadora)
Vernolate y bentazon	3.6 y 0.96(2)	PSi-Post	Controla cyperaceas y gramíneas
Vernolate + trifluralina	3.6 + 0.96(1)	PSi.	Controla cyperaceas (coyolillo) y gramíneas (caminadora)
Vernolate + pendimetalina	3.6 + 1.0	PSi	Controla cyperaceas (coyolillo) y gramíneas (caminadora)
Trifluralina y linuron	0.96 y 0.5(2)	PSi-Pre	Controla gramíneas y h.a. anuales
Irifluralina y bentazon	0.96 y 0.96(2)	PSi-Post	Controla gramíneas (caminadora) y hoja ancha
Pendimetalina y bentazon	1.0 y 0.96(2)	PSi-Post	Controla gramíneas (caminadora) cyperaceas y hoja ancha

(1)Mezcla de tanque

(2)Doble aplicación

Pre = pre-emergente

PSi = pre-siembra incorporado

Post = post-emergente

Una de las características de la aplicabilidad de los herbicidas es la referente a su selectividad, la cual indica los cultivos para los cuales es seguro el uso del producto en una forma particular de empleo, y además cuáles tipos de malezas escapan a la acción del herbicida y cuales son susceptibles a él. Además de saber que un herbicida es selectivo a un determinado cultivo, la eficacia de su uso dependerá también de su buena acción contra las malezas dominantes en el cultivo. Igualmente, la selectividad de los herbicidas podría manejarse de tal forma que favorezca ciertas especies de malezas que en una determinada circunstancia puedan ser útiles. En el Cuadro 5, se presenta una lista de malezas y su

CUADRO 5. Susceptibilidad de malezas a algunos herbicidas en el cultivo del frijol(1).

Malezas	Pendimetalina	Linuron	Vernolate	Trifluralina	Metolaclor	Benazon
<i>Polanisia viscosa</i>	R	-	-	-	-	-
<i>Bidens pilosa</i>	R	M	M	M	M	S
<i>Plantago</i> sp.	-	-	-	-	-	-
<i>Cynodon dactylon</i>	R	R	R	R	R	R
<i>Diatelia sanguinalis</i>	S	S	S	S	S	K
<i>Echinochloa</i> sp.	S	S	S	S	S	K
<i>Elevine indica</i>	S	S	S	S	S	R
<i>Isoborus unisetus</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Rotibellia</i>	S	R	R	S	R	K
<i>Cochinchinensis</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Sida</i> sp.	R	M	R	R	M	K
<i>Boerhaavia erecta</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Tithonia</i> spp.	-	-	-	-	-	-
<i>Paliwera recta</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Amaranthus spinosus</i>	S	S	M	S	R	M
<i>Cyperus rotundus</i>	R	R	S	R	R	K
<i>Chenopodium</i> sp.	-	-	S	S	-	S
<i>Hydrys</i> sp.	-	-	-	-	-	-
<i>Portulaca oleracea</i>	S	S	M	S	M	M
<i>Richardia scabra</i>	M	M	R	M	R	R
<i>Eraglia</i> sp.	S	S	R	R	M	S
<i>Rumex</i> sp.	R	R	S	-	-	-
<i>Pennisetum clandestinum</i>	R	-	R	R	R	R
<i>Poa annua</i>	S	-	M	S	-	-
<i>Abrakate convolvulus</i>	R	S	M	R	R	S
<i>Cassia burseriformis</i>	R	S	R	-	-	S
<i>Salimnoides ciliata</i>	R	-	-	-	-	S
<i>Brassica</i> sp.	R	-	-	-	-	S

S = susceptible M = medianamente susceptible R = resistente

Malezas	Fenoxaprop-etil	Paraquat	Gilfosato	Alaclor	EPIC + Fluazifop-butil	R-25788
<i>Polanisia viscosa</i>	R	M	S	-	-	K
<i>Bidens pilosa</i>	R	S	S	S	-	R
<i>Plantago</i> sp.	R	-	S	-	-	R
<i>Cynodon dactylon</i>	R	M	S	R	S	M
<i>Diatelia sanguinalis</i>	S	S	S	-	-	S
<i>Echinochloa</i> sp.	S	M	S	M	M	S
<i>Elevine indica</i>	S	S	S	S	S	S
<i>Isoborus unisetus</i>	S	S	S	-	-	S
<i>Rotibellia</i>	S	S	S	R	R	S
<i>Cochinchinensis</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Sida</i> sp.	R	M	S	R	M	K
<i>Boerhaavia erecta</i>	R	S	S	-	-	-
<i>Tithonia</i> spp.	R	-	-	-	-	-
<i>Paliwera recta</i>	R	S	S	-	-	-
<i>Amaranthus spinosus</i>	R	S	S	S	S	R
<i>Cyperus rotundus</i>	R	M	S	R	S	R
<i>Chenopodium</i> sp.	R	M	S	-	-	R
<i>Hydrys</i> sp.	R	S	S	-	R	-
<i>Portulaca oleracea</i>	R	M	S	S	S	R
<i>Richardia scabra</i>	R	S	S	M	-	R
<i>Eraglia</i> sp.	R	S	S	M	-	R
<i>Rumex</i> sp.	R	M	S	-	-	R
<i>Pennisetum clandestinum</i>	-	M	S	R	-	M
<i>Poa annua</i>	R	M	-	-	-	R
<i>Abrakate convolvulus</i>	R	S	S	M	-	R
<i>Cassia burseriformis</i>	R	S	S	-	-	R
<i>Salimnoides ciliata</i>	R	S	S	-	-	R
<i>Brassica</i> sp.	R	S	S	-	-	R

(1) Fuentes:  
 Casarcho, De la Cruz, Reyes, (1991).  
 Page y Thomson (1987).  
 Zamstra y Barret (1982).

grado de susceptibilidad a varios herbicidas empleados en el cultivo del frijol.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el área centroamericana una proporción significativa de agricultores se dedica al cultivo del frijol por ser uno de los granos básicos de la dieta de la población de la región, la mayoría de estos agricultores se clasifican entre el grupo de productores de pequeña a mediana escala.

La variedad de sistemas de producción empleados en el cultivo de frijol en la región, así como el hecho de que se produce principalmente en áreas de ladera, limitan las opciones en cuanto al manejo de las malezas. La capacidad del cultivo para competir con la población de las malezas es algo que se deberá tomar en cuenta en los programas de mejoramiento del frijol, con mayor razón si se considera que el cultivo es un débil competidor con las malezas.

La localización de gran número de productores en pequeñas parcelas en áreas de ladera, se constituye en un desafío a los planes de control de malezas, ya que las labores manual mecánica y el uso de herbicidas pre-emergentes serán factores que contribuyen a las pérdidas del suelo por el efecto de la erosión.

Cuando el frijol se siembra sobre terrenos en pendiente, el sistema de relevo es más aconsejable para reducir las pérdidas por causa de la erosión.

La tecnología de los herbicidas puede ser de gran ayuda para muchos agricultores, pero su aplicación requiere cuidados especiales, nivel de conocimiento adecuado y experiencia en el manejo del equipo.

En los sistemas de asocio y relevo, las prácticas culturales pueden ser especialmente benéficas; cuando el espacio lo comparten dos especies no competitivas entre sí, la oportunidad de las malezas se ve más limitada.



Una práctica cultural que ayuda mucho a reducir la competencia de las malezas es la de preparar el campo con anticipación a la siembra del cultivo y esperar una primera germinación de malezas para destruirla con un herbicida no residual o mediante un pase superficial de rastra. Si se siembra inmediatamente después de esta práctica, el cultivo tendrá alguna ventaja competitiva contra las malezas. En áreas de ladera es preferible la mínima labranza, evitando en lo posible aquellas actividades que puedan alterar al suelo.

Otras prácticas culturales de gran ayuda contra las malezas en el cultivo del frijol es la rotación de cultivos. Estas rotaciones no sólo hacen difícil el desarrollo de determinadas especies sino que facilitan la alternación de herbicidas.

Muy frecuentemente el empleo de los herbicidas se hace bajo condiciones inadecuadas de suelo, clima, equipo y sistemas de cultivos. Esto es más evidente en relación con la calibración del equipo para la correcta distribución del producto rociado y en el manejo de la dosis recomendada, en donde se aprecian mejor los errores y la falta de información. Otro motivo de falla relacionado con los herbicidas es la falta de selección de estos, en relación con el tipo de suelo y de malezas para los cuales se recomienda el compuesto.

El empleo de herbicidas pre-siembra no selectivos, además de su ayuda como medida de control, es recomendable en áreas de ladera por cuanto indirectamente ayudan a prevenir la erosión del suelo. Al morir las malezas que han germinado, dejan una cobertura que ayuda a prevenir la erosión.

De todo lo anterior se concluye que existen muchas opciones para integrar sistemas de manejo de malezas en el cultivo del frijol, pero siempre teniendo en cuenta las posibilidades e intereses del productor y las condiciones del terreno.

Se presentan entonces algunas opciones que se deberán incluir en programas de manejo integrado, donde los sistemas de producción

(asocios y relevos), las prácticas culturales (rotaciones, buen desarrollo del cultivo) y el empleo racional de algunos herbicidas, serán fundamentales para diseñar y aplicar medidas de lucha contra las malezas más acordes con las necesidades de los productores y del medio ambiente.

#### LITERATURA CITADA

- ALFARO MONGE, R. 1984. Logros de la investigación sobre frijol común (Phaseolus vulgaris L.) en Costa Rica. (Mimeo). San José, Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería. 8 p.
- ANDREWS, K.L.; VALVERDE, V.H.; RAMIREZ, O. 1984. Preferencia alimenticia de la babosa Vaginulus plebeius (Fisher). In: Memoria. Seminario Centroamericano sobre la babosa del frijol, 1. Honduras. El Zamorano, Escuela Agrícola Panamericana. p. 33-40.
- BURITY, et al. 1979. Efecto de la preparación del suelo sobre los rendimientos de los sistemas yuca (Manihot esculenta Crantz) y yuca asociada con frijol (Phaseolus vulgaris L.). Turrialba, Costa Rica. CATIE. 27 p.
- CAMACHO, S.; DE LA CRUZ, R., REYES, R. 1981. Principios de control de malezas en Colombia. ICA. Manual de Asistencia Técnica (Colombia) No.3. 173 p.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1985. Alternativas de manejo para el sistema maíz + frijol y tomate + frijol. Matagalpa, Nicaragua. CATIE, Informe Técnico (Costa Rica) No. 59. 15 p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1983. Manejo y control de malezas en el cultivo de frijol. Cali, Colombia. CIAT. 72 p.
- DE LA CRUZ, R.; ROJAS, E.; MERAYO, A. Malezas más frecuentes en cuatro zonas climáticas de Centroamérica. Turrialba, Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica). (En prensa).
- PAGE, B.G. y THOMSON, W.T. 1987. The insecticide, herbicide, fungicide Quick guide. Fresno, California, Thomson Publications. 149 p.
- REUNION GRUPO DE APOYO. 1987. Eje V. (Guatemala). Informe de Síntesis. (Mimeo) Guatemala. IICA. Programa de Seguridad Alimentaria. 80 p.
- REUNION GRUPO DE APOYO COMITE TECNICO REGIONAL. 1987. Eje V. (Guatemala). Ayuda memoria. Guatemala. IICA. Programa de Seguridad Alimentaria. 29 p.

- SEMINARIO-TALLER. 1987. Diagnóstico de la producción de granos básicos San José, C.R.). Memoria. San José, C.R. IICA. Programa de Seguridad Alimentaria del Istmo Centroamericano. 30 p.
- TIENHOVEN, N. van, ICAZA, J. y LAGEMAN, J. 1982. Farming Systems in Jinotega, Nicaragua. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 10 p.
- ZAFFARONI, E.; BURITY, H.; LOCATELLI, E.; SHENK, M. 1979. Influencia del no laboreo en la producción de maíz y frijol, en Turrialba, Costa Rica. CATIE. 21 p.
- ZANDSTRA. B.; BARRET, M. 1982. Comprehensive guide to tolerance and susceptibility of weeds and crops to herbicides. Michigan State University. North Central Regional Extension Publication No.185. 32 p.

## MODELOS DE INVESTIGACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA EN MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS\*

Keith L. Andrews\*\*

Dos tendencias actuales, aparentemente contradictorias, caracterizan nuestra disciplina. Primero, el debate acre con respecto al valor del Manejo Integrado de Plagas (MIP) vrs el combate de plagas de caracter "convencional" ha terminado. En este debate, la terminología y filosofía del primero pueden proclamar una absoluta victoria. Todos los fitoproteccionistas manifiestan estar haciendo trabajos que contribuyen al desarrollo del MIP. Existe la sensación de que todos compartimos la misma visión. Por otro lado, la variedad de "estilos", escuelas o corrientes del MIP nunca ha sido mayor. Aún cuando compartimos una filosofía, varían drásticamente nuestros intereses, actividades, objetivos de estudio y percepción de beneficiarios.

Se propone, con el fin de estimular el diálogo, que las varias corrientes o escuelas de manejo de plagas que existen hoy deben ser definidas, no en términos de la filosofía que exponen -ya que en esto todos coinciden- sino más bien en términos de las metodologías operacionales que ellas usan. La aseveración de que los especialistas en MIP no difieren mucho en lo que dicen sino en lo que hacen, no es una observación trivial dado que el modus operandi de un científico o tecnólogo determina en una forma directa la naturaleza y consecuencias de los programas resultantes.

Antes de proseguir, se deben hacer un par de aclaraciones. Primero, aún cuando estoy parcializado hacia ciertas escuelas del

---

\* Versión revisada del trabajo presentado en la Reunión Anual del AGMIP, Guatemala, agosto, 1987. Publicación MIPH-EAP No.149.

\*\*Jefe, Dpto. de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana, Apartado 93, Tegucigalpa, Honduras y Profesor Asociado, Dpto. de Entomología y Nematología, Universidad de Florida, Gainesville, FL 32611, U.S.A.

MIP, yo creo que la salud, presente y futura, de nuestra disciplina depende de la fertilización cruzada entre escuelas diferentes y aún competitivas. Cada punto de vista y cada práctica añade algo al todo, lo cual incluye variedad y perspectiva. Es más, distintas situaciones socioeconómicas requieren diferentes estilos de trabajo del MIP.

En segundo lugar, estos comentarios pueden ser de utilidad en dos sentidos. Por un lado, que ayuden a quienes siguen las escuelas menos reconocidas y apreciadas, a percatarse de la unicidad de su perspectiva y de la magnitud de sus contribuciones potenciales. Por el otro lado, contribuir a que los practicantes de las escuelas dominantes reflexionen sobre las limitaciones implícitas en sus metodologías.

Para madurar, el MIP no puede darse el lujo de ser ciencia de una sola escuela. Los fitoproteccionistas que trabajan en Latinoamérica jugarían un papel muy valioso si involucraran a sus colegas de países más avanzados en un debate constructivo con respecto a la naturaleza y práctica de esta ciencia ya que estos colegas no tienen ningún monopolio en la definición de estrategias, especialmente aquellas vinculadas con los agricultores tradicionales que son clientes principales de la Región. Aquí en Centroamérica se ha demostrado un liderazgo en el desarrollo de alternativas y modelos de desarrollo agrícola, por lo cual es tiempo oportuno para que, quienes trabajamos en las áreas de la fitoprotección, aprendamos de estas experiencias y las pongamos en práctica.

En este trabajo se proponen dos arreglos "taxonómicos" de las corrientes o escuelas competidoras del MIP, con el fin de que cada arreglo nos permita enfocar diferentes parámetros. Es de notar que estas taxonomías están relacionadas entre sí, y que ambas evidencian algún paralelismo.

**SISTEMA DE CLASIFICACION 1.** Según la importancia relativa otorgada a la investigación e implementación.

Existe una dicotomía fundamental, que se ilustra bien cuando se clasifican los fitoproteccionistas de acuerdo con sus respuestas a estas preguntas:

- ¿Es el MIP principalmente una filosofía o una práctica?
- ¿Es el MIP principalmente una disciplina académica o una tecnología de producción?
- ¿Qué es lo que impulsa el desarrollo del MIP: las innovaciones tecnológicas o las exigencias de su implementación?
- ¿Quiénes hacen el MIP; los investigadores o los productores?
- ¿Puede un programa ser MIP si no es ni puede ser implementado?
- Alternativamente, ¿puede existir un programa de MIP con origen endógeno, es decir, desarrollado completamente por agricultores sin la asistencia científica?

Las respuestas a estas preguntas sobre el MIP, siempre ubican a las personas en una de las escuelas o modelos que se describen a continuación:

- Es una teoría que se convierte en práctica a través de la investigación. Esta posición, la cual satura la literatura sobre MIP, argumenta que la filosofía debe orientar a la investigación, la cual genera las innovaciones que se incorporan a los sistemas de producción. Según esta escuela "la palabra se vuelve carne". Es una visión platónica y supone sistemas de producción más o menos estáticos en ausencia de innovaciones desde afuera. Entonces, el MIP es definido principalmente en términos de objetivos y actividades de investigación y los problemas asociados con la implementación se dejan para consideración posterior. Es fácil entender que esta escuela domina entre los investigadores cuyo bienestar profesional y satisfacción personal están basados en los descubrimientos que hacen y en la originalidad de las innovaciones sugeridas por ellos.

- Es una actividad de la producción que depende parcialmente de la investigación para las innovaciones. Relativamente pocos ideólogos del MIP insisten en que la teoría y las prioridades de

investigación fitosanitaria deben ser derivadas de las exigencias de las prácticas actuales. Altieri (1984a,b) presentó literalmente decenas de ejemplos de tecnologías autóctonas que deben servir como bases para sistemas de una agricultura sostenible y rentable en el Tercer Mundo. El propuso una serie de pasos concretos similares a los usados en programas de sistemas de producción para entender, evaluar y mejorar los sistemas indígenas.

Goodell (1984) preguntó retóricamente cómo es que los entomólogos pueden hablar seriamente acerca de implementar el MIP en el Tercer Mundo cuando ellos mismos, sistemática y conscientemente, ignoran los abundantes factores psicológicos, políticos, socio-económicos y agronómicos que determinan el éxito de la implementación de cualquier tecnología. Estos autores argumentan fuertemente que las prioridades para la investigación deben ser definidas en la finca y que la experimentación debe apoyar a los productores solamente cuando estos últimos quieran cambiar sus tecnologías. La identificación de las necesidades, limitaciones y oportunidades para cambiar, y no la novedad tecnológica, debe dirigir las actividades de los científicos. Una definición y una teoría existencial del MIP se basa en su implementación exitosa; dicha definición enfocará sobre lo que es posible y no sobre un mundo fantasma.

Aplicación apropiada de los dos modelos. Hay un riesgo asociado con el uso indebido de cualquiera de estos dos modelos. El empleo excesivo del primero, resulta en una plétora de palabrerías y dogmas académicos inefectivos, disfrazados de MIP mientras que la agricultura languidece. Por otra parte, la adherencia no crítica al segundo modelo, puede convertirse en una actitud complaciente y poco perspicaz, en una falta de entendimiento de los efectos a largo plazo de los programas existentes y en una subutilización de la capacidad de la ciencia para innovar.

**SISTEMA DE CLASIFICACION 2.** Según el flujo de iniciativa y de responsabilidad.

Alguien tiene que tomar responsabilidad para determinar las prioridades, dirigir los esfuerzos de los especialistas agrícolas y aún juzgar su productividad. A continuación se presentan dos modelos explicar mostrar los extremos de la gran variedad de prácticas existentes. Estos modelos se diferencian en términos del flujo de iniciativa y responsabilidad, considerando que existen también muchos modelos intermedios.

- Modelo vertical. De acuerdo con este esquema (Fig. 1a) los científicos básicos trabajan simplemente para que el conocimiento científico avance. No se dirigen hacia la solución de los problemas cotidianos. Sus contribuciones son reconocidas eventualmente por científicos aplicados quienes utilizan la nueva perspectiva, ley o descubrimiento, para generar tecnologías orientadas a resolver algunos problemas específicos. (Aquí cabe hacer notar que puede ser difícil de determinar la distinción entre los trabajos básicos y los trabajos aplicados iniciales y que varios niveles de científicos aplicados pueden estar involucrados en la conceptualización y validación de la nueva tecnología). Posteriormente se les da a conocer a los extensionistas la tecnología, entrenándolos en su uso. Ellos tienen la responsabilidad de diseminarla y así se espera que el agricultor la implemente.

Algunas de las actividades de la empresa privada representan una ligera modificación del modelo vertical (Fig. 1b); aquí, los descubrimientos de las ciencias básicas (tales como nuevos compuestos químicos, técnicas de bio-ingeniería, nuevas metodologías taxonómicas, etc.) pueden estimular o permitir a los científicos aplicados diseñar nuevas tecnologías. Después de estar suficientemente desarrolladas, éstas se introducen como insumo al mercado. Los extensionistas del Sector Público pueden o no estar involucrados en el mercadeo. Como complemento al desarrollo de los agroquímicos, este modelo se aproxima a la secuencia de eventos que introducen al mercado los híbridos resistentes, las razas mejoradas de insectos benéficos y las feromonas.



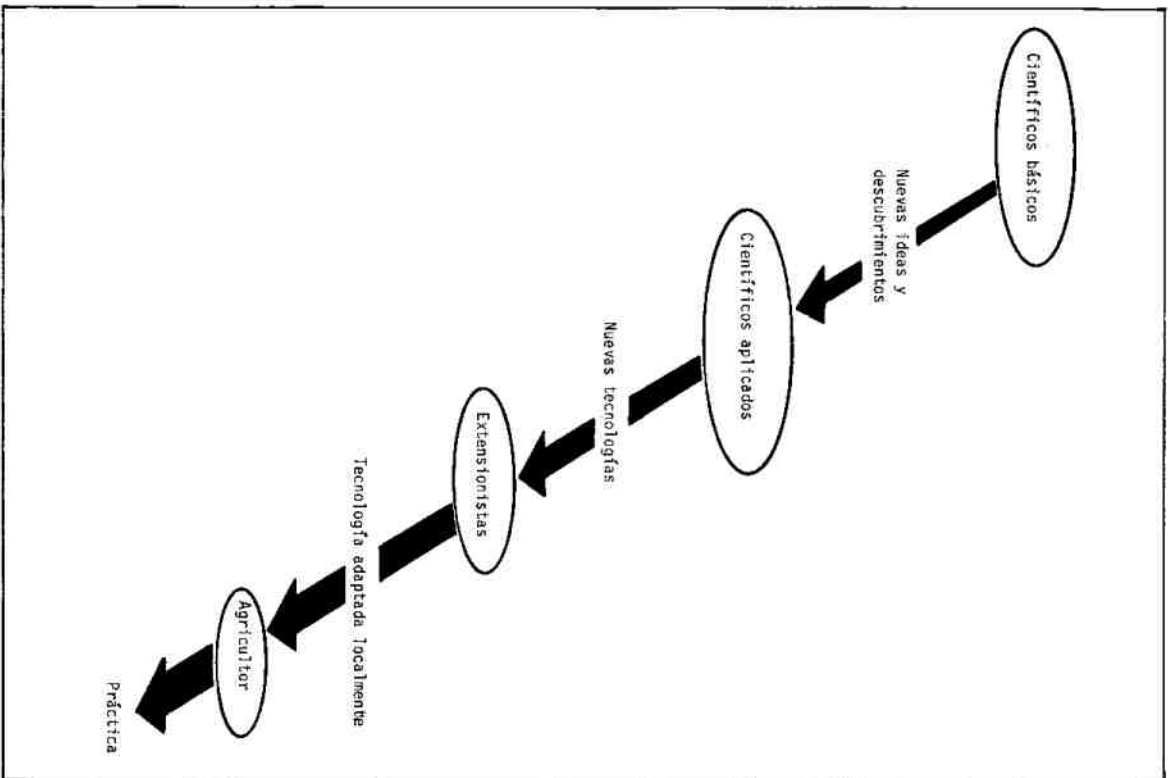


Figura 1a. El modelo vertical. El flujo de iniciativa e ideas viene desde los investigadores y el agricultor se toma como relativamente pasivo.

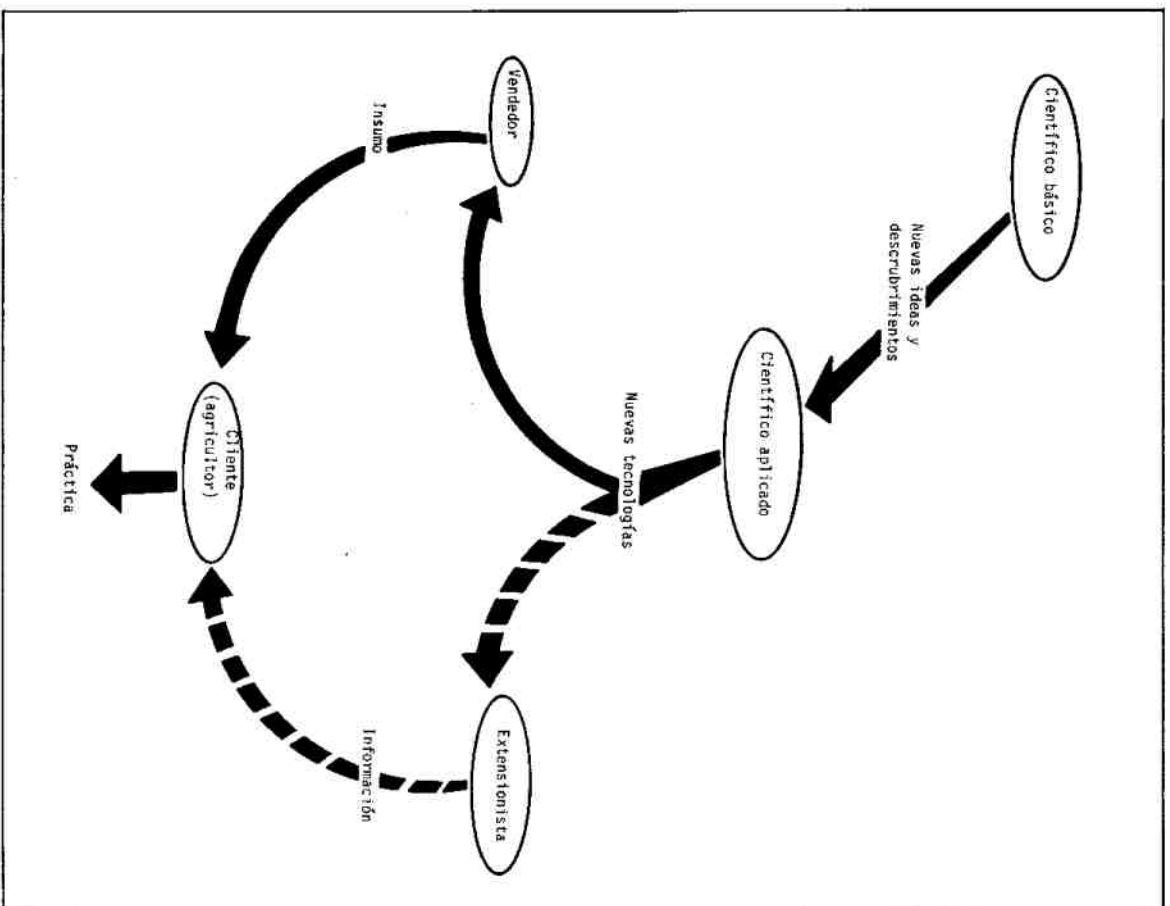


Figura 1b. El modelo vertical involucrando el sector privado. El insumo ofrecido puede ser un agroquímico, enemigo natural, variedad resistente o feromona.

El desarrollo de programas complicados de monitoreo y evaluación de datos por computadora puede también ilustrar este modelo. Especialistas en computación, ecólogos cuantitativos, fisiólogos vegetales y otros participan en el desarrollo de la nueva tecnología y luego la implementan los consultores privados "plagueros" que cuentan con estudios avanzados. El "insumo" que los consultores venden es su habilidad para usar en forma efectiva la nueva y compleja tecnología que el productor aún no entiende.

Sin importar el insumo, en este modelo el productor se considera como un cliente relativamente pasivo, quien toma o deja las sugerencias producidas por la cadena de especialistas. En el mejor de los casos, el productor puede escoger entre los insumos ofrecidos por los especialistas competidores (insecticida "a" vrs insecticida "b" vrs variedad "z" vrs enemigo natural "q"). El hecho de que la empresa privada utilice extensivamente la investigación de mercados e intente desarrollar productos apropiados para mercados potencialmente lucrativos, no cambia el grado en que el proceso de la innovación de tecnología se mueva de arriba hacia abajo. La creciente industrialización de la agricultura fomenta este modelo. Los técnicos hacen la innovación y los agricultores, al margen del proceso de innovación, escogen si implementan o no. De hecho, aprenden a depender cada vez más de los esfuerzos de los especialistas.

- Modelo Horizontal. Este esquema (Fig. 2a) comienza con un equipo que incluye productores, extensionistas y fitoproteccionistas generalistas. Ellos conjuntamente conducen ensayos de investigación en fincas para determinar las pérdidas ocasionadas por las plagas e identificar los elementos, tanto deseables como los deficientes, en el sistema de producción existente. Posteriormente colaborarán en la definición de las prioridades de investigación aplicada. Luego, orientan las actividades de científicos especialistas hacia el desarrollo de tecnologías implementables, en áreas tales como biocontrol, control químico, taxonomía, ecología, estadística y fitomejoramiento (Fig. 2b).

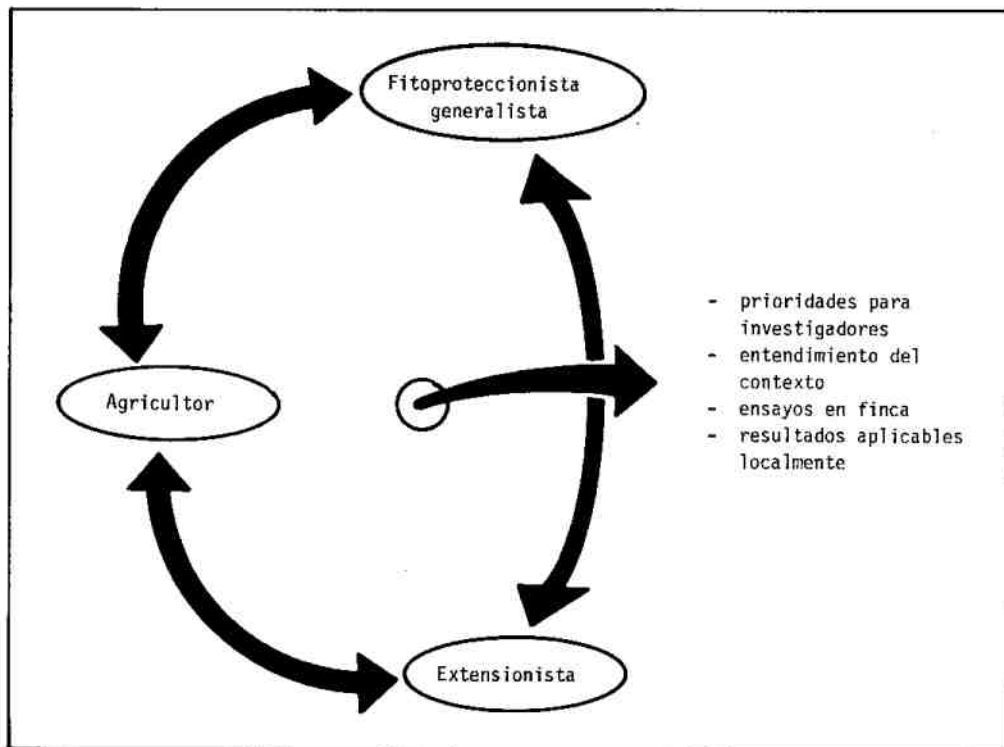


Figura 2a. El primer paso del modelo (b) horizontal. La investigación en finca exige la participación e iniciativa del productor y extensionista.

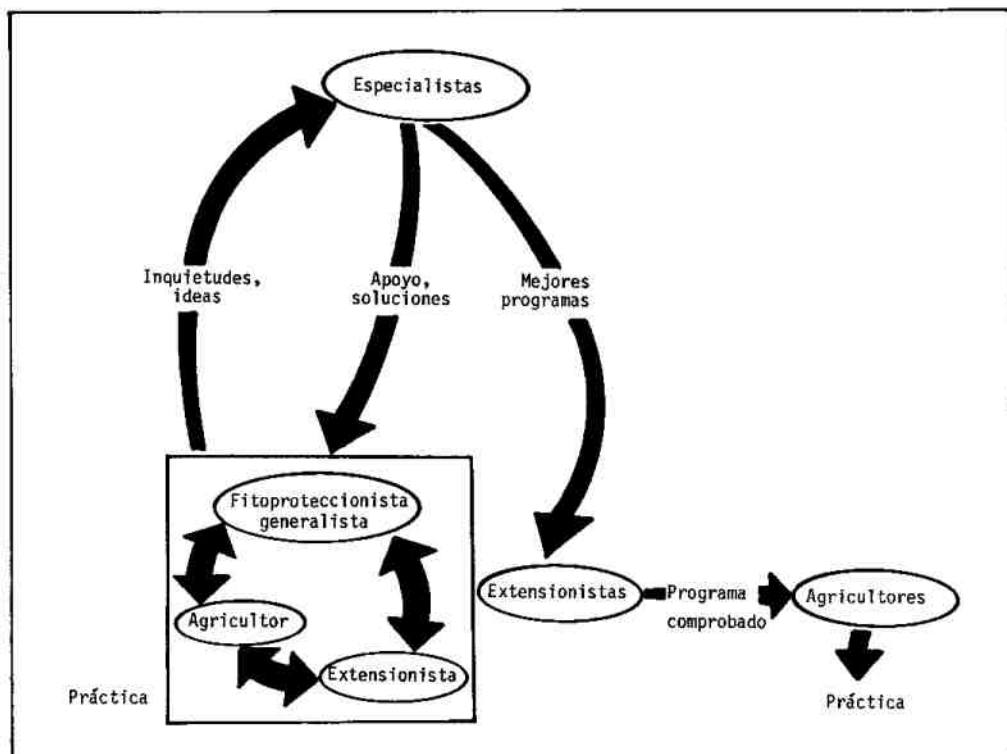


Figura 2b. Los pasos subsiguientes del modelo (b) crean nexos horizontales y verticales al equipo que trabaja en finca.

Los científicos sociales, especialmente antropólogos, pueden ayudar a los agricultores y extensionistas a interactuar, con confianza y al mismo nivel, con los investigadores. Los científicos especialistas aplicados desarrollan innovaciones tecnológicas para resolver los problemas identificados por los investigadores en la finca. Los científicos aplicados tienen que rendir cuentas directamente a los clientes por las tecnologías desarrolladas. Después de confirmar la utilidad de los avances, se establece un programa de extensión. En cierto modo, este modelo se puede denominar de "productor primero y último" o "agricultor a agricultor" ya que el flujo de iniciativa e ideas va desde los agricultores participantes en el equipo de investigación en finca hasta otros agricultores; los técnicos son esenciales, pero no autónomos.

En este modelo está explícita la asignación de una alta prioridad al desarrollo de recursos humanos; tanto los agricultores como el personal orientado a extensión son favorecidos con una amplia oportunidad- y aún forzados- a desarrollar su sentido de auto-responsabilidad e importancia. Las tecnologías que pueden ser implementadas (dando credibilidad a los extensionistas) serán preferidas sobre las innovaciones que resultan solamente en publicaciones (que a corto plazo benefician únicamente a los investigadores). Las innovaciones desarrolladas a través de la iniciativa directa o indirecta del productor serán asimiladas e integradas con mayor rapidez y efectividad en los sistemas de producción, que aquellas que perciben los productores como tecnologías no solicitadas ni esperadas.

**Suposiciones y características de los modelos.** Las suposiciones y características de los dos modelos se contrastan en el Cuadro 1 para ilustrar en más detalle las diferencias entre ellos.

En el modelo vertical, está meramente implícito que las actividades de los científicos se orientan a las necesidades de los clientes, mientras que en el modelo horizontal, el agricultor participa en forma bastante directa en la definición de las prioridades de investigación (por ejemplo, a través de los comités de

**CUADRO 1.** Características de los dos modelos usados para definir el MIP según el sistema de clasificación 2.

Modelo (a) Vertical	Modelo (b) Horizontal
Científico a técnico a agricultor	Agricultor a agricultor apoyado por técnicos
Científico define prioridades	Agricultor y extensionista participan en definición de prioridades
Búsqueda de soluciones técnicas	Consideración de soluciones técnicas y no técnicas
Técnicas derivadas de la ciencia	Técnicas derivadas de la ciencia y endógenas
Investigación y extensión vistas como actividades independientes	Investigación y extensión son elementos inseparables; extensión puede recibir énfasis inicial
Parámetros socioeconómicos considerados al final	Parámetros socioeconómicos son centrales desde el inicio
Asume maleabilidad del sistema de producción y del productor	Supone maleabilidad de la tecnología
Enfatiza la innovación científica	Enfatiza la simplicidad y aplicabilidad de la tecnología
Cree en la posibilidad de cambios bruscos y saltos tecnológicos	Supone que el progreso es la suma de pequeños cambios
Supone que al agricultor necesita tecnologías	Asume que el agricultor necesita colaboración y apoyo en buscar y probar alternativas
Refuerza autoridad de especialistas, instituciones	Refuerza habilidad del productor
Evaluación por colegas	Evaluación por los clientes

productores que controlan los fondos de investigación). Los científicos que trabajan en el modelo vertical sienten que su mandato es el desarrollo de soluciones técnicas innovativas, mientras que los científicos del modelo horizontal se inclinan a evaluar tecnologías derivadas tanto de la ciencia como tecnologías endógenas, originadas por el agricultor, y además pueden considerar las soluciones no tecnológicas, es decir, socioeconómicas y organizacionales.

Una diferencia importante se manifiesta en la actitud hacia la interacción de investigación-extensión. En el modelo vertical la investigación es vista conscientemente como precursora de los esfuerzos de extensión. Además se considera más importante y más demandante en el nivel intelectual, por lo menos de parte de los investigadores y aún de los administradores. En el modelo horizontal, la extensión no se aprecia como una actividad secundaria ni competidora por los recursos, sino como un complemento esencial de la investigación. Las instituciones y el personal de extensión deben ser suficientemente fuertes, confiadas y bien financiadas para que puedan ser socios efectivos de los investigadores. Para lograr ésto, los extensionistas deben recibir mayor apoyo, más responsabilidades y oportunidades para desempeñar papeles claves en el proceso de innovación. Deben ser capaces de interactuar efectivamente con sus contrapartes, los científicos aplicados, e imponerles la responsabilidad que les corresponde.

En el modelo vertical los factores socioeconómicos pueden ser considerados muy tarde en el proceso del desarrollo y, en el peor de los casos, los investigadores podrían tener en cuenta las limitaciones del mundo real como algo que no merece su atención. Podrían racionalizar que si la alta tecnología generada por ellos no encaja con la realidad del agricultor, entonces es la realidad la que tiene que cambiar en función de la tecnología y no a la inversa. En el modelo horizontal, se estudian y consideran los parámetros socioeconómicos desde el inicio. Durante el proceso de desarrollo se juzgan y modifican las tecnologías propuestas para que sean apropiadas e implementables. Sin importar su novedad

tecnológica o su elegancia científica, si las tecnologías no encajan, son consideradas deficientes.

En el primer modelo está implícita la creencia de que los cambios tecnológicos son en gran parte el resultado de innovaciones bruscas y saltos conceptuales, mientras los proponentes del segundo modelo sostienen que el progreso es el resultado de una serie de pequeñas innovaciones.

Los usuarios del modelo vertical asumen que los agricultores esperan respuestas en forma de nuevas tecnologías. El científico trabaja para proveerles estas innovaciones. El modelo alternativo sostiene que los agricultores buscan involucrarse y tomar responsabilidad. El personal técnico provee mejores ideas y trabaja como un colaborador. A través de la comunicación mutua, el agricultor aprende a resolver sus propios problemas, evaluar tecnologías en forma efectiva e interactuar en forma segura con los científicos.

Una vez que se ha establecido una interacción suficientemente fuerte en forma horizontal, entre agricultores, extensionistas y científicos aplicados, se mantiene una comunicación beneficiosa en ambas direcciones. Los productores estarán más confiados y conscientes, por lo cual tenderán a fomentar una mayor responsabilidad científica.

Aplicación apropiada de los dos modelos. Vale la pena considerar brevemente el potencial y las desventajas de cada corriente o escuela, así como el contexto en el cual cada enfoque es más productivo.

El **modelo vertical** se aplica mejor cuando se cumple un número mayor de las siguientes condiciones:

- Los recursos científicos, tanto humanos como de infraestructura, de que se dispone, son abundantes.
- Los productores son capacitados y ya trabajan con tecnología moderna.

- Las plagas con las cuales se trabaja son nuevas (de introducción reciente o inducidas por cambios tecnológicos), los agricultores no están en capacidad para enfrentarlas efectivamente y los productores están altamente motivados para adoptar tecnologías que ayuden a resolver el problema.
- Los sistemas de educación e implementación (ej. servicios de extensión del Sector Público y los representantes del Sector Privado) están desarrollados, y los agricultores cuentan con el apoyo del poder político y económico.
- Los científicos en verdad entienden las necesidades y posibilidades de sus clientes y reciben beneficio personal y profesional por ayudar al cliente.
- El Gobierno tiene gran capacidad para influir directamente en las prácticas de los productores por medio de programas de crédito y asistencia técnica y reforzar la legislación que requiere la utilización de las tecnologías nuevas.

El **modelo horizontal** es más efectivo cuando:

- Se refiere a un sistema de cultivo tradicional y puede presumirse que: a) existen técnicas endógenas de manejo de plagas efectivas no identificadas, b) los sistemas son tan complejos que son imposibles de predecir las consecuencias de perturbaciones tecnológicas.
- Las percepciones, prioridades, limitaciones y recursos de los clientes son pobremente entendidos por los investigadores.
- La sociedad se beneficiará de la vigorización de las entidades de extensión y de una mayor responsabilidad e iniciativa de parte del agricultor.
- Los recursos científicos que pueden ser utilizados para encarar los problemas, son limitados.

El uso efectivo del modelo vertical, en teoría, da mayor lugar a innovaciones decisivas. Las inversiones continuas en ciencias básicas y aplicadas garantizan el crecimiento de las capacidades científicas nacionales, lo cual es un prerequisite necesario para el desarrollo nacional sostenido. Más aún, asegura un crecimiento



agrícola a largo plazo, especialmente en el área de los cultivos tecnificados.

Por otra parte, el modelo horizontal puede dar muchos beneficios económicos inmediatos en un período relativamente corto, conduce a sistemas mejorados de producción y estimula las capacidades endógenas. Es relativamente menos caro, garantiza que las nuevas tecnologías se integren en forma efectiva dentro de los sistemas de producción y es indispensable cuando se trabaja con agricultores tradicionales, cuyo contexto agronómico, socioeconómico y cognoscitivo no está bien definido. Se utilizan mejor los recursos científicos, ya que existe un mecanismo de rápida retroalimentación.

Aplicado en forma inapropiada, el modelo vertical es una manera costosa de producir tecnologías irrelevantes y complejas las cuales no pueden ser efectivamente usadas por los extensionistas y agricultores. Los científicos se comunican principalmente entre ellos y generan resultados para la evaluación colegiada y no necesariamente para el bienestar del cliente. En el mejor de los casos, el sistema estimula soluciones de carácter elitista y paternalista al mismo tiempo que desalienta las innovaciones endógenas.

Una dependencia exclusiva en el modelo horizontal puede resultar en actividades científicas rutinarias y menos creativas, lo que hace poco probable que ocurran grandes descubrimientos y que la ciencia pueda llegar a estancarse.

**CONCLUSIONES: Qué estilo de MIP se debe usar con agricultores no tecnificados?**

Las dos taxonomías anteriores presentan los modelos en una forma muy simple, casi esquemática y caricaturesca. Sin embargo, las caricaturas talvez sean una forma apropiada para descubrir y presentar las diferencias y esencias claves de los diferentes estilos de MIP que existen.

Debemos dar crédito a los programas de MIP, pasados y presentes, debido a que han inducido cambios en las prácticas de los agricultores tecnificados, tanto en los países de mayor avance tecnológico como en los de menor relativo desarrollo. Al mismo tiempo, es necesario juzgar la eficacia potencial de las escuelas competidoras con respecto a aquellos agricultores de escasos recursos que no se han beneficiado de los descubrimientos del MIP.

Para poder impactar sobre la forma de vida de la vasta mayoría de los agricultores en el mundo, se debe prestar atención a cada uno de los pasos en el proceso de desarrollo e implementación de programas mejorados de manejo de plagas. Actualmente, el modus operandi más común no es global en el sentido operacional; sino que se enfoca a una táctica o disciplina, coloca las metas de investigación sobre las necesidades de extensión y utiliza métodos verticales no participativos. En el mejor de los casos la responsabilidad sentida por el científico es indirecta. Este método no ha sido eficaz para desarrollar e implementar programas de MIP entre los agricultores de escasos recursos.

Más aún, las nuevas técnicas científicas, especialmente en la biotecnología y la manipulación genética, resultarán en muchos descubrimientos importantes dentro de un futuro cercano, los cuales transformarán radicalmente nuestras capacidades tecnológicas y presentarán nuevas oportunidades para solucionar los problemas generados por las plagas. Sin embargo, pocas de las nuevas tecnologías serán de escala neutral y probablemente ninguna favorece al minifundista.

Las innovaciones inminentes ciertamente estimularán la tecnificación adicional en forma vertical, tanto del proceso de desarrollo como el de la producción agrícola. Es una situación peligrosa. Desafortunadamente, nuestra disciplina parece estar satisfecha con dedicar sus mejores ideas y recursos a lograr innovaciones tecnológicas que hagan incomprensible e irrelevante la fitoprotección para los millones de agricultores tradicionales, quienes

más necesitan y merecen beneficiarse de los nuevos procedimientos y productos.

Se debe recordar que son los agricultores los que manejan aquellos sistemas de producción en donde es más probable que se puedan descubrir nuevas perspectivas y paradigmas. Nuestro nexo con el mundo de la tecnología endógena está en peligro; la pérdida de conocimientos agronómicos y ecológicos autóctonos, no es menos importante que la pérdida del germoplasma escaso.

La ciencia desarrollada para reforzar la autoridad de agencias del gobierno o lograr el bienestar de los científicos y tecnólogos no es una situación saludable ni fructífera. Tiene poco sentido enfocarse en refinar las ya complicadas tecnologías cuya implementación en los sistemas de producción actuales es dudosa. Por otra parte, si se aplica este enfoque, se distrae la atención lejos de nuestra obligación de enfrentar aquellos factores que realmente limitan la implementación del MIP.

Las barreras principales para la implementación del MIP no son ni la falta de información ecológica detallada y cuantitativa, ni tampoco el limitado acceso a las altas tecnologías. Radica, más bien, en la ausencia de un entendimiento adecuado de las necesidades, las percepciones y el contexto de los beneficiarios. Su analfabetismo, su capacidad cuantitativa, sus metas económicas y su organización social deben ser los puntos de partida de quienes trabajamos en las áreas del MIP. Los caminos intransitables y los sistemas de comunicación y mercadeo débiles invalidan cualquier tecnología desarrollada ingenuamente sin tomar todos estos factores en consideración. Presupuestos inadecuados para programas de extensión y falta de prestigio e influencia del personal de extensión podrían ser, al final, los factores que hacen que muchos años de esfuerzo no signifiquen nada. Para los ideólogos y practicantes del MIP, desconocer o negar estas limitantes del mundo real constituye una deshonestidad intelectual.

El MIP es sin duda la más compleja y más contraintuitiva de todas las tecnologías agrícolas y por ende, es la que requiere más recursos humanos capacitados con mayor confianza en sí mismos. Sin embargo, nuestro modus operandi ha sido el de desarrollar tecnologías complejas sin la participación del usuario. No se ha utilizado un enfoque de sistemas de producción e investigación en finca, sino que se ha enfocado hacia la tecnología en sí, y se ha ignorado la necesidad de desarrollar los recursos humanos necesarios para utilizar dichas tecnologías. Una evaluación honesta de las necesidades de nuestra disciplina indica que se debe empezar por preparar al agricultor y al extensionista, en forma psicológica y técnica para que puedan proponer, entender, comprobar, implementar, y diseminar las tecnologías. Si se sigue haciendo énfasis en la parte técnica y evitando el factor humana de nuestro mandato, el MIP va a seguir siendo una promesa vacía e irrelevante.

Si esperamos implementar el MIP entre los agricultores tradicionales, debemos dejar de culpar a los "inescrupulosos" vendedores de pesticidas, a la falta de tecnología o a la insuficiente infraestructura y apoyo para realizar la investigación. Debemos dirigir nuestra atención a los problemas, tales como nuestra propia orientación profesional, los requerimientos y ritos de una ciencia moderna (que a veces parece haber perdido contacto con la realidad), las presiones políticas en nuestras propias instituciones y los criterios usados por los administradores para evaluar y premiar nuestro trabajo. El MIP debe ser visto como un proceso que crece hacia arriba y regresa, es decir, como una práctica de producción. La investigación debe ser vista como un apoyo al cambio endógeno además de una herramienta para inducir el cambio desde afuera. La filosofía del MIP debe ser existencial, concreta y práctica. Así seremos capaces de proveer los beneficios del MIP a la mayoría de productores en América Latina, al resto de países con problemas similares y talvez a aquellos pocos agricultores pequeños y medianos que aún sobreviven en el mundo industrializado.

## AGRADECIMIENTOS

Se hace constar un especial reconocimiento a los Drs. Ana M. Andrews, Grace Goodell, Carl Barfield, Carlos Rivas y el Lic. Héctor Barletta, por sus valiosas sugerencias.

## LITERATURA CITADA

ALTIERI, MIGUEL A. 1984a. Pest management technologies for peasants: a farming systems approach. *Crop Protection* 3:87-94.

\_\_\_\_\_. 1984b. Desarrollo de estrategias para el manejo de plagas para campesinos, basándose en el conocimiento tradicional. CIRPON; *Revista de Investigación (Argentina)* 2:151-165.

GOODELL, GRACE. 1984. Challenges to international pest management research and extension in the Third World: do we really want IPM to work? *Bulletin of the Entomological Society of America* 30:18-26.

**LA ANTRACNOSIS DEL FRIJOL (Phaseolus vulgaris L.) EN COSTA RICA**

Carlos Manuel Araya\*

**INTRODUCCION**

La antracnosis del frijol, causada por el hongo Colletotrichum lindemuthianum, se ha convertido en los últimos años en un importante problema en Costa Rica como consecuencia de los siguientes factores: la incorporación de nuevas áreas de cultivo, el uso de cultivares mejorados susceptibles a esta enfermedad, la poca sanidad de la semilla utilizada por el agricultor, y en algunas ocasiones, por el ataque del hongo en el follaje el cual pasa desapercibido y sus síntomas sólo se observan cuando las vainas están afectadas (Araya, 1988). El impacto socioeconómico es considerable porque el frijol común es una de las leguminosas de grano de mayor consumo en el país, y porque esta enfermedad, bajo condiciones favorables, puede causar pérdidas de hasta 90% en la producción del cultivo.

Históricamente, la producción de frijol fue deficitaria y ha estado en manos de pequeños agricultores de escasos recursos económicos y técnicos, lo cual ha obligado al gobierno a fomentar el cultivo, a expandir y habilitar nuevas zonas para la siembra. El aumento en producción logrado a partir de 1984 (Cuadro 1) no ha sido proporcional a un incremento en el rendimiento, el cual se mantiene alrededor de 580 kg/ha. Es posible que este bajo rendimiento obedezca, en parte, al uso generalizado del sistema tradicional de siembra conocido como "tapado" (Monge, et al, 1987), así como también a la alta incidencia de enfermedades del follaje y de pudriciones radicales (Echandi, 1966).

\*Fitopatólogo. Escuela de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional. Apartado 86-3000. Heredia, Costa Rica.

**CUADRO 1.** Area sembrada, rendimiento promedio y producción de frijol común en Costa Rica de 1980 a 1988.

PERIODO	AREA (ha)	RENDIMIENTO (kg/ha)	PRODUCCION (t)
80-81	23.681	519	12.289
81-82	35.507	459	16.312
82-83	39.120	367	14.863
83-84	41.631	499	20.180
84-85	43.279	529	22.893
85-86	43.652	588	25.670
86-87	56.989	590	33.469
87-88	48.478	474	22.951

Fuente: Morales, A.; Araya, R. y Mora, B. (1987).

El presente trabajo sintetiza la experiencia acumulada en Costa Rica sobre el comportamiento de la enfermedad y señala las posibles causas involucradas en su diseminación. El propósito de difundir estas consideraciones y experiencias es el de alertar a los investigadores, técnicos y productores sobre las implicaciones de un manejo descuidado del patógeno, y señalar los factores básicos que se deben considerar en el establecimiento de un programa de combate integrado de la enfermedad.

### **EL PROBLEMA DE LA ANTRACNOSIS**

La antracnosis es una enfermedad que se encuentra distribuída en casi todos los países productores de frijol, y en algunas regiones representa el problema más importante en la producción del cultivo. Es epidémica en zonas de alta humedad relativa (mayor de 90%) y temperatura fresca (15 a 22°C), con lluvias frecuentes acompañadas de vientos moderados a fuertes que diseminan el patógeno hasta a 4.6 m de longitud a partir de los focos de inóculo (Chaves, 1980; Tu, 1981).

En Costa Rica, la antracnosis ha estado presente durante muchos años en varias zonas productoras de frijol, tales como en las localidades de: la Meseta Central, Puriscal, Nicoya, Upala, Pérez

Zeledón y Buenos Aires, en donde la precipitación promedio anual varía entre 1000 y 4000 mm y una altitud de 600 a 1500 m, condiciones que favorecen el desarrollo de la enfermedad. El patógeno, aunque siempre estuvo presente, su severidad se mantuvo a niveles relativamente bajos y con una distribución restringida a los lugares antes mencionados, con excepción de Pérez Zeledón y Puriscal, donde se presentaban los mayores ataques. En términos generales, se podría afirmar que en el país, la antracnosis ocupa un tercero o cuarto lugar en importancia, antecedida por la roya (Uromyces appendiculatus) y la mancha angular (Isariopsis griseola).

Echandi (1966) corroboró la limitada diseminación del patógeno, al afirmar que C. lindemuthianum no se presentaba en zonas bajas como Guanacaste y otros sitios ubicados a una altitud inferior a los 500 m., debido posiblemente, a la alta temperatura predominante; lo cual confirmaba lo señalado en la literatura de que la enfermedad se detiene a temperaturas mayores de 30°C, al inhibirse la producción de esporas (Chavez, 1980). Es evidente que el patógeno se ubicaba perfectamente dentro del ámbito preestablecido.

En los últimos años la situación ha cambiado radicalmente, hoy la enfermedad se encuentra también en zonas en las cuales no era de esperar su presencia, convirtiéndose así, en una de las principales enfermedades que afectan el cultivo del frijol.

Durante mucho tiempo la antracnosis no se consideró como una enfermedad de relevancia, debido a esta circunstancia los extensionistas en frijol no disponen de suficiente información sobre el combate o manejo de la antracnosis. Sin embargo, resultados de investigaciones realizadas en otros países bajo sistemas de producción tecnificados, recomiendan el uso de fungicidas y prácticas agronómicas para combatir este patógeno (Alzate y Serrano, 1977; Guzmán y Donado, 1975; Rolim et al, 1981; Tu, 1988), pero esta estrategia no es aplicable en Costa Rica debido a la baja productividad del cultivo del frijol y porque los sistemas de cultivo que



emplean los pequeños productores en Costa Rica, no se ajustan a esas tecnologías y prácticas.

La antracnosis también ha causado grandes pérdidas en la producción de semilla certificada. La Oficina Nacional de Semillas (Costa Rica, 1984; 1985; 1986) estima que en los últimos años fue la principal causa de rechazo de lotes de semilla registrada y certificada, como se observa en el Cuadro 2. En la zona de Puriscal, en 1988, se rechazó el 100% de los lotes productores de semilla certificada debido al ataque del patógeno, lo cual refleja la importancia que ha cobrado *C. lindemuthianum* y lo que esta situación representa, en términos económicos, para el productor y para la planificación nacional de abastecimiento de semilla certificada.

**CUADRO 2.** Causas de rechazo de campos reproductores de semilla certificada de frijol en Costa Rica.

ANO	% AREA RECHAZADA	CAUSAS	%
1984	25.1	antracnosis	78.8
		mustia *	19.8
		bacteriosis **	0.2
		otros	6.2
1985	33.1	antracnosis	92.2
		mustia	1.4
		otros	6.4
1986	54.4	deterioro calidad	57.5
		antracnosis	28.8
		bacteriosis	5.3
		otros	8.4
1987	31.1	deterioro calidad	

\* *Thanatephorus cucumeris*

\*\* *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*

FUENTE: Costa Rica, Oficina Nacional de Semillas (1984-1986).

## FACTORES QUE FAVORECEN LA DISEMINACION DEL PATOGENO

Se pueden identificar cuatro factores medulares que han incidido en la rápida diseminación de la enfermedad, a saber: El agricultor hace uso reiterado de semilla infectada; los programas de mejoramiento puestos en marcha, los cuales no consideraron a la antracnosis como prioritaria; la política del gobierno de incorporar nuevas áreas al cultivo del frijol como respuesta a un mayor consumo nacional; y la variación patogénica del hongo.

Uso de semilla infectada. Por ser C. lindemuthianum un hongo que posee la capacidad de sobrevivir y ser transmitido por la semilla (Crispin, 1970; Kulshrestha et al, 1976), el control sanitario de la misma es de vital importancia porque representa un foco potencial de inóculo inicial. En Costa Rica, el pequeño productor tradicionalmente ha utilizado como semilla parte del grano comercial que cosechó en la siembra anterior, sin control de sanidad en el campo ni durante el almacenamiento. Esta práctica hace que año tras año se acumulen en su terreno niveles importantes de inóculo capaz de causar epifitias bajo condiciones ambientales favorables. Además, entre agricultores se acostumbra el intercambio o la compra-venta de semilla, por lo cual se incrementa significativamente la posibilidad de introducir el patógeno en las áreas libres de él.

Mejoramiento genético. Los fitomejoradores y sus instituciones realizaron esfuerzos durante la década de los 80, tendientes a liberar cultivares de frijol que, además de mostrar buena adaptación y rendimiento, mostraran resistencia a enfermedades. Esto ha dado como resultado que hoy el país cuente con variedades mejoradas ampliamente difundidas tales como: grano negro (Talamanca, Brunca, Huasteco) y grano rojo (Mex 80, Chorotega, Huetar). Sin embargo, por el énfasis dado al tratamiento de otras enfermedades que afectan el cultivo, estas variedades mejoradas han resultado susceptibles a la antracnosis, lo cual constituye un factor apropiado para diseminar el hongo y maximizar la importancia del control fitosanitario en el trasiego de la semilla.

Además, se estima que solo de 12 a 15% de los agricultores utilizan semilla mejorada certificada para sus siembras, lo cual significa que más del 85% siembran su propia semilla "seleccionada" de su cosecha anterior.

**Incorporación de nuevas áreas de cultivo.** Por constituir el frijol una de las principales fuentes de proteína en la dieta del costarricense, el gobierno estableció la política de aumentar el precio de sustentación del grano (Costa Rica, 1987), lo cual estimuló un incremento importante del área sembrada, pero manteniendo la práctica, aunque en menor proporción que en las áreas tradicionales, del empleo de semilla de baja sanidad y por consiguiente favoreciendo la introducción del patógeno. La principal zona habilitada fue la Región Huetar Norte.

**Variación patogénica del hongo.** La variación patogénica es un carácter que muestran algunos patógenos al atacar de una manera diferencial una población de hospederos; normalmente ésta se determina por la inoculación de cultivares diferenciales y la respuesta origina la identificación de razas del patógeno.

La existencia de razas en Colletotrichum lindemuthianum la observó por primera vez Barrus (1911), quien describió las razas Alfa y Beta. Posteriormente, investigadores de diversos países determinaron un número mayor de razas, las cuales se identificaron con las letras del alfabeto griego, con números, con siglas asociadas al país donde fue realizado el trabajo, o mediante una combinación de letras y números.

Villao (1966) realizó el primer trabajo de identificación de razas de C. lindemuthianum en Costa Rica, e identificó las razas Alfa y Beta. Posteriormente Araya y Pastor-Corrales (1988), identificaron las razas Alfa-Brasil, Brasileño I y Capa, de aislamientos provenientes de la región central y norte del país. Esta identificación evidenció que algunas líneas utilizadas como padres en programas de cruzamiento, por poseer resistencia a aislamientos provenientes principalmente de Brasil, Colombia y México, se

comportaron susceptibles cuando se inocularon con los aislamientos costarricenses. Esto sugiere que la variación genética del hongo en Costa Rica es mayor de lo que se supone. Cordero y Mora (1988), observaron un comportamiento semejante cuando inocularon varias líneas, cuyos datos se presentan en el Cuadro 3.

CUADRO 3. Respuesta de resistencia, tolerancia y susceptibilidad según fuentes de 152 materiales evaluados por su reacción a las razas alfa-Brazil y brasileiro-1 de la antracnosis del frijol<sup>†</sup>.

FUENTE	REACCION A LA ANTRACNOSIS						Σ S	TOTAL
	Σ R			Σ R.I				
	x-Brazil	Brasileiro-1	Ambas	x-Brazil	Brasileiro-1	Ambas		
PI-287262	1.3	2.7	5.3	6.7	4.0	2.0	12.0	34
Cornell 49-242	5.9	4.6	1.5	3.25	2.6	0.0	0.45	26
Ab-136	0.0	5.3	0.7	0.0	0.0	0.7	0.0	6.6
BAT-1489	0.0	0.0	0.0	1.3	2.6	1.3	1.3	6.6
Ecuador-299	0.66	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	3.31	5.3
RAB-40	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	1.3	2.0	4.6
DDR-125	0.7	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	2.0	4.0
Ecuador 299+								
PI-287262	0.0	0.0	0.7	1.32	0.0	0.0	1.32	3.3
Cornell 49-242 +								
PI-287262	0.0	0.0	0.7	1.32	0.0	0.0	1.32	3.3
BAT-1345	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.7	1.3
BAT-38	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3
BAT 1338	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.7	1.3
EMP-84	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	1.3
6-2618	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
BAT 1761	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
TOTAL	9.3	15.2	11.4	15.2	9.2	6.0	34.4	100

<sup>†</sup> Expresados en porcentajes de resistencia (ΣR), tolerancia (ΣR.I) y susceptibilidad (ΣS).

El conocer sólo parcialmente la variación patogénica del hongo puede traer graves consecuencias en la práctica de los programas de mejoramiento. Durante muchos años se confió plenamente en la resistencia vertical para combatir las razas de C. lindemuthianum, sin embargo, se encontró en más de una ocasión que, cultivares promisorios con reacción resistente o intermedia en una zona, re-

sultaron totalmente susceptibles cuando se evaluaron bajo otras condiciones, sin que se haya logrado hasta el momento establecer un grupo definido de líneas que, mostrando amplia resistencia, puedan ser incorporadas en las variedades comerciales de Costa Rica.

Por consiguiente, los fitopatólogos y fitomejoradores deben trabajar estrechamente en el desarrollo de fuentes de resistencia estables, que minimicen las pérdidas en el rendimiento producidas por la antracnosis. Es preciso, además, ahondar en estudios epidemiológicos de tal forma que la información obtenida se incorpore a prácticas culturales, y de esa manera manejar la enfermedad desde una perspectiva de combate integrado.

#### LITERATURA CITADA

- ALZATE, B. y SERRANO, J.E. 1977. Evaluación de pérdidas, control químico del complejo antracnosis (Colletotrichum lindemuthianum Sacc & Magn) Scrib - mancha angular (Isariopsis griseola Sacc) en habichuela (Phaseolus vulgaris L.) Tesis Ing. Agr. Palmira, Colombia, Universidad Nacional. 69 p.
- ARAYA, C.M. 1988. Situación de la producción de frijol en Costa Rica. In Taller sobre antracnosis del frijol común (Phaseolus vulgaris L.) en América Latina. Cali, Colombia. CIAT. 15 p.
- \_\_\_\_\_ ; PASTOR-CORRALES. Variación patogénica de aislamientos de Colletotrichum lindemuthianum procedentes de la zona Norte y Central de Costa Rica. Fitopatología Brasileira (en revisión).
- BARRUS, M.F. 1911. Variation of varieties of beans in their susceptibility to anthracnose. *Phytopathology* 1:190-195.
- CHAVES, G.M. 1980. Antracnosis. In Schwartz, H.F. y Galvez, G. (ed). Problemas de producción de frijol en enfermedades, insectos, limitaciones edáficas y climáticas de Phaseolus vulgaris. Cali, Colombia. CIAT. p. 37-53.
- CORDERO, C. y MORA, J. 1988. Fuentes de resistencia a dos razas de antracnosis (Colletotrichum lindemuthianum) aislados de siembras de frijol (Phaseolus vulgaris L.) de Puriscal y Alajuela, Costa Rica. In Resúmenes. Reunión PCCMCA. 34o, San José, Costa Rica. p. 66.

- COSTA RICA. DIRECCION DE PLANIFICACION SECTORIAL. 1987. Plan de ordenamiento de la actividad frijolera. San José, Consejo Nacional de Producción. 19 p.
- \_\_\_\_\_. Oficina Nacional de Semillas. 1984. Memoria anual. San José. 124 p.
- \_\_\_\_\_. Oficina Nacional de Semillas. 1985. Memoria anual. San José. 143 p.
- \_\_\_\_\_. Oficina Nacional de Semillas. 1986. Memoria anual. San José. 143 p.
- CRISPIN, A. 1970. Viabilidad de semillas y de un patógeno del frijol. Agricultura Técnica de México 3(1):3-6.
- ECHANDI, E. 1966. Principales enfermedades del frijol observadas en diferentes zonas ecológicas de Costa Rica. Turrialba 14(4):359-363.
- GUZMAN, P.; DONADO, M. 1975. Estudios sobre la antracnosis del frijol (Phaseolus vulgaris L.) causada por Colletotrichum lindemuthianum (Sacc & Magn Scrib, en la zona de Popayán. Tesis Ing. Agr. Palmira, Colombia, Universidad Nacional. 111 p.
- KULSHRESTHA, D.D.; MATHUR, S.B. y NEERGAARD, P. 1976. Identification of seed-borne species of Colletotrichum. FRIESIA 11(2):116-125.
- MONGE, J.M.; ARAYA, R. y GONZALEZ, W.R. 1987. Evaluación del frijol (Phaseolus vulgaris L.) bajo el sistema "tapado" en San José, Costa Rica. Estac. Exp. Fabio Baudrit Moreno. Boletín Técnico (Costa Rica) 20(3):1-11.
- MORALES, A.; ARAYA, R.; MORA, B. 1987. Desarrollo, evaluación y utilización de germoplasma de frijol común en Costa Rica. In Taller "Mejoradores de Frijol". Cali, Colombia. CIAT. 24-27 nov. 25 p.
- ROLIN, P.; NETO, F.; ROSTON, A.J.; OLIVEIRA, D.A. 1981. Controle químico das doenças de feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.). III Controle da antracnose em feijao das aguas. Biológico (Brasil) 47(9):245-248.
- TU, J.C. 1988. Control of bean anthracnose caused by the delta and lambda races of Colletotrichum lindemuthianum in Canada. Plant Disease 72(1):5-8.
- \_\_\_\_\_. 1981. Anthracnose (Colletotrichum lindemuthianum) on white bean (Phaseolus vulgaris L.) in Southern Ontario: spread of disease from an infection focus. Plant Disease 65(6):477-480.
- VILLAO, V.M. 1966. Evaluación de la resistencia a la antracnosis y determinación de algunas razas fisiológicas de Colletotrichum lindemuthianum presentes en ciertas zonas frijoleras de Costa Rica. Tesis M.Sc. Turrialba, Costa Rica. IICA. p.