

# MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

*Pis. C. 100*

JUNIO 1990

Nº. 16



Programa  
de  
Mejoramiento  
de Cultivos  
Tropicales



Centro  
Agronómico  
Tropical  
de Investigación  
y Enseñanza

CATIE - CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA  
Dr. Rodrigo Tarté, Director General

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

PROYECTO REGIONAL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS  
Dr. Joseph L. Saunders, Líder del Proyecto

---

Consultas relacionadas con el área de fitoprotección del CATIE, así como sus aportes, sugerencias y material a ser difundido a través de sus mecanismos de transferencia pueden hacerse llegar a las siguientes direcciones:

**MIP/CATIE**

7170 Turrialba, Costa Rica  
Teléfono: 56-16-32  
Telex: 8005 CATIE C.R.  
Fax: (506) 56-15-33

Dr. Elkin Bustamante  
Fitopatólogo

M.Sc. Edgar Alvarado, Coordinador Interino  
Proyecto MIP/CATIE  
Apartado 76-A  
Guatemala, Guatemala  
Teléfono: 34-77-90 ó 37-23-58  
Fax: 340511

Dr. Nahúm Marbán  
Nematólogo

Dr. Ramiro de la Cruz  
Especialista en Malezas

M.Sc. Philip Shannon  
Entomólogo

Dr. Keith L. Andrews, Líder  
Proyecto RENARM/Protección Vegetal  
Escuela Agrícola Panamericana  
Zamorano. Apartado Postal 93  
Tegucigalpa, Honduras  
Teléfono: 33-31-73 (Zamorano);  
32-43-17 (Tegucigalpa)  
Telex: 1567 RAP-ZAM MO.  
Fax: 504-328543

Dr. Mario Pareja  
Coordinador de  
Proyección Externa

Dr. Tomás Zoebisch  
Especialista en Entomología  
y Manejo Integrado de Plagas

Dr. Octavio Ramírez  
Economista

Dr. Peter Rosset, Coordinador  
Dr. David Monterroso, Fitopatólogo  
Dr. Charles Staver, Especialista en Malezas  
M.Sc. Jorge Siman, Economista Agrícola  
Proyecto CATIE/MIDINRA-MIP  
Managua, Nicaragua  
Teléfono: 51443 ó 51757

Procesamiento y Transferencia de Información

M.Sc. Orlando Arboleda  
Especialista en Información

Lic. Bibl. Laura Rodríguez  
Asistente de Documentación

Bach. Patricia Ramírez  
Especialista en Comunicación

# MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

E. Rojas

JUNIO 1990

Nº. 16

## CONTENIDO

|                                                                                                                                                                                                                                      | Pág.  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| INFORMES DE INVESTIGACION                                                                                                                                                                                                            |       |
| Combate biológico de <i>Liriomyza</i> sp. (Diptera: Agromyzidae) en cultivos hortícolas de Costa Rica . . . . .                                                                                                                      | 4-11  |
| Manuel Carballo, MIP/CATIE, Turrialba, Costa Rica<br>Ruth León G., MAG, San José, Costa Rica<br>Alexander Ramírez, MIP/CATIE, Turrialba, Costa Rica                                                                                  |       |
| Caracterización y patogenicidad de bacterias asociadas con el ataque de <i>Neosilba</i> sp. (Diptera: Lonchaeidae) en chile dulce. . . . .                                                                                           | 12-18 |
| José M. Jiménez, MIP/CATIE, Turrialba, Costa Rica<br>Susana Dimasí, San Salvador, El Salvador<br>Elkin Bustamante, MIP/CATIE, Turrialba, Costa Rica<br>Franklin Jiménez, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica             |       |
| Parasitismo de <i>Plutella xylostella</i> L. (Lepidoptera: plutellidae) por <i>Diadegma insulare</i> (Cresson) (Hymenoptera: Ichneumonidae) en cultivo de repollo <i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> en Honduras. . . . . | 19-22 |
| Roberto J. Cordero, Ronald D. Cave, EAP - El Zamorano, Honduras                                                                                                                                                                      |       |
| Evaluación de trampas de feromona sexual en la captura de machos de <i>Plutella xylostella</i> L. (Lepidoptera: Plutellidae) en repollo ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> ) . . . . .                                  | 23-27 |
| Nidia Mora C., Carlos L. Rodríguez V., Carlos S. Lépiz Ch.<br>MAG, San José, Costa Rica                                                                                                                                              |       |
| Uso de feromonas con diferente tiempo de exposición en el campo y su capacidad de captura de las palomillas de la papa. . . . .                                                                                                      | 28-31 |
| Carlos L. Rodríguez V., Carlos S. Lépiz Ch.,<br>MAG, San José, Costa Rica                                                                                                                                                            |       |
| Acaros fitoparasitos asociados al cultivo del mango ( <i>Mangifera indica</i> L.) en Costa Rica. . . . .                                                                                                                             | 32-37 |
| Ronald Ochoa, MIP/CATIE, Turrialba, Costa Rica<br>Hugo Aguilar, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica<br>Carlos Sanabria, Sanidad Vegetal/MAG, Alajuela, Costa Rica                                                        |       |
| INFORMES DE DIAGNOSTICO E IDENTIFICACION                                                                                                                                                                                             |       |
| <i>Sciothrips cardamomi</i> (Ramk.) (Thysanoptera: Thripidae) nueva plaga del cardamomo ( <i>Elettaria cardamomum</i> Maton) en Costa Rica. . . . .                                                                                  | 38-40 |
| Lissette González H., Carlos Rodríguez G., MAG, San José, Costa Rica                                                                                                                                                                 |       |
| GUIAS TECNICAS Y PROCEDIMIENTOS                                                                                                                                                                                                      |       |
| Manejo de <i>Cyperus rotundus</i> L. en algunas áreas agrícolas tropicales. . . . .                                                                                                                                                  | 41-48 |
| Ramiro de la Cruz, Arnoldo Merayo, MIP/CATIE, Turrialba, Costa Rica                                                                                                                                                                  |       |
| ENSAYOS BIBLIOGRAFICOS                                                                                                                                                                                                               |       |
| Biología y ecología de <i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) W.D. Clayton . . . . .                                                                                                                                             | 49-60 |
| Myron Shenk, Herbert H. Fisher, Oregon State University, USA                                                                                                                                                                         |       |
| La resistencia de las malezas a los herbicidas. . . . .                                                                                                                                                                              | 61-67 |
| Abelino Pitty, EAP - El Zamorano, Honduras                                                                                                                                                                                           |       |

# COMBATE BIOLÓGICO DE *Liriomyza* sp. (DIPTERA: AGROMYZIDAE) EN CULTIVOS HORTICOLAS DE COSTA RICA

Manuel Carballo\*  
Ruth León G.\*\*  
Alexander Ramirez\*

## ABSTRACT

Results of the research made between 1989 and 1990 on biological control of *Liriomyza* sp. probably *huidobrensis* in the northern zone of Cartago province and the Biological Control Laboratory of CATIE are presented. Four species of parasitoids of *Liriomyza* sp. were identified: *Diglyphus* probably *intermedius*, *Chrysocharis* sp. (Hym: Eulophidae), *Opius* sp., and *Oenonogastra* sp. (Hymenoptera: Braconidae). The life cycles of *Diglyphus* sp. lasted  $15.28 \pm 1.38$  days, *Opius* sp.  $21.4 \pm 1.19$  days, *Liriomyza* sp.  $20.16 \pm 2.4$  days at  $22 - 25^{\circ}\text{C}$ . The percentage of parasitism was low at the beginning stages of the crop, however, it increased to reach the highest percentage at the end of the life cycle of the crop.

The mortality of *Liriomyza* sp. due to parasitoids was higher in the sites located at less than 1 700 meters of altitude, in these sites both *Opius* and *Diglyphus* were considered as important mortality factors. On the other hand, the parasitism due to *Opius* was very low in the sites located above 1 700 meters of altitude. In studies related to weeds *Amaranthus* sp. *Bidens pilosa* and *Galinsoga* sp. presented the highest percentages of parasitism, 87%, 66% and 65%, respectively as well as a higher relation parasitoid: *Liriomyza*. A parasitism of 45% was observed in the crop.

Cyromazine was the most effective treatment controlling *Liriomyza*. However, the percentage of parasitism and relation parasitoid: *Liriomyza* were higher than those obtained with other insecticides such as abamectine and cartap.

## INTRODUCCION

El minador de las hojas (*Liriomyza* sp. Diptera: Agromyzidae), ha sido una plaga tradicional de cultivos ornamentales en Costa Rica. Al inicio de 1989, se convirtió en una plaga muy importante en la zona norte de Cartago y otras áreas productoras de cultivos hortícolas. Causó graves pérdidas en la producción de cultivos tales como papa, lechuga, apio, frijol, remolacha, arveja. Esto obligó a los productores a aplicar medidas de combate basadas únicamente en el control químico. Como reacción al problema, el Ministerio de

Agricultura y Ganadería inició un programa de control integrado basado, preliminarmente, en el empleo de trampas pegajosas y el uso de insecticidas como abamectina (Vertimec), ciro-mazina (Trigard), cartap (Padán) y tiócyclus hidrogenoxalato (Evisec) y además recomendó la reducción del uso de insecticidas de amplio espectro (Comité Técnico de *Liriomyza* 1990).

Esta plaga surgió por el uso indiscriminado de insecticidas de amplio espectro, sobre ésta y otras plagas, iniciado años atrás, en cultivos ornamentales y hortícolas. Lo cual se explica en la siguiente forma:

- Los insecticidas eliminaron en forma selectiva los enemigos naturales, principalmente los parasitoides, conduciendo al aumento dramático de la plaga.
- *Liriomyza* desarrolló resistencia a los plaguicidas, la cual redujo la muerte directa de la plaga y condujo al aumento en la dosis y en el número de aplicaciones. Esto provocó a su vez, una mayor mortalidad de los parasitoides y redujo su acción sobre la mortalidad de la plaga. El problema se agravó porque la resistencia de los parasitoides a los plaguicidas no se desarrolló a la misma velocidad que la de la plaga.

Ante el constante incremento en la población y daño causado por el minador, el Ministerio de Agricultura y Ganadería promovió la creación de una comisión para coordinar las actividades de investigación y asistencia técnica en el manejo de esta plaga. Esta comisión se constituyó con representantes del MAG, el CATIE, la Universidad de Costa Rica y la Universidad Nacional. Dentro de esta comisión, el CATIE se responsabilizó de desarrollar investigación en el control biológico de *Liriomyza*. Esta se inició en setiembre de 1989 con la búsqueda de los enemigos naturales de la plaga. Ha continuado durante 1990 con estudios de la dinámica poblacional, manipulación y conservación de los enemigos naturales. La investigación futura estará enfocada hacia este último aspecto. El presente documento tiene el propósito de presentar los avances de la investigación en control biológico de *Liriomyza* logrados hasta julio de 1990.

\* Asistentes de Investigación. CATIE. Programa Mejoramiento de Cultivos Tropicales, 7170 Turrialba, Costa Rica.

\*\* Departamento de Entomología, Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica.

**ENEMIGOS NATURALES DE *Liriomyza***

Dada la magnitud del problema, el Ministerio de Agricultura y el CATIE, iniciaron la búsqueda de enemigos naturales, lográndose detectar cuatro especies de micro himenopteros de la familia Braconidae y Eulophidae, que atacan larvas de *Liriomyza*. Se procedió a su identificación, la cual fue realizada por Paul Hanson, especialista de la Universidad de Costa Rica. Las especies encontradas corresponden a *Diglyphus* sp. (Prob. *intermedius*) y *Chrysocharis* sp. (Hymenoptera: Eulophidae), a *Opius* sp. y a *Oenonostrata* sp. (Hymenoptera: Braconidae).

Posteriormente se desarrollaron trabajos en el laboratorio del CATIE en Turrialba, con el propósito de establecer la duración del ciclo de vida de los parasitoides y de su hospedante, así como estudiar otros aspectos de su biología.

**Biología de *Diglyphus* sp.** Se estudió el ciclo de vida de estos parasitoides en el laboratorio, a una temperatura entre 22-25°C. Se confinaron hojas de frijol con larvas de *Liriomyza* en seis platos de petri, 8 días después de la oviposición de la mosca. En cada plato se introdujeron 8 adultos del parasitoides de tres días de nacidos por cinco horas. Las larvas continuaron su desarrollo dando lugar a la realización de las observaciones.

Sarmiento *et al.* (1986) mencionan que este parasitoides ataca larvas de *Liriomyza* de segundo estadio larval y coloca sus huevos sobre la larva del minador. Observaciones adicionales realizadas con parasitoides a los que

se les ofreció larvas de *Liriomyza* de diferentes tamaños, indicaron que pueden parasitar cualquier estadio larval, inclusive larvas en sus últimas etapas de desarrollo. Durante la oviposición, la hembra del parasitoides *Diglyphus* sp. se moviliza sobre la hoja buscando larvas de *Liriomyza*, cuando localiza una mina, camina sobre ella de un lado a otro, utilizando las antenas y probando con su ovipositor. Cuando localiza una larva la pincha con su ovipositor, deposita el huevo y la deja paralizada. *Diglyphus* oviposita en algunas larvas y otras las utiliza como fuente de alimento. Su larva se desarrolla fuera de la larva de *Liriomyza*. Al principio, la larva es hialina, de color café claro en la parte central y cuando completa su periodo de alimentación, toma una coloración verde claro, lo que concuerda con la información de Sarmiento *et al.* 1986. La larva del parasitoides se aleja de la larva del minador unos milímetros y permanece dentro de la mina donde empupa. De la larva hospedante sólo quedan los tejidos externos.

Sarmiento *et al.* (1986) mencionan que la pupa de *Diglyphus* prob. *intermedius* es de tipo exarata, de color verde claro y se torna negra a medida que se desarrolla. El adulto emerge por una abertura que realiza en la epidermis de las hojas, es de color negro brillante y con venación poco desarrollada.

El periodo de huevo y larva de *Diglyphus* sp. fue de 7 a 9 días respectivamente, el de pupa a emergencia del adulto, fue de 6 a 8 días, para una duración total del ciclo de vida de  $15.28 \pm 1.38$  días (Fig. 1). Sarmiento *et al.* (1986), mencionan que el ciclo de vida dura entre 10 y 12 días a 25°C y 80% de humedad relativa.

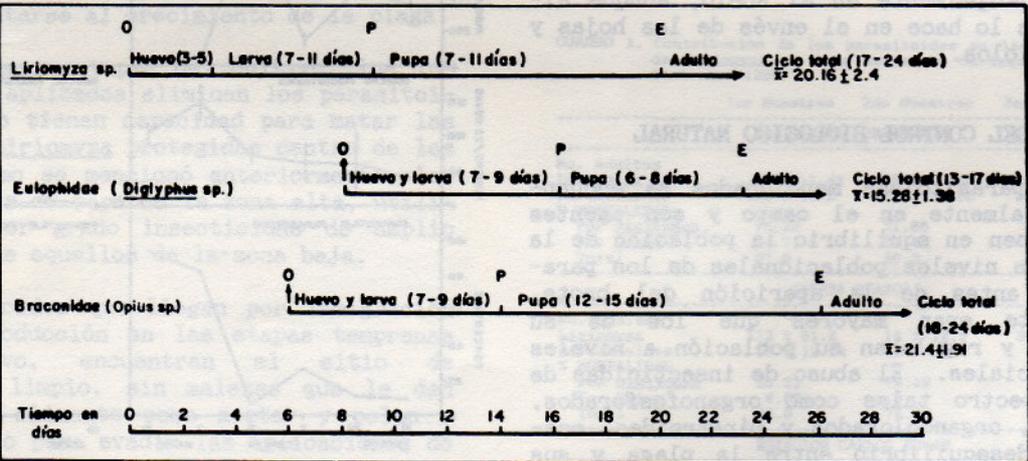


Fig. 1. Duración del ciclo de vida de *Liriomyza* sp. y sus parasitoides de la Fam. Eulophidae y Braconidae a temperatura de 22 a 25°C. O=oviposición, P=formación de pupa, E= emergencia de adultos

**Biología de *Opius* sp.** Se empleó la misma metodología utilizada para *Diglyphus* sp., excepto que se les ofreció larvas de seis días desde la oviposición de la mosca ya que según resultados de otras investigaciones, este parasitoides ataca las larvas del segundo estadio. Su conducta de oviposición es similar a la de *Diglyphus* sp., con la diferencia de que *Opius* sp. no paraliza a la larva de *Liriomyza*, pues esta debe seguir alimentándose dentro de la mina. *Opius* sp. es un endoparasitoides larva-pupa que se desarrolla dentro de la larva hospedante. Al final del ciclo de vida, la larva de *Liriomyza* forma el capullo pero dentro de éste empupa el parasitoides.

*Opius* sp. dura de 7 a 9 días de la oviposición hasta la formación de pupa; de pupa a emergencia del adulto dura de 12 a 15 días para un ciclo de vida total de  $21.4 \pm 1.91$  días (Fig. 1). Esto concuerda con las observaciones de Sarmiento et al. (1986) quienes informan que el ciclo de vida es mayor a los 18 días, a 25°C y 80% de humedad relativa.

#### CICLO DE VIDA DE *Liriomyza*

Bajo condiciones de laboratorio, a una temperatura de 22 a 25°C se determinó que la duración del ciclo de vida de *Liriomyza* es de  $20.16 \pm 2.4$  días. El estado de huevo se extiende de 3 a 5 días; el de larva y el de pupa de 7 a 11 días cada uno (Fig. 1). Sarmiento et al. (1986) informan que el estado de huevo de *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) dura de 5 a 6 días, el de larva 17 días y el de pupa de 14 a 17 días bajo condiciones de invernadero, a una temperatura de 25°C y 80% de humedad relativa. En el campo, este insecto empupa principalmente en el suelo, aunque algunas veces lo hace en el envés de las hojas y en los peciolas.

#### POTENCIAL DEL CONTROL BIOLÓGICO NATURAL

Los parasitoides mencionados se encuentran naturalmente en el campo y son agentes que mantienen en equilibrio la población de la plaga. Los niveles poblacionales de los parasitoides, antes de la aparición del brote, posiblemente eran mayores que los de su hospedante y regulaban su población a niveles no perjudiciales. El abuso de insecticidas de amplio espectro tales como organofosforados, carbamatos, organoclorados y piretroides, ocasionó el desequilibrio entre la plaga y sus parasitoides por lo que actualmente, éstos se redujeron a densidades muy bajas y ya no son efectivos en el control de la plaga.

A este respecto se iniciaron varios trabajos con los siguientes objetivos:

- Determinar la fluctuación poblacional de *Liriomyza* y sus parasitoides a través del tiempo.
- Conocer la importancia de los parasitoides en la zona de Cartago.
- Estudiar la acción de los parasitoides en la mortalidad de la plaga.

La metodología seguida en estos trabajos en diferentes sitios de Cartago, fue el muestreo al azar de 25 hojas de papa, frijol y apio del estrato bajo de la planta con minas de *Liriomyza*. El material recolectado se llevó al laboratorio para la cría y emergencia de los parasitoides o de la mosca y realizar los conteos respectivos de parasitismo.

#### Trabajos realizados

- Patrones de emergencia de *Liriomyza* y sus parasitoides. Se realizaron muestreos de *Liriomyza* entre enero y marzo de 1990 en dos zonas de Cartago, en una zona baja, menor a los 1 700 msnm y en una alta, entre 2 000 y 2 300 msnm. En la zona baja, correspondiente a los sitios de Cervantes y Birrisito, los muestreos de *Liriomyza* se realizaron en el cultivo de frijol. La población de *Liriomyza* fue muy alta en los primeros cuatro muestreos y luego descendió en el quinto muestreo (Fig. 2). En esta zona, los agricultores que culti-

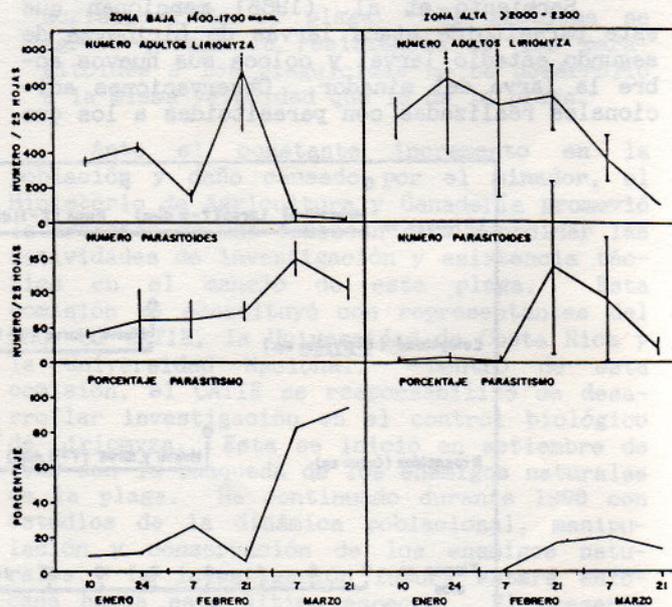


Fig. 2. Curvas de emergencia de *Liriomyza* y sus parasitoides en muestreos realizados en dos zonas de Cartago, Enero-Marzo 1990.

van frijol, realizan un control de plagas poco exhaustivo, con uso de insecticidas no muy frecuente.

En la zona alta (San Pablo y San Gerardo), los muestreos se realizaron en papa. La población de *Liriomyza* en los primeros cuatro muestreos fue mayor que la observada en la zona baja. Descendió en el quinto muestreo, pero no en la proporción que ocurrió en la zona baja (Fig. 2). En estos sitios es más común el cultivo de papa, pero también se cultiva la coliflor. Los agricultores realizan un control de plagas más exhaustivo utilizando con mayor frecuencia insecticidas de amplio espectro, como metamidofos, metil-paration y metomil.

En la zona baja el número de parasitoides y el porcentaje de parasitismo fue muy bajo al inicio del cultivo, pero aumentó considerablemente en el quinto y sexto muestreo donde alcanzó el 85 y 95% respectivamente. En la zona alta, el número y porcentaje de parasitismo fue muy bajo en los tres primeros muestreos. Este porcentaje se incrementó en el cuarto muestreo, pero a niveles máximos del 20%, muy por debajo de los niveles observados en la zona baja.

Estos patrones de emergencia probablemente se deben a alguno de los siguientes factores:

Hay migración de moscas desde campos aledaños hacia el cultivo en sus primeras etapas, pero sus parasitoides no las siguen o lo hacen más lentamente, esto es más marcado en la zona alta (Fig. 2).

La capacidad reproductiva de la plaga es mayor que la de los parasitoides y estos no pueden ajustarse al crecimiento de la plaga.

En las primeras etapas del cultivo, los insecticidas aplicados eliminan los parasitoides pero no tienen capacidad para matar las larvas de *Liriomyza* protegidas dentro de las minas. Como se mencionó anteriormente, los agricultores de papa de la zona alta, utilizan en mayor grado insecticidas de amplio espectro que aquellos de la zona baja.

Los parasitoides que llegan por inmigración o por reproducción en las etapas tempranas del cultivo, encuentran el sitio de plantación limpio, sin malezas que le den fuentes de alimento como néctar y polen o bien refugio para evadir las aplicaciones de plaguicidas.

Las curvas de parasitismo indican que los parasitoides están apareciendo demasiado

tarde para ejercer un control sobre la población, sin embargo, en la zona baja causan un mayor impacto sobre *Liriomyza* debido a que allí existen dos especies de parasitoides que contribuyen a la mortalidad, mientras que en la zona alta, sólo una especie es importante. Para lograr un control biológico natural adecuado, se debe incrementar la curva de parasitismo en las primeras etapas que permita alcanzar el equilibrio en forma temprana. Esto se puede lograr mediante liberaciones tempranas de parasitoides o bien usando prácticas que permitan a los parasitoides estar presentes en el campo antes de la siembra. Considerando que los agricultores de papa realizan una o dos aspersiones de insecticidas contra gusanos cortadores en los primeros 22 días de emergencia del cultivo, se recomienda que en su lugar apliquen insecticidas granulados que tendrán un menor efecto sobre los parasitoides. Otras alternativas serán discutidas más adelante.

**Impacto de los parasitoides sobre la mortalidad de *Liriomyza*.** Entre octubre y diciembre de 1989, se estudió la importancia de los parasitoides como factor de mortalidad de *Liriomyza* en tres zonas de Cartago: San Rafael de Oreamuno, Tierra Blanca y la Estación Experimental Carlos Durán (Cuadro 1). El porcentaje de mortalidad de *Liriomyza*, debido a los enemigos naturales, fue mayor en San Rafael de Oreamuno, que en las otras zonas. Al observar esta acción de los parasitoides, se nota que en esta zona la mortalidad es causada en un porcentaje mayor por los parasitoides (*Diglyphus* sp. y *Opius* sp.). Sin embargo, en Tierra Blanca, la mortalidad es causada casi exclusivamente por *Diglyphus* mientras que la participación de *Opius* sp. es mínima.

CUADRO 1. Contribución de los parasitoides en la mortalidad de *Liriomyza* en tres zonas de Cartago. Octubre-Diciembre 1989.

|                              | 1er Muestreo | 2do Muestreo | 3er Muestreo |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| SAN RAFAEL, OREAMUNO         |              |              |              |
| No. Adultos <i>Liriomyza</i> | 24 ± 11.4*   | 57 ± 13.88   | 118 ± 35.9   |
| Parasitoides                 | 175 ± 16.3   | 129 ± 24.08  | 187 ± 71.03  |
| % MORTALIDAD                 |              |              |              |
| Por <i>Diglyphus</i>         | 73.19        | 31.85        | 36.6         |
| Por <i>Opius</i>             | 14.71        | 37.44        | 24.7         |
| Total                        | 87.9         | 69.3         | 61.31        |
| TIERRA BLANCA                |              |              |              |
| No. Adultos <i>Liriomyza</i> | 123 ± 51.2   | 18 ± 12.0    | 367 ± 45.2   |
| Parasitoides                 | 50 ± 12.24   | 43 ± 14.6    | 2 ± 1.08     |
| % MORTALIDAD                 |              |              |              |
| Por <i>Diglyphus</i>         | 28.21        | 70.49        | 0.5          |
| Por <i>Opius</i>             | 0.69         | 0            | 0            |
| Total                        | 28.9         | 70.49        | 0.5          |
| ESTACION CARLOS DURAN        |              |              |              |
| No. Adultos <i>Liriomyza</i> | 31 ± 12.4    | 270 ± 60.0   | 140 ± 75     |
| Parasitoides                 | 99 ± 15.5    | 42 ± 17.9    | 116 ± 47.7   |
| % MORTALIDAD                 |              |              |              |
| Por <i>Diglyphus</i>         | 76.15        | 13.12        | 45.3         |
| Por <i>Opius</i>             | 0            | 0.34         | 0            |
| Total                        | 76.15        | 13.46        | 45.3         |

\* Los valores para número de adultos corresponden al X ± desviación standar.

Este mayor impacto observado en San Rafael de Oreamuno podría ser el factor que hace que la población de *Liriomyza* sea menor en esa zona. En julio de 1989, la plaga fue abundante en esa zona pero después de la adopción de medidas como la reducción en la frecuencia de uso de plaguicidas y uso de insecticidas más específicos, se mejoró la colonización de los parasitoides a los niveles observados aquí.

Entre enero y abril de 1990 se estudió el impacto y distribución de los parasitoides en 12 sitios de la provincia de Cartago. Se evaluó la mortalidad de *Liriomyza* causado por los diferentes parasitoides, determinando las especies más importantes. Las zonas estudiadas se clasificaron por su altura sobre el nivel del mar en una zona baja 1 400 - 1 700; una zona intermedia 1 700 - 2 000 y una zona alta entre 2 000 y 2 400 msnm.

La mortalidad causada por los parasitoides fue mayor en sitios correspondientes a la zona baja (del 18 al 30%), ya que en los sitios se presentan cuatro especies de parasitoides, dos de los cuales, *Diglyphus* sp. y *Opius* sp. son factores de mortalidad muy importantes (Cuadro 2). En la zona intermedia y alta, la mortalidad por parasitoides es menor y se reduce a dos especies, siendo *Diglyphus* sp. la de mayor impacto debido a que *Opius* sp. es sólo ocasional en zonas altas. Probablemente, esto se debe al mayor uso de insecticidas por parte de los agricultores de papa en las zonas altas, a una menor abundancia de vegetación natural y posiblemente, *Opius* sp. está mejor adaptado a las zonas bajas.

CUADRO 2. Contribución de los parasitoides en la mortalidad de *Liriomyza* en tres pisos altitudinales de la provincia de Cartago. Enero-Abril 1990.

|                                | 1er Muestreo | 2 Muestreo | 3er Muestreo | 4 Muestreo | 5 Muestreo |
|--------------------------------|--------------|------------|--------------|------------|------------|
| ZONA BAJA 1400-1700 MSNM       |              |            |              |            |            |
| Adultos                        |              |            |              |            |            |
| <i>Liriomyza</i>               | 283±153*     | 113.2±95.2 | 406.6±339    | 183±186    | 120.5±124  |
| Parasitoides                   | 65.8±61.7    | 56.4±62.7  | 91.1±112     | 66±54.2    | 53.1±50.4  |
| MORTALIDAD                     |              |            |              |            |            |
| <i>Diglyphus</i>               | 8.28         | 12.55      | 11.58        | 21.79      | 26.43      |
| <i>Brachymeria</i>             | 0.57         | 0.75       | 0.26         | 1.12       | 0.49       |
| <i>Opius</i>                   | 9.98         | 19.93      | 6.49         | 3.57       | 3.57       |
| Total                          | 18.84        | 33.23      | 18.33        | 26.48      | 30.5       |
| ZONA INTERMEDIA 1700-2000 MSNM |              |            |              |            |            |
| Adultos                        |              |            |              |            |            |
| <i>Liriomyza</i>               | 301±18       | 219±124    | 105.5±59.5   | 207±56     | 291±83     |
| Parasitoides                   | 18±18        | 10±9       | 56.5±55.5    | 13±7       | 25±17      |
| MORTALIDAD                     |              |            |              |            |            |
| <i>Diglyphus</i>               | 5.64         | 1.72       | 32.22        | 5.67       | 7.74       |
| <i>Opius</i>                   | 0            | 2.64       | 2.85         | 0.23       | 0.17       |
| Total                          | 5.64         | 4.36       | 34.87        | 5.9        | 7.91       |
| ZONA ALTA 2000-2400 MSNM       |              |            |              |            |            |
| Adultos                        |              |            |              |            |            |
| <i>Liriomyza</i>               | 816.5±441    | 661±528    | 710±194      | 362.5±130  | 112±32     |
| Parasitoides                   | 3.0±1.0      | 1.5±0.5    | 137.5±129.5  | 91.5±91.5  | 15±12      |
| MORTALIDAD                     |              |            |              |            |            |
| <i>Diglyphus</i>               | 0.36         | 0.22       | 16.21        | 20.15      | 10.56      |
| <i>Opius</i>                   | 0            | 0          | 0            | 0          | 1.25       |
| Total                          | 0.36         | 0.22       | 16.21        | 20.15      | 11.81      |

Los valores para número de adultos corresponde al X ± desviación standar.

Estos estudios de impacto de los parasitoides han sido realizados en plantaciones de cultivos bajo condiciones de aplicación de insecticidas, de ahí que los porcentajes de mortalidad debidos a parasitoides sean reducidos. Bajo estas condiciones, los parasitoides no están en capacidad de dar una respuesta significativa al incremento de la plaga y no pueden regular su población.

## IMPORTANCIA DE LAS MALEZAS

Las malezas dentro de los campos de cultivo o a su alrededor juegan un papel muy importante en el control biológico por diferentes razones:

- Suministran flores que proporcionan alimento como néctar y polen y hospedantes alternos para los parasitoides.
- Mantienen poblaciones importantes de parasitoides cuando el cultivo no está presente o bien en las primeras etapas del cultivo, cuando la densidad de los parasitoides es crítica.

Hidalgo (1990) estudió el impacto del parasitismo de *Liriomyza* en diferentes especies de malezas en varias zonas de la provincia de Cartago. Encontró que el mayor número de adultos de parasitoides y *Liriomyza* se presentó en cultivos de papa y en la maleza *Brassica campestris*; en *Galinsoga* sp. y *Amaranthus* sp. el número de parasitoides fue similar al del cultivo pero el número de minadores fue menor. El mayor porcentaje de parasitismo se encontró en aquellos lugares donde se utilizan menos plaguicidas como en Paso Ancho y Tejar. Las malezas *Amaranthus* sp., *Bidens pilosa* L. y *Galinsoga* sp. presentaron los porcentajes de parasitismo más altos (87.4, 66.0 y 64.5%, respectivamente, que el cultivo (45.6 %).

Las malezas se categorizaron de mayor a menor según la relación, parasitoide: *Liriomyza*, más alta en el mayor número de sitios, en el siguiente orden: *Amaranthus* > *Bidens* > *Galinsoga* > *Sonchus* > *Brassica* > cultivo, demostrándose que las primeras tres malezas son las más favorables. Estas malezas presentaron entre 1.09 y 27.5 parasitoides por cada *Liriomyza*, mientras que *Sonchus* sp., *B. campestris* y el cultivo presentaron entre 0.18 4.85 parasitoides por cada *Liriomyza* (Hidalgo, 1990). También se categorizaron los sitios más favorables o con una relación de parasitismo más alta donde Cervantes > Paso Ancho > Tejar > San Gerardo > Tierra Blanca, confirmando que el parasitismo es mayor en aquellos sitios donde los plaguicidas se usan en menor grado (Hidalgo 1990).

Esta información permite concluir que las malezas hospedantes de *Liriomyza*, principalmente *Amaranthus*, *Bidens* y *Galinsoga* constituyen un reservorio de la entomofauna benéfica en los períodos en que el cultivo no está presente. Sin embargo, *Sonchus* sp. y *E. campestris* que fueron las menos favorables, podrían tener el potencial para incrementar la población de *Liriomyza* en los cultivos.

La relativa importancia de éstas malezas en la conservación y aumento de parasitoides cuando el cultivo no está presente o al inicio del mismo, requiere más investigación, principalmente sobre la búsqueda de alternativas de manejo de malezas que reduzcan su competencia con el cultivo pero que permitan altas poblaciones de parasitoides. Una de esas alternativas puede ser la presencia de bandas y bordes de malezas alrededor de los campos de cultivo.

#### EFFECTO DE LOS INSECTICIDAS SOBRE EL PARASITISMO

Se considera que los plaguicidas de amplio espectro aplicados contra las plagas, afectan en mayor grado a los parasitoides que a los minadores, debido a que estos están relativamente protegidos de los insecticidas de contacto al vivir dentro de las hojas, mientras que los parasitoides deben encontrar a sus hospedantes caminando por la superficie de las hojas donde están muy expuestos a la acción de los insecticidas.

Los siguientes estudios se enfocaron hacia la búsqueda de alternativas para reducir el efecto de los plaguicidas sobre los parasitoides:

**Estudio en frijol en Pacayas de Cartago.** Se llevó a cabo entre diciembre de 1989 y marzo de 1990 donde se comparó ciromazina (Trigard 5 g/bomba), cartap (Padán 40 g/bomba), aceite de linaza (5 ml/bomba) y un testigo (sin insecticida), en aplicaciones quincenales para un total de cuatro (Ramírez et al. 1990).

**Efecto sobre *Liriomyza*.** Al inicio del cultivo (en los dos primeros muestreos) la población de *Liriomyza* se mantuvo baja sin reflejar diferencias entre los tratamientos. En el tercer muestreo hubo diferencias entre los tratamientos. Se incrementó la población de moscas en los tratamientos de aceite, testigo y cartap, pero con ciromazina, se mantuvo relativamente bajo. En el último muestreo hubo una reducción notable en los tratamientos sin que hubiera diferencias entre ellos (Figura 3). Se puede concluir que la ciromazina fue el insecticida más efectivo, seguido

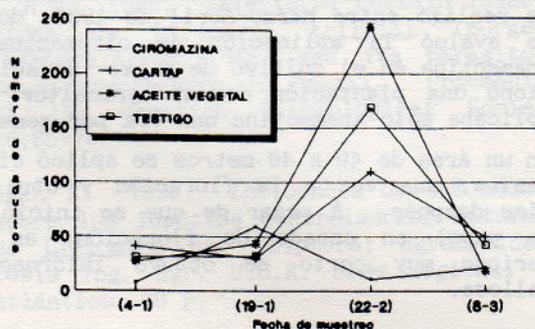


Fig. 3. Número de adultos de *Liriomyza* sp. por 25 hojas por tratamiento en cuatro muestreos, Pacayas, Cartago, 1990.

por el cartap. El aceite no tuvo efecto siendo mayor la infestación de moscas con relación al testigo, en uno de los muestreos realizados (Ramírez et al. 1990).

**Efecto sobre el parasitismo.** Las diferencias en el porcentaje de parasitismo entre los tratamientos evaluados, ocurrió únicamente en el primero y tercer muestreo donde ciromazina mostró los más altos porcentajes de parasitismo (55 y 89%, respectivamente), mientras que en los demás tratamientos fue inferior a 25 y 60% para los mismos muestreos, respectivamente. El parasitismo fue bajo al inicio del cultivo y se incrementó en la medida en que este se desarrollaba (Fig. 4). *Diglyphus* sp. fue el parasitoide más importante seguido por *Opius* sp. en menor proporción (Ramírez et al. 1990).

En el tercer muestreo, el número de parasitoides con ciromazina fue menor que con los otros tratamientos, pero la relación *Liriomyza*: parasitoide, fue de 1:6.4 con ciromazina y de 1:1 para los otros tratamientos, incluyendo el testigo. Esto demuestra que el efecto de la ciromazina fue menor sobre las larvas de *Diglyphus* sp. presentes dentro de la mina, que sobre las larvas sanas de *Liriomyza*, cuya población se redujo en un 90% con respecto al testigo sin aplicación (Ramírez et al. 1990).

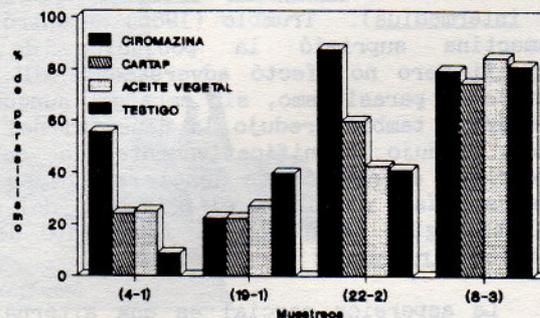


Fig. 4. Porcentaje de parasitismo observado a través de cuatro muestreos, Pacayas, Cartago, 1990.

- **Estudio en papa en Paso Ancho de Cartago.**  
Se realizó entre Marzo-Abril de 1990, donde se evaluó la aplicación de ciromazina y abamectina en el cultivo de papa. Se seleccionó una plantación de un agricultor que aplicaba sólo abamectina una vez por semana.

En un área de 40 x 40 metros se aplicó ciromazina, una vez a la floración y otra 15 días después. A pesar de que se inició en un papal en estado de floración, en un período muy corto se obtuvo información valiosa.

El número de adultos de *Liriomyza* emergidos fue significativamente menor con ciromazina, que con abamectina mientras que el porcentaje de parasitismo fue mayor con ciromazina. Aún así el número de adultos de parasitoides fue muy bajo, lo cual corrobora el efecto indirecto de los insecticidas selectivos sobre estos parasitoides (Cuadro 3).

La relación *Diglyphus* sp.: *Liriomyza*, en el último muestreo, fue mayor con ciromazina (32:1) que con abamectina (4.4:1) lo cual indica que una alta proporción de larvas de *Diglyphus* sp. no fue dañada por la ciromazina (Cuadro 3).

CUADRO 3. Efecto de dos insecticidas sobre la incidencia de *Liriomyza* y sus parasitoides, Marzo-Abril 1990.

| Variable                                     | Primer muestreo |          | Segundo muestreo |          | Tercer muestreo |          |
|----------------------------------------------|-----------------|----------|------------------|----------|-----------------|----------|
|                                              | Trigard         | Vertimec | Trigard          | Vertimec | Trigard         | Vertimec |
| Adultos <i>Liriomyza</i>                     | 48a             | 145b     | 13a              | 169b     | 2a              | 92b      |
| Adultos <i>Diglyphus</i>                     | 32a             | 20a      | 10a              | 80b      | 64a             | 405b     |
| Adultos <i>Opius</i>                         | 4a              | 20b      | 0a               | 13b      | 2a              | 20b      |
| % parasitismo total                          | 42.9a           | 21.6b    | 43.5a            | 35.5a    | 97.1a           | 82.3b    |
| Relación <i>Diglyphus</i> : <i>Liriomyza</i> | (0.66:1)        | (0.14:1) | (0.76:1)         | (0.47:1) | (32:1)          | (4.4:1)  |

Trigard (Trigard), abamectina (Vertimec).  
Las letras con igual letra dentro de cada variable y para cada muestreo son iguales entre sí según prueba de Duncan al 5% P.

Hara (1986) no encontró efectos negativos de ciromazina y abamectina sobre el parasitoide de *Liriomyza trifolii* (Burgess) (*D. intermedius*). Trumble (1985) encontró que abamectina suprimió la población de *L. trifolii* pero no afectó adversamente el porcentaje de parasitismo, sin embargo, aunque la ciromazina también redujo la densidad del minador, redujo significativamente la sobrevivencia y emergencia de los parasitoides inmaduros. Esto disminuyó el potencial del control biológico natural y el incremento de la relación *Liriomyza* : parasitoides.

La aspersión parcial es una alternativa para reducir el efecto indirecto negativo de la ciromazina sobre los parasitoides, porque

elimina las larvas de su hospedante y mejora su efecto positivo al permitir una mayor sobrevivencia de las larvas de *Diglyphus* sp. que las de *Liriomyza*. Esto consiste en aplicar este producto, excepto en bordes o parches dentro del cultivo, donde permanezca una alta cantidad de larvas de *Liriomyza* y donde los parasitoides adultos, que no son afectados por este producto, puedan reproducirse y aumentar su población. Estos parches serían un reservorio de parasitoides dentro de los campos de cultivo. □

## CONCLUSIONES

Las especies de parasitoides que atacan larvas de *Liriomyza* fueron *Diglyphus* sp. y *Chrysocharis* sp. (Hymenoptera: Eulophidae), *Opius* sp. y *Oenonogastra* sp. (Hymenoptera: Braconidae).

La duración total del ciclo de vida fue de 15.28 ± 1.38 días para *Diglyphus* sp., de 21.4 ± 1.91 días para *Opius* sp. y de 20.16 ± 2.4 días para *Liriomyza*, a una temperatura de 22 a 25°C.

En los sitios ubicados a menos de 1 700 msnm, el número y porcentaje de parasitismo fue muy bajo al inicio del cultivo, pero aumentó hasta 85 y 95% en la época de floración y cosecha. En la zona ubicada a 2 400 msnm, también fue baja al inicio del cultivo, pero solamente se incrementó hasta un 20% en los períodos finales. Esto indica que los parasitoides están apareciendo demasiado tarde para ejercer un control sobre la población de la mosca.

El porcentaje de mortalidad de *Liriomyza*, a causa de los enemigos naturales, fue mayor en la zona baja (entre 1 400 y 1 700 msnm) que en zonas entre los 1 700 y 2 400 msnm, debido a que en los sitios a menos de 1 700 msnm, se presentaron las cuatro especies de parasitoides, de las cuales *Diglyphus* sp. y *Opius* sp. fueron factores de mortalidad muy importantes. Probablemente esto se debe al mayor uso de insecticidas por parte de los agricultores de papa en las zonas altas y a una menor abundancia de vegetación natural y probablemente a que *Opius* está mejor adaptado a vivir en zonas bajas.

Las malezas *Amaranthus*, *B. pilosa* y *Galinsoga*, fueron las más favorables ya que presentaron los porcentajes de parasitismo más altos (87, 66 y 65% respectivamente) mientras que el más bajo se presentó en el cultivo (45%).

Ciromazina fue el insecticida que controló mejor la *Liriomyza* y a su vez favoreció el más alto porcentaje de parasitismo.

## RESUMEN

Se presentan los resultados de la investigación en control biológico de *Liriomyza* sp. prob. *huidobrensis* desarrollada entre 1989 y 1990 en la zona norte de Cartago y en el Laboratorio de Control Biológico en el CATIE. Se identificaron cuatro especies de parasitoides de *Liriomyza*: *Diglyphus*, prob. *intermedius* y *Chrysocharis* sp. (Hymenoptera: Eulophidae), *Opius* sp. y *Oenonegastra* sp. (Hymenoptera: Braconidae). El ciclo de vida de *Diglyphus* sp. duró  $15.28 \pm 1.38$  días, el de *Opius* sp.  $21.4 \pm 1.91$  días y el de *Liriomyza* de  $20.16 \pm 2.4$  días, a  $22-25^{\circ}\text{C}$ . El porcentaje de parasitismo fue bajo al inicio del cultivo pero se incrementó para alcanzar el máximo al final del ciclo del cultivo. La mortalidad de *Liriomyza* debida a parasitoides fue mayor en aquellos sitios ubicados a menos de 1700 msnm; *Opius* sp. y *Diglyphus* sp. son factores de mortalidad muy importantes, mientras que en las zonas sobre los 1700 msnm, el parasitismo por *Opius* sp. es mínimo. En los estudios con malezas se encontró que *Amaranthus*, *Bidens pilosa* y *Galinsoga* presentaron los porcentajes de parasitismo más altos, 87, 66 y 65% respectivamente (comparados con el del cultivo con un 45%) así como también una relación mayor parasitoide: *Liriomyza*. En los estudios del efecto de los insecticidas sobre los parasitoides se encontró que ciromazina es el más favorable, produce alta mortalidad de *Liriomyza*, pero un porcentaje de parasitismo y una relación parasitoides: *Liriomyza* muy alta, comparado con otros insecticidas como abamectina y cartap.

## LITERATURA CITADA

COMITE TECNICO DE LIRIOMYZA. 1990. El "minador de las hojas" *Liriomyza* sp. (Diptera:Agromyzidae). San José, Costa Rica, MAG,CATIE,GTZ. Boletín Divulgativo No 95. 25 p.

HARA, A.H. 1986. Effects of certain insecticides on *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera:Agromyzidae) and its parasitoids on chrysanthemums in Hawaii. Proceedings of the Hawaiian Entomological Society. 26:65-70.

HIDALGO, E. 1990. Influencia de las malezas sobre los insectos controladores naturales de *Liriomyza* sp. (Diptera: Agromyzidae). Tesis Ing. Agr. U.C.R. Sede Regional del Atlántico. 80 p.

RAMIREZ, A., CARBALLO, M., MENESES, R. 1990. Combate químico de *Liriomyza* sp. en Pacayas de Cartago, Costa Rica. Presentado en el 3er Congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas. Managua, Nicaragua, (23 al 26 de Octubre de 1990).

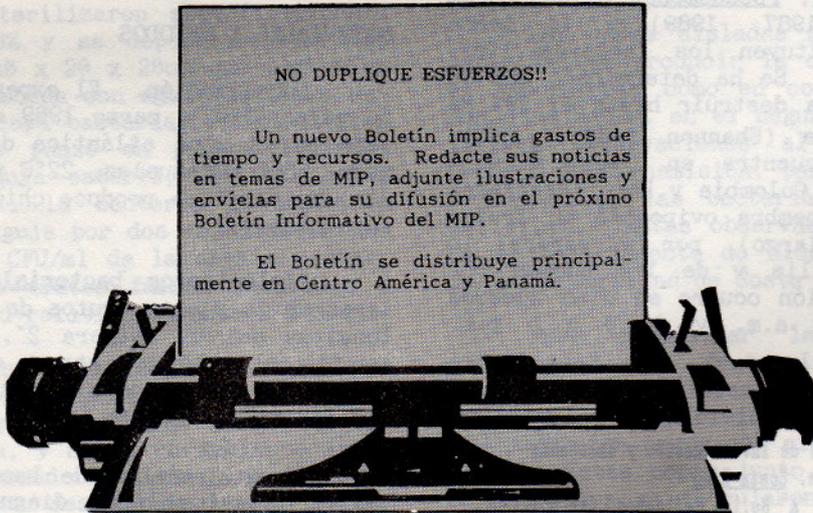
SARMIENTO, C.J., SARAY, M.P., ACOSTA, G.F. 1986. Biología de *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera:Agromyzidae) en *Gypsophila paniculata* L., bajo invernadero comercial. Revista Colombiana de Entomología 12(2):17-25.

TRUMBLE, J.T. 1985. Integrated pest management of *Liriomyza trifolii*: influence of avermectin, cyromazine and methomyl on leafminer ecology in celery. Agriculture, Ecosystems and Environment. 12(3):181-188.

NO DUPLIQUE ESFUERZOS!!

Un nuevo Boletín implica gastos de tiempo y recursos. Redacte sus noticias en temas de MIP, adjunte ilustraciones y envíelas para su difusión en el próximo Boletín Informativo del MIP.

El Boletín se distribuye principalmente en Centro América y Panamá.



# CARACTERIZACION Y PATOGENICIDAD DE BACTERIAS ASOCIADAS CON EL ATAQUE DE Neosilba sp. (DIPTERA: Lonchaeidae) EN CHILE DULCE

José M. Jiménez\* Elkin Bustamante\*  
Susana Dimasi\*\* Franklin Jiménez\*\*\*

## ABSTRACT

The pepper fly Neosilba sp. is the main insect pest problem under rainy conditions of the humid tropics of Panama and Costa Rica. The fly lays her eggs on small fruits and later on the larvae penetrates them. A black fruit rot develops after 2-5 days of the insect penetration. The damage incidence should be as high as 50% of the fruits. Pseudomonas and Erwinia were the main genera present in a survey of bacteria associated with affected tissues. Pathogenicity tests were positive for the species identified as follows: P. fluorescens, E. carotovora, E. chrysanthemi, Pseudomonas sp. These bacteria were also detected on healthy fruits. A test on fruit size symptoms indicated that a black rot appears in small fruits while a soft rot appears in the big ones.

## INTRODUCCION

El chile dulce, Capsicum annuum L., ocupa el segundo lugar en consumo en Centroamérica, después del tomate entre las hortalizas de fruto. Gran cantidad de enfermedades e insectos atacan el cultivo haciéndolo muy riesgoso y con elevados costos de producción, de ahí que sea uno de los productos hortícolas más onerosos para el consumidor.

En el trópico húmedo de Panamá y Costa Rica los problemas patogénicos del suelo Phytophthora capsici, Pseudomonas solanacearum (Jiménez et al. 1987, 1989) y la mosca Neosilba sp. constituyen los factores limitantes del cultivo. Se ha determinado que la mosca puede llegar a destruir hasta el 50% de los frutos formados (Shannon 1988). Esta nueva plaga se encuentra en Costa Rica y Panamá, así como en Colombia y Perú (Hernández et al. 1989). La hembra oviposita en frutos jóvenes (1-8cm de largo), por lo general lo hace debajo del caliz y de 1-6 huevos por sitio. La oviposición ocurre en días húmedos y nublados de 7-10 a.m. y de 3 a 5 p.m. (Hernández 1989).

La larva recién emergida perfora y penetra en el fruto dejando un agujero necrótico en su interior. Se alimenta de las paredes del fruto y de la placenta central de las semillas (Hernández et al. 1989). Dependiendo de la humedad, en 2-8 días se observa el desarrollo de necrosis negras de aspecto acuoso o de pudriciones suaves en los frutos atacados que causan su caída prematura. Por el síntoma observado hay indicios de bacterias que aprovechan el daño mecánico causado por la larva para entrar al fruto recién formado.

Observaciones de campo muestran que el problema causado por Neosilba sp. está unido a frutos pequeños con pudrición negra (Shannon 1988). En frutos grandes cerca de la cosecha o de maduración fisiológica, no se observan síntomas de pudrición negra ni ataques severos de la mosca. Los daños que se observan en este estado de desarrollo del fruto constituyen la pudrición suave típica causada por Erwinia carotovora (Lopez 1986)

El objetivo del presente estudio fue caracterizar y evaluar la patogenicidad en las bacterias asociadas con el ataque de Neosilba sp. *in vitro* y en condiciones de campo en el trópico húmedo costarricense.

## MATERIALES Y METODOS

**Localización.** El experimento se realizó de marzo 1988 a marzo 1989 en Turrialba, ubicada en la zona atlántica de Costa Rica (610 msnm, 2600 mm anuales, 22°C y 87% HR en promedio) en donde se produce chile dulce para consumo nacional.

**Aislamientos bacteriales.** Se recolectaron de la planta frutos de chile de 1-8cm de longitud del cv Nájera 2', en donde se observaba el daño del ataque de Neosilba sp. y dos tipos de síntomas: pudrición suave y pudrición negra acuosa.

El aislamiento de bacterias se efectuó en el laboratorio de diagnóstico del CATIE. Pequeñas porciones del borde de la lesión se trituraron en tubos de ensayo con agua destilada estéril. Utilizando un aza estéril a

\* Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), 7170, Turrialba, Costa Rica.

\*\* Col. El Conacaste, Acceso "A" No.14, Mejicanos, San Salvador, El Salvador.

\*\*\*Universidad de Costa Rica, Facultad de Microbiología, San Pedro, Costa Rica.

partir de estos tubos se procedió a la siembra bacteriana mediante rayados en los medios ATS, MS y YDC (Schaad 1980, Fahy y Persley 1983 y Antillón 1987). Se seleccionaron las diferentes cepas bacteriales al segundo día de la siembra mediante observaciones con el estereoscopio.

**Identificación de bacterias.** En forma preliminar se determinó el género de las bacterias mediante las siguientes pruebas fenotípicas: tinción de gram, prueba de movilidad, tinción de flagelos, oxidasa, catalasa, prueba de Hugh y Leifson; y crecimiento en medios específicos tales como MS, King.

Estas pruebas se realizaron aplicando las metodologías seguidas por Lelliot y Stead 1988 (Cuadro 1). Para determinar la especie se utilizaron las propuestas por el Bergey's 1984 (Krieh y Holt 1984) y se realizaron en el Laboratorio de Bacteriología de la Facultad de Microbiología, de la Universidad de Costa Rica.

CUADRO 1. Características fenotípicas de generos bacteriales asociados a pudriciones vegetales (Adaptado de Lelliot and Stead, 1988).

| PRUEBA             | ERWINIA    | PSEUDOMONAS | BACILLUS   |
|--------------------|------------|-------------|------------|
| Gram.              | -          | -           | +          |
| KOH                | +          | +           | -          |
| Oxidasa            | -          | +           | V          |
| Catalasa           | +          | +           | +          |
| Fluorescencia      | -          | V           | -          |
| Flagelos           | peritricos | polar       | peritricos |
| Movilidad          | +          | +           | +          |
| Esporas            | -          | -           | +          |
| Hidrolisis almidón | -          | -           | +          |
| OF                 | F          | O           | F          |

V = Puede ser positiva o negativa  
 O = Metabolismo oxidativo;  
 F = metabolismo fermentativo

**Prueba de patogenicidad.** Al Laboratorio se llevaron frutos de 4-8cm de longitud del cv 'Nájera-2', se esterilizaron superficialmente con alcohol al 70% y se depositaron en una caja plástica de 40 x 20 x 20cm que contenían papel toalla humedecida con agua destilada estéril. Por cada cepa bacteriana se inocularon cuatro frutos; se punzó en puntos equidistantes con una aguja estéril, la cual había sido impregnada de la bacteria mediante la colocación de la aguja por dos segundos en una suspensión de  $10^7$  CFU/ml de la cepa a probar. Posteriormente los frutos fueron incubados a 24°C y alta humedad relativa durante 2-4 días.

Para el trabajo de campo se siguió el mismo procedimiento de laboratorio, pero varió en el sentido de que los frutos se encontraban unidos a la planta, y no en un ambiente artificial de alta humedad relativa. Las inoculaciones se realizaron después de las 16 horas, para evitar la muerte rápida de las bacterias por exposición solar o por deshidratación y se utilizaron 20 frutos por cepa evaluada.

En el estudio de la filosfera, se realizó un reconocimiento de las bacterias presentes en la superficie de los frutos, para ello se obtuvieron 20 discos de 2.5 mm de diámetro y 1-2 mm de profundidad de tres zonas del fruto: alta, media y baja (Fig. 1).

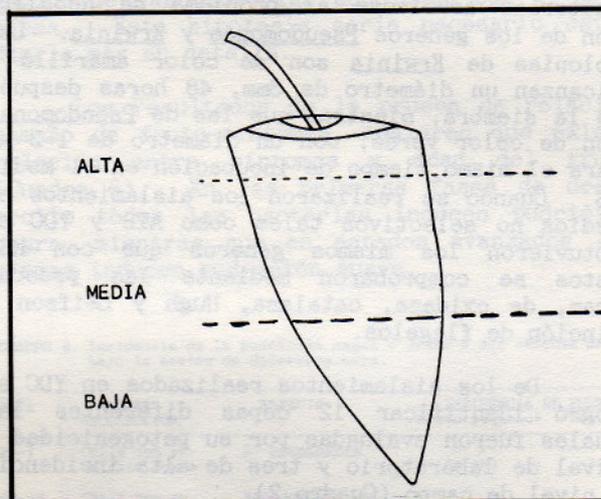


Fig. 1. Zonas de fruto en relación con el pedúnculo.

Los discos fueron colocados en 50 ml de H<sub>2</sub>O destilada estéril, se agitaron por un minuto y se procedió a preparar diluciones hasta  $10^{-4}$ . De cada una de las diluciones se tomó 0.1 ml y se incubaron en MS y YDC. Se realizaron dos muestreos en los meses de julio, 1988 y marzo, 1989; por cada muestreo se tomaron cuatro frutos de 6cm de longitud.

Las cepas aisladas se evaluaron por su capacidad de producir la enfermedad, tanto en el laboratorio como en condiciones de campo. Por otra parte, en el segundo muestreo se realizaron observaciones al microscopio electrónico de transmisión, para verificar la distribución de las bacterias en la superficie del fruto. Estas observaciones se realizaron en el Departamento de Microscopía Electrónica de la Universidad de Costa Rica.

Para determinar la posible relación entre edad del fruto-síntomas-bacterias se realizaron dos aislamientos adicionales, uno de frutos con pudrición suave y el de frutos con pudrición negra con signos de ataque de la mosca. Estas cepas junto con dos del estudio de filosfera se inocularon en frutos pequeños de 3 a 5cm de longitud, y en frutos grandes de 8 a 12cm de longitud del cv Najera 2. Por cada tipo de cepa se inocularon 20 frutos.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En la primera prueba de aislamiento de tejidos de frutos de chile con síntomas de manchas oscuras acuosas, (pudrición negra) se determinó en el medio de cultivo MS, que las bacterias asociadas al problema de Neosilba son de los géneros Pseudomonas y Erwinia. Las colonias de Erwinia son de color amarillo y alcanzan un diámetro de 3mm, 48 horas después de la siembra, mientras que las de Pseudomonas son de color verde, con un diámetro de 1-2 mm para el mismo tiempo de incubación en el medio MS. Cuando se realizaron los aislamientos en medios no selectivos tales como ATS y YDC se obtuvieron los mismos generos que con MS, éstos se comprobaron mediante las pruebas gram, de oxidasa, catalasa, Hugh y Leifson y tinción de flagelos.

De los aislamientos realizados en YDC se logró identificar 12 cepas diferentes las cuales fueron evaluadas por su patogenicidad a nivel de laboratorio y tres de alta incidencia a nivel de campo (Cuadro 2).

CUADRO 2. Prueba de patogenicidad de cepas aisladas de frutos con pudrición negra inoculada en frutos del cv "Nájera 2" de 1.8cm.

| CEPA    | GENERO                   | Incidencia de Pudrición (%) |       |        |       |
|---------|--------------------------|-----------------------------|-------|--------|-------|
|         |                          | Laboratorio*                | Tipo  | Campo* | Tipo  |
| PN-1    | <u>Erwinia</u>           | 0                           |       |        |       |
| PN-2    | <u>Pseudomonas</u>       | 0                           |       |        |       |
| PN-3    | <u>Erwinia</u>           | 100                         | Suave | 75     | Negra |
| PN-4    | <u>Erwinia</u>           | 50                          | Negra |        |       |
| PN-5    | <u>Erwinia</u>           | 0                           |       |        |       |
| PN-6    | <u>Erwinia</u>           | 100                         | Negra |        |       |
| PN-7    | <u>Erwinia</u>           | 100                         | Negra |        |       |
| PN-8    | <u>Erwinia</u>           | 100                         | Suave | 100    | Negra |
| PN-9    | <u>Pseudomonas</u>       | 0                           |       |        |       |
| PN-10   | <u>Pseudomonas</u>       | 0                           |       |        |       |
| PN-11   | <u>Pseudomonas</u>       | 100                         | Negra | 50     | Negra |
| PN-12   | <u>Erwinia</u>           | 100                         | Negra |        |       |
| Testigo | H <sub>2</sub> O estéril | 0                           |       | 50     | Negra |

\* En laboratorio incidencia de 12 punciones y en el campo de 80 punciones.

De las lesiones de los frutos inoculados se aislaron las bacterias utilizadas, con lo cual se probaron los postulados de Koch; de las 12 cepas evaluadas ocho pertenecieron a Erwinia y cuatro a Pseudomonas. En el caso de Erwinia no hubo consistencia en la sintomatología entre la prueba de laboratorio y campo; en el caso de laboratorio donde se dan las mejores condiciones para el desarrollo de la enfermedad y el fruto no está unido a la planta, el fruto degenera rápidamente en una pudrición suave (tipo bolsa de agua); lo cual no sucede en la prueba de campo en donde todas las cepas inoculadas desarrollaron la pudrición negra acuosa típica de la enfermedad. Los frutos fueron abortados por la planta a los 4-6 días después de la inoculación.

En el testigo de la prueba de campo, sin desinfección de la superficie de los frutos con alcohol al 70%, se destaca una incidencia

de un 50 % de pudrición negra, lo cual sugiere la presencia de bacterias patogénicas en la superficie del fruto al ser inoculados. Para dilucidar este problema se inocularon diversos frutos con varios tratamientos (Cuadro 3).

CUADRO 3. Incidencia de mancha acuosa en frutos de "Nájera 2" de 4-8cm inoculados con dos cepas por diversos métodos.

| CEPA* | METODO INOCULACION  | INCIDENCIA CON Y SIN DESINFECCION |             |
|-------|---------------------|-----------------------------------|-------------|
|       |                     | Con alcohol                       | Sin alcohol |
| PN-1  | Aspersión           | 0                                 | 0           |
| PN-1  | Aspersión + Punción | 10                                | 20          |
| PN-1  | Punción             | 20                                | 35          |
| PN-3  | Aspersión           | 10                                | 5           |
| PN-3  | Aspersión + Punción | 75                                | 75          |
| PN-3  | Punción             | 20                                | 35          |
| Agua  | Aspersión           | 10                                | 0           |
| Agua  | Aspersión + Punción | 15                                | 40          |
| Agua  | Punción             | 10                                | 50          |

\*PN-3 Erwinia carotovora, cepa altamente patogénica a nivel de laboratorio.  
PN-1 Erwinia spp. cepa no patogénica a nivel de laboratorio.

Los resultados de diferentes métodos de inoculación ratificaron que la bacteria necesita encontrar heridas para llegar al interior del fruto; en la cepa 3 no hubo diferencia entre los métodos de aspersión + punción y solo punción (Cuadro 3). Por otra parte el testigo muestra que existe una población bacteriana epífita que es patogénica para el fruto ya que la aplicación de alcohol reduce la incidencia de un 50% en un 10%, mostrándose su eficiencia como desinfectante.

La población epífita no parece interferir cuando se aplica una cepa patogénica, ya que los resultados de las cepas patogénicas no muestran diferencias significativas entre aplicación y no aplicación de alcohol. Esto se debe posiblemente a que el potencial del inóculo es tan alto que la interferencia de las epífitas no es significativa.

Para comprobar la patogenicidad de las bacterias aisladas en la superficie del fruto, se hicieron dos estudios de la filosfera en dos condiciones climáticas diferentes; la de julio 1988, en buenas condiciones para el desarrollo de la microflora y la de marzo 1989, en donde la precipitación fue muy escasa y se caracterizó por una alta luminosidad y temperatura.

Los resultados indican que existe relación entre la presencia de bacterias y los elementos climáticos (Cuadros 4, 4.1). En condiciones de baja precipitación, alta radiación solar y baja humedad relativa, la población epífita es muy escasa (marzo 1989), en la cual se reduce la población en 1000 veces con respecto a la población detectada bajo condiciones lluviosas (julio 1988).

Las observaciones al microscopio electrónico mostraron que la bacteria se agrupa en

CUADRO 4. Concentración bacteriana (UCE/cm<sup>2</sup>) en la superficie del fruto de chile dulce, cv 'Nájera', en dos épocas diferentes.

| POSICION EN EL FRUTO | JULIO 1988            |                       | MARZO 1989            |                       |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                      | <i>Pseudomonas</i>    | <i>Erwinia</i>        | <i>Pseudomonas</i>    | <i>Erwinia</i>        |
| Hombros              | 8.0 x 10 <sup>6</sup> | 2.7 x 10 <sup>6</sup> | 3.0 x 10 <sup>3</sup> | 0                     |
| Medio                | 5.5 x 10 <sup>4</sup> | 5.2 x 10 <sup>4</sup> | 0                     | 0                     |
| Abajo                | 7.5 x 10 <sup>6</sup> | 7 x 10 <sup>4</sup>   | 2.2 x 10 <sup>4</sup> | 3.1 x 10 <sup>4</sup> |

\* Promedio de 4 frutos y evaluada en MS.

CUADRO 4.1. Elementos climáticos de julio 1988 y marzo 1989.

| ELEMENTO                     | Julio 1988 | Marzo 1989 |
|------------------------------|------------|------------|
| Precipitación (mm)           | 220        | 64         |
| Temperatura mínima °C        | 18.1       | 19.2       |
| Temperatura máxima °C        | 27.3       | 26.2       |
| Temperatura promedio °C      | 23.4       | 23.0       |
| Humedad relativa promedio °C | 92         | 83         |
| Radiación solar (cal/2/día)  | 335        | 467        |

CUADRO 5. Incidencia de la mancha negra del chile en el laboratorio con cepas bacteriales aisladas de la superficie del fruto (filoplano).

| CEPA    | SITIO AISLAMIENTO | GENERO             | INCIDENCIA* | TIPO PUDRICION |
|---------|-------------------|--------------------|-------------|----------------|
| F-1     | hombros           | <i>Erwinia</i>     | 100         | Suave          |
| F-2     | hombros           | <i>Pseudomonas</i> | 75          | Negra          |
| F-3     | hombros           | <i>Pseudomonas</i> | 50          | Negra          |
| F-4     | hombros           | <i>Erwinia</i>     | 0           |                |
| F-5     | hombros           | <i>Pseudomonas</i> | 0           |                |
| F-6     | medio             | <i>Erwinia</i>     | 100         | Suave          |
| F-7     | medio             | ?                  | 100         | Negra          |
| F-8     | medio             | <i>Erwinia</i>     | 100         | Negra          |
| F-9     | medio             | <i>Pseudomonas</i> | 100         | Negra          |
| F-10    | abajo             | <i>Erwinia</i>     | 100         | Suave          |
| Testigo | -                 | -                  | 0           |                |

\* En 8 punciones efectuadas; lectura a las 48 horas después de inoculación.

cavidades de la superficie del fruto, las cuales son más numerosas en las zonas altas. Las bacterias se protegen así de la desecación y obtienen más fácilmente los nutrimentos ya que en estas zonas se acumulan exudados del fruto (Fig. 2).

Del muestreo realizado en julio se obtuvieron 10 cepas que fueron inoculadas bajo condiciones de laboratorio (Cuadro 5), observándose que varias de ellas produjeron el síntoma típico del complejo de *Neosilba* sp. (pudrición negra acuosa).

En esta prueba se observaron diferentes grados de virulencia. Se encontraron cepas avirulentas tales como la F-4 y F-5, hasta cepas altamente virulentas tales como la F-8 y F-9. Estos resultados indican que las bacterias asociadas con *Neosilba* sp. son epífitas de la fruta, las cuales son introducidas por las larvas de la mosca. Observaciones al microscopio electrónico\* han mostrado que las bacterias van adheridas a las patas, al

\* Blanco, H. 1990. Estudios de *Neosilba* sp. al microscopio electrónico. Turrialba, CATIE. (Comunicación personal).

ovipositor de la mosca y en la superficie de los huevos. Posiblemente algunas de estas sean patógenicas debido a que la mosca tiene la costumbre de visitar frutos enfermos (Hernández et al. 1989); esto implicaría que la mosca podría actuar como agente de diseminación de las bacterias asociadas con el problema. Esta hipótesis sería necesario estudiarla más en detalle.

Los resultados de la prueba de relación tamaño de fruto-síntomas, sugieren que existe relación entre síntomas y edad del fruto (Cuadro 6). En las primeras fases de desarrollo todas las bacterias inducen pudrición negra, mientras que en estados avanzados las mismas inducen pudrición suave.

CUADRO 6. Incidencia de la pudrición negra o suave a dos tamaños de chile bajo la acción de diferente cepa.

| CEPA                     | LUGAR RECOLECCION         | ESPECIE                        | INCIDENCIA DE PUDRICION |              |
|--------------------------|---------------------------|--------------------------------|-------------------------|--------------|
|                          |                           |                                | Fruto pequeño*          | Fruto grande |
| PS-1                     | Chile con pudrición suave | <i>E. carotovora</i>           | 50 (N)                  | 50 (SU)      |
| PN-13                    | Chile con pudrición negra | <i>Pseudomonas</i> sp.         | 90 (N)                  | 60 (SU)      |
| F-8                      | Superficie chile          | <i>Pseudomonas fluorescens</i> | 50 (N)                  | 0            |
| F-1                      | Superficie chile          | <i>Erwinia chrysanthemi</i>    | 60 (N)                  | 10           |
| Testigo H <sub>2</sub> O | -                         | -                              | 20 (N)                  | 5 (SU)       |

N = pudrición negra \*Fruto pequeño con longitud de 3-5cm; grandes de 8-12cm.

En los primeros estadios de desarrollo del fruto posiblemente la bacteria no encuentra tejido susceptible o este es escaso (mesocarpo) para producir la maceración de tejidos que causa la típica bolsa de agua, que se observó en los frutos mayores de 8cm de longitud. En estados jóvenes del fruto, el síntoma que se produjo fue una pudrición negra de apariencia acuosa que induce la caída del mismo a las 72-96 horas después de la inoculación. El tratamiento testigo en esta prueba, que consistió en punzar el fruto con agua destilada estéril presentó el mismo comportamiento según el estado del fruto, pero con un reducido porcentaje de incidencia. Esto se debe posiblemente a una población epífita muy baja en la época que se realizó la inoculación (marzo 1989) lo cual fue detectado con el estudio de la población de la filosfera (Cuadro 4).

La identificación de las bacterias se realizó mediante 11 pruebas para *Pseudomonas* y 23 pruebas para enterobacteriaceas. Para leer las pruebas se utilizaron controles obtenidos en la ATCC: *P. fluorescens*, *E. carotovora* y *E. chrysanthemi*.

De las cepas aisladas se identificaron aquellas que se usaron en las diferentes prue-

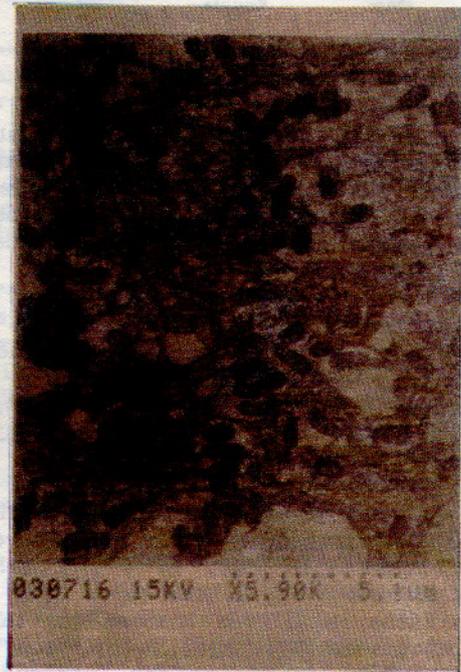
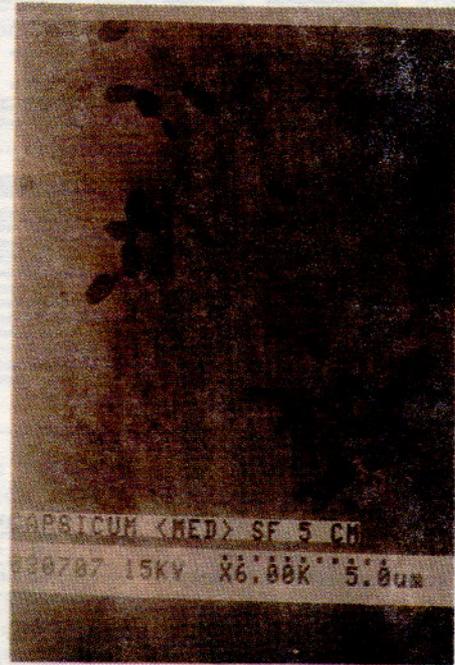
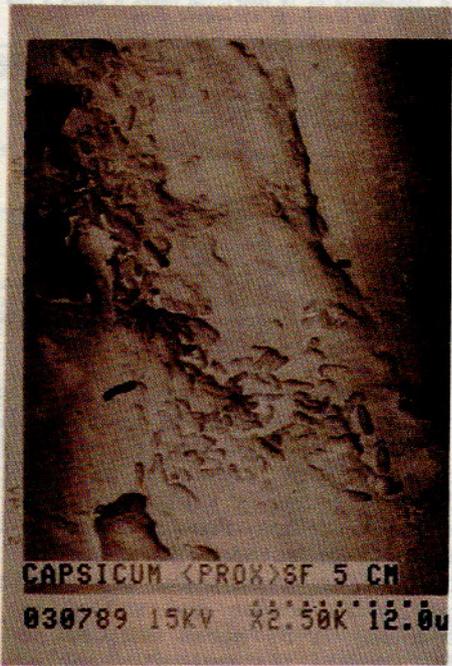


Fig. 2. Distribución de las bacterias en la superficie del fruto del chile dulce:

- A. En la parte alta del fruto.
- B. En la parte media del fruto.
- C. Bacterias en cavidades con presencia de residuos orgánicos.

bas realizadas. Los resultados muestran que las bacterias asociadas con la presencia de Neosilba spp. son P. fluorescens, E. carotovora y E. chrysanthemi y Pseudomonas spp. (Cuadros 7 y 8).

CUADRO 7. Características generales de cepas Pseudomonas spp. y patrones en la ATCC. Turrialba, 1989.

| PRUEBA          | AISLAMIENTO NUMERO |      |      |      |       |       | CEPA ATCC No.<br>10844 |
|-----------------|--------------------|------|------|------|-------|-------|------------------------|
|                 | F-2                | F-7  | F-8  | F-9  | PN-11 | PN-13 |                        |
| Número flagelos | 2                  | 0    | 2    | 2    | 2     | 2     | 2                      |
| Gram            | -                  | -    | -    | -    | -     | -     | -                      |
| Oxidasa         | +                  | +    | +    | +    | +     | +     | +                      |
| Levan           | +                  | +    | +    | +    | +     | +     | +                      |
| Gelatinas       | +                  | +    | +    | +    | +     | +     | +                      |
| Almidón         | -                  | -    | -    | -    | -     | -     | -                      |
| Urea            | +                  | +    | +    | +    | +     | +     | +                      |
| 41°C            | -                  | -    | -    | -    | -     | -     | -                      |
| Arginina        | +                  | +    | +    | +    | +     | +     | +                      |
| Fluorescencia   | +                  | +    | +    | +    | +     | +     | +                      |
| Catalasa        | -                  | -    | -    | -    | -     | -     | -                      |
| Identificación* | P.f.               | P.sp | P.f. | P.f. | P.sp  | P.sp  | P.f.                   |

\*P.sp = Pseudomonas sp; P.f. = E. fluorescens

CUADRO 8. Identificación de Erwinia usadas en diferentes pruebas.

| PRUEBAS          | AISLAMIENTO NUMERO                 |     |                                  |                                    |                                  | CEPA ATCC NUMERO                 |                                                                        |
|------------------|------------------------------------|-----|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
|                  | F-1                                | F-7 | F-10                             | PN-3                               | PN-8                             | PS-1                             | 495<br>4662                                                            |
| Gram             | +                                  | +   | +                                | +                                  | +                                | +                                | +                                                                      |
| Catalasa         | +                                  | +   | +                                | +                                  | +                                | +                                | +                                                                      |
| UF               | +                                  | +   | +                                | +                                  | +                                | +                                | +                                                                      |
| Movilidad        | +                                  | +   | +                                | +                                  | +                                | +                                | +                                                                      |
| Peritrica        | +                                  | +   | +                                | +                                  | +                                | +                                | +                                                                      |
| f. crecientado   | -                                  | -   | -                                | -                                  | -                                | -                                | -                                                                      |
| Pigmentación     | -                                  | -   | -                                | -                                  | -                                | -                                | -                                                                      |
| Levan            | -                                  | -   | -                                | -                                  | -                                | -                                | -                                                                      |
| 36 C             | +                                  | +   | +                                | +                                  | +                                | +                                | +                                                                      |
| H <sub>2</sub> S | +                                  | +   | +                                | +                                  | +                                | +                                | +                                                                      |
| Acetina          | +                                  | +   | +                                | +                                  | +                                | +                                | +                                                                      |
| Ureasa           | +                                  | +   | +                                | +                                  | +                                | +                                | +                                                                      |
| Pectato          | +                                  | +   | +                                | +                                  | +                                | +                                | +                                                                      |
| Gas glucosa      | +                                  | +   | +                                | +                                  | +                                | +                                | +                                                                      |
| Gelatina         | +                                  | +   | +                                | +                                  | +                                | +                                | +                                                                      |
| Penilamina       | +                                  | +   | +                                | +                                  | +                                | +                                | +                                                                      |
| Indol            | +                                  | +   | +                                | +                                  | +                                | +                                | +                                                                      |
| Nitratos         | +                                  | +   | +                                | +                                  | +                                | +                                | +                                                                      |
| Inositol         | +                                  | +   | +                                | +                                  | +                                | +                                | +                                                                      |
| Almidón          | -                                  | -   | -                                | -                                  | -                                | -                                | -                                                                      |
| Sorbitol         | +                                  | +   | +                                | +                                  | +                                | +                                | +                                                                      |
| Mannitol         | +                                  | +   | +                                | +                                  | +                                | +                                | +                                                                      |
| Lactosa          | +                                  | +   | +                                | +                                  | +                                | +                                | +                                                                      |
| Ramona           | +                                  | +   | +                                | +                                  | +                                | +                                | +                                                                      |
| Salicina         | +                                  | +   | +                                | +                                  | +                                | +                                | +                                                                      |
| ESPECIE          | <u>E. chry-</u><br><u>santhemi</u> | ?   | <u>E. caro-</u><br><u>lovora</u> | <u>E. chry-</u><br><u>santhemi</u> | <u>E. caro-</u><br><u>lovora</u> | <u>E. caro-</u><br><u>lovora</u> | <u>E. caro-</u><br><u>lovora</u><br><u>E. chry-</u><br><u>santhemi</u> |

La cepa F-7 no se pudo identificar ni a nivel de genero, es una enterobacteriacea extraña ya que no posee flagelos. La unica bacteria fermentadora que ataca a las plantas y que reúne esta característica es E. stewartii. Al analizar el comportamiento de esta cepa en las 25 pruebas realizadas y a lo informado en el Bergey's para E. stewartii, se observa que existen muchas pruebas disimiles tales como la prueba de H<sub>2</sub>S, gelatina, reducción de nitratos y algunas pruebas de azúcares. Todo esto permite concluir que esta cepa F-7 no corresponde a una de las especies de erwinias descritas hasta el momento.

Las cepas PN-8 y F-1 posiblemente sean E. chrysanthemi, a pesar de que difieren en la prueba de ureasa con la cepa patrón de la

ATCC. En este caso es necesario realizar pruebas más sofisticadas tales como la de ácidos grasos para identificar plenamente estas cepas.

Los resultados obtenidos concuerdan con los de Lopez (1986) y Rivera (1987) quienes también determinaron las mismas especies encontradas en este trabajo como los agentes causales de la pudrición suave del chile antes y después de la cosecha. Al mismo tiempo se encontraron como colonizadores de la superficie del fruto.

Para próximas investigaciones será necesario determinar con exactitud el papel que juega la mosca Neosilba sp. y otros insectos en la diseminación y supervivencia de las bacterias causantes de la pudrición negra y suave del chile. Asimismo conviene identificar aquellas cepas problemas, detectadas en este trabajo. □

## RESUMEN

En las condiciones lluviosas del trópico húmedo de Panamá y Costa Rica el principal problema insectil del chile dulce, Capsicum annuum, lo ocasiona la mosca Neosilba spp., la que puede destruir hasta el 50% de los frutos. La mosca ataca principalmente frutos jóvenes, coloca sus huevos en la superficie y al eclosionar, las larvas penetran el fruto. Una pudrición negra de aspecto acuoso se desarrolla en diferentes partes del fruto e induce a su caída. Esta pudrición se observa de 2 a 5 días después de la penetración del insecto. En Turrialba, Costa Rica reconocimientos de bacterias asociadas a la necrosis del fruto, determinaron que en su gran mayoría, son bacterias de los géneros Pseudomonas y Erwinia. Las pruebas de patogenicidad resultaron positivas para las especies identificadas: P. fluorescens, E. carotovora, E. chrysanthemi, Pseudomonas spp. El síntoma en frutos pequeños es una pudrición negra mientras que en frutos grandes se desarrolla una pudrición suave. Estudios del fruto determinaron la presencia de poblaciones de dichas especies en la superficie de frutos sanos.

## LITERATURA CITADA

- ANTILLON, F.; GAMBOA, M.; MORA, J.; RODRIGUEZ, E. 1985. Bacteriología diagnóstica. San José, C.R. Universidad de Costa Rica. 162 p.
- FAHY, P.G. y PERSLEY, G.J. 1983. Plant bacterial diseases. A diagnostic guide. N.Y. Academic Press. 393 p.
- HERNANDEZ, A.; SHANNON, P.; BLANCO, H. 1989. Avances sobre umbrales de acción para el control químico de la mosca del chile Neosilba sp. (Diptera: Lonchaeidae) en Turrialba. In II Congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas. Guatemala. 1989. Memorias, Ciudad Guatemala. p. 12.

KELMAN, A.; DICKEYS, S. 1980. Soft rot or "carotovora" group. En Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria. N. W. Schaad, Ed. Department of Plant Pathology University of Georgia Experiment, Ga. for Bacteriology Committee of American Phytopathological Society.

KRIEG, N.; HOLT, J. (Eds). 1984. Bergey's manual of determinative bacteriology. 9th Ed. Baltimore. Williams and Wilkins. Vol I,II.

JIMENEZ, J.; BUSTAMANTE, E.; BERMUDEZ W.; GAMBOA, A. 1987. Respuesta de cuatro cultivos de chile dulce a marchitez fungosa en Costa Rica. In XXVIII Reunión De APS, Sección del Caribe. Guatemala. Memorias. Ciudad Guatemala p. 3.

\_\_\_\_\_; BUSTAMANTE, E.; BERMUDEZ, W.; GAMBOA, A. 1989. Resistencia de líneas de chile dulce a *P. capsici*. In II Congreso Regional de Manejo Integrado de Plagas, Guatemala. Resúmenes, Ciudad Guatemala. s.p.

LELLIOT, R.A.; STEAD, D.E. 1988. Methods for the diagnosis of bacterial disease of plants. London, British Society for Plant Pathology. 213 p.

LOPEZ, C. 1985. Estudio preliminar sobre la pudrición blanda del chile dulce *Capsicum* spp. Tesis Lic. Ing. Agr. Centro Universitario de Occidente, Grecia. Universidad de Costa Rica. p. 60.

PEROMBELON, M.; A. KELMAN. 1980. Ecology of the soft rot *Erwinia*. Annual Review of Phytopathology, No. 18:361-387.

RIVERA, O. 1987. Efecto de la temperatura en la manifestación de patogenicidad de microorganismos portados sobre la superficie de frutos de chile dulce *Capsicum annuum*. Tesis de Ingeniero Agrónomo, UNA, Heredia, Costa Rica. 78 p.

SCHAAD, N.W. 1980. Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria. Department of Plant Pathology University of Georgia Experiment, Ga. for Bacteriology Committee of American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota, 74 p.

SHANNON, P.; CARBALLO, M. 1988. Estudio preliminar sobre umbrales de acción de la mosca del chile *Neosilba* sp. (Diptera: Lonchaeidae) en Turrialba, Costa Rica. In XXXIII Congreso PCCMCA, San José, Costa Rica, 1988. Memorias. San José, MAG. p. 45.



**¿COORDINANDO UN CURSO O UNA REUNION  
ESPECIALIZADA?**



Envíe oportunamente su  
anuncio para el próximo  
"Boletín Informativo"  
MIP  
Este es un servicio  
trimestral y gratuito  
del Proyecto  
RENARM/MIP/CATIE

PARASITISMO DE Plutella xylostella L.  
(Lepidoptera: plutellidae) POR Diadegma insulare  
(Cresson) (Hymenoptera: Ichneumonidae) EN CULTIVO  
DE REPOLLO Brassica oleracea var. capitata EN HONDURAS

Roberto J. Cordero\*  
Ronald D. Cave\*

ABSTRACT

In the localities of Tatumbula and El Zamorano, Department of Francisco Morazan, cabbage plots were sampled to determine parasitism by Diadegma insulare (Cresson) of Plutella xylostella L. (PDD). Treatments included: a) conventional management, applications of pyrethroids, organophosphates and carbamates for control of PDD; b) applications of Dipel, Bacillus thuringiensis Berliner; c) no insecticide applications.

Parasitism of PDD was evaluated in collections of fourth instar larvae and prepupae that were collected weekly from June 1988 to January 1989. In El Zamorano 23.2%, 26.9% and 29.3% parasitism and in Tatumbula 18.5%, 23% and 28.5% parasitism was found for treatments a, b and c, respectively. The later phenological stages of the crop presented the greatest levels of PDD parasitism. In the conventional treatment, parasitism was reduced 21% (El Zamorano) and 36% (Tatumbula) and with Dipel it was reduced 8% (El Zamorano) and 20% (Tatumbula) in comparison to no chemicals. The use of selective insecticides for PDD control, which do not cause direct mortality to parasitoids which provide biological control of PDD, and the further study of the ecology of D. insulare to find practices which might increase its parasitism of PDD, are commended.

INTRODUCCION

El repollo, Brassica oleracea L. var. capitata, es la hortaliza de mayor consumo fresco en Honduras y la segunda en cuanto a volumen de producción. La plaga insectil más importante entre los problemas fitosanitarios, es Plutella xylostella L. (Lepidoptera: Plutellidae), conocida como "palomilla dorso de diamante" (PDD) cuyo control es de gran preocupación para los agricultores; los métodos de control normalmente incluyen aplicaciones frecuentes de insecticidas químicos de alta toxicidad (Secaira y Andrews 1987).

De los enemigos naturales de PDD, el orden Hymenoptera es el que ejerce más control sobre sus poblaciones, principalmente las familias Ichneumonidae y Braconidae (Lim 1985). Según estudios realizados, ningún parasitoide es capaz de efectuar un control total de PDD

por sí mismo, a excepción de Diadegma semiclausum (Hellen) (= eucerophaga Horstmann) y posiblemente Diadegma fenestrale (Holmgren). Los parasitoides larvales son los que muestran el mayor potencial de control, siendo los géneros de mayor importancia en orden decreciente: Diadegma, Apanteles (= Cotesia) y Microplitis (Lim 1985).

Diadegma insulare (Cresson) (Hymenoptera: Ichneumonidae) es un endoparasitoide larval solitario obligado que ataca larvas de PDD, preferiblemente de segundo y tercer estadio, emergiendo de la prepupa. El ciclo de vida es de 16 días en promedio (Ochoa, Carballo y Quezada 1989). Diadegma insulare ha sido reportada en muchos países parasitando PDD en crucíferas. En Canadá, fue reportada por Harcourt (1960), en EEUU por Oatman y Platner (1969), en México por Harcourt (1960), en Honduras por Secaira y Andrews (1987), en Costa Rica por Ochoa, Carballo y Quezada (1989), en Cuba por Castineiras y Hernández (1980), en Puerto Rico por Medina (1977) y en Venezuela por F. Días (com. pers.). Carballo y Quezada (1987) en Costa Rica encontraron 7.6-16% de parasitismo en distintas localidades. Carballo et al. (1989) encontraron que en la estación lluviosa se tenía hasta 36.0% de parasitismo por D. insulare y en la estación seca 7%. Hernández (1988) encontró parasitismo de 7% por D. insulare en lotes de repollo sin malezas y 5% en lotes con malezas en ensayos hechos en Costa Rica.

El control biológico que ejercen los enemigos naturales de PDD no ha sido investigado adecuadamente en Honduras. No se conoce el impacto y dinámica poblacional de D. insulare, así como de otros parasitoides de PDD, incluyendo parasitoides secundarios o hiperparasitoides. Con el presente estudio, se evaluó el nivel y la variación del parasitismo por D. insulare en PDD con tres tratamientos para el control de PDD en una zona repollera de alta elevación y otra zona de baja elevación en el departamento de Francisco Morazán, Honduras.

\*Investigador Asociado y Profesor, respectivamente Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana. Apartado Postal 93. Tegucigalpa, Honduras.

## MATERIALES Y METODOS

En las localidades de El Zamorano (800 msnm) y Tatumbula (1 800 msnm) se escogieron lotes de repollo de un área de 600 m<sup>2</sup>. En cada localidad se evaluaron los siguientes tratamientos para el control de PDD:

- Convencional. Manejo por el agricultor con aplicaciones de insecticidas que normalmente se utilizan para el control de PDD (piretroides, carbamatos, organofosforados).
- Aplicaciones de *Bacillus thuringiensis* Berliner (Dipel).
- No-Químicos. Sin aplicación de insecticidas para el control de PDD.

En cada localidad se efectuaron las prácticas culturales que normalmente realizan los agricultores tales como: semilleros, trasplante, riego, fertilización y control de malezas (Secaira y Andrews 1987).

Se realizó un muestreo semanal en cada localidad, revisando 20 plantas por tratamiento escogidas al azar. Se anotó la etapa fenológica del cultivo según Andaloro et al. (1984). Los muestreos se dividieron en dos tipos:

- Del trasplante a la formación de cabeza, se muestreó todo el follaje de la planta sin destruirla.
- De la formación de cabeza hasta la cosecha, se efectuó un muestreo destructivo de cada planta.

De cada planta se recolectaron larvas de PDD del cuarto estadio y prepupas, las que se anotaban y transportaban al laboratorio en botes plásticos. Los especímenes recolectados eran criados hasta la emergencia de adultos, se registraron los números de adultos emergidos de PDD y de *D. insulare* y se anotó el sexo de cada parasitoide adulto. Se utilizó la prueba de Chi cuadrado de homogeneidad de proporciones, para comparar el porcentaje de parasitismo y la proporción de los sexos.

Para evaluar el rendimiento del cultivo se pesaron 10 cabezas de repollo por tratamiento y se efectuó la separación de medias con la prueba Duncan al 10%. Para evaluar la calidad del cultivo se usó la escala de daño de Chalfant (1965) con base en el porcentaje de área foliar dañada.

## RESULTADOS Y DISCUSION

El número total de PDD en El Zamorano a través del ciclo del cultivo, fue mayor para el tratamiento convencional (297) comparado

con Dipel (253) y no-químicos (208). El nivel de infestación de PDD fue más alto durante las últimas cinco etapas fenológicas y, bajo para las primeras cuatro del cultivo (Cuadro 1). La diferencia en los números de PDD en etapas fenológicas fue notable, 9 entre los tratamientos con pesticidas y el tratamiento sin aplicaciones.

Se encontró en El Zamorano variación de los niveles de parasitismo de 12 a 36% para el tratamiento convencional, de 11 a 35% para Dipel y de 18 a 47% para no-químicos. Los mayores niveles ocurrieron en las últimas tres etapas fenológicas del cultivo para los tres tratamientos (Cuadro 1). Ningún parasitismo fue evidente cuando el repollo estuvo en estado de plántula (etapa fenológica 1). Estos resultados son similares a los de Carballo et al. (1989) quienes encontraron 36.0% de parasitismo en el cultivo de la etapa de llenado de cabeza y en época lluviosa.

El porcentaje total de parasitismo fue diferente únicamente entre los tratamientos convencional (23.2%) y no-químicos (29.3%). El tratamiento convencional redujo el parasitismo en 21% y el Dipel lo redujo en 8% al compararlo con no-químicos (Cuadro 1). En el tratamiento convencional el parasitismo bajó significativamente entre las etapas fenológicas 5 y 6, pero se incrementó entre las etapas 7 y 8. En el tratamiento no-químicos, los incrementos de parasitismo no fueron significativamente diferentes entre las etapas fenológicas consecutivas. Para los tres tratamientos el 75% del parasitismo ocurrió en la última mitad del cultivo.

Cuadro 1. Número de PDD y *D. insulare* y porcentaje de parasitismo por 20 plantas en El Zamorano.

| VARIABLE           | TRATAMIENTO  | ETAPA FENOLOGICA |       |       |       |       |        | TOTAL  |
|--------------------|--------------|------------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
|                    |              | 1-4              | 5     | 6     | 7     | 8     | 9      |        |
| PDD                | Convencional | 38               | 27    | 74    | 11    | 37    | 118    | 297    |
|                    | Dipel        | 24               | 23    | 19    | 11    | 69    | 107    | 253    |
|                    | No-químicos  | 17               | 113   | 17    | 6     | 21    | 34     | 208    |
| <i>D. insulare</i> | Convencional | 7                | 7     | 9     | 4     | 11    | 31     | 69     |
|                    | Dipel        | 5                | 6     | 2     | 2     | 24    | 29     | 68     |
|                    | No-químicos  | 5                | 26    | 3     | 6     | 9     | 16     | 61     |
| Parasitismo        | Convencional | 23.3a*           | 25.9a | 12.2a | 36.4a | 29.7a | 26.3a  | 23.2a  |
|                    | Dipel        | 28.8a            | 26.1a | 18.5a | 18.2a | 34.8a | 27.1a  | 26.9ab |
|                    | No-químicos  | 29.4a            | 23.8a | 17.6a | 33.3a | 42.8a | 47.1 b | 29.3 b |

\* Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos.

La proporción de sexos de *D. insulare* en El Zamorano fue igual para los tratamientos convencional y Dipel (1♂: 1.3 ♀), pero en el tratamiento no-químicos fue mayor la proporción de machos (1♂: 0.8 ♀), siendo esta diferencia entre sexos, significativa para los tres tratamientos.

En Tatumbra, el número total de PDD a través del ciclo del cultivo, fue mayor para el tratamiento no-químico (326) comparado con los de convencional (124) y Dipel (139). La población de PDD fue mayor en las últimas cinco etapas fenológicas del cultivo (Cuadro 2). Al contrario de El Zamorano, el tratamiento no-químico, llevó más de tres veces más PDD en la etapa fenológica 9, que los tratamientos con aplicaciones de pesticidas.

Los niveles de parasitismo en Tatumbra tuvieron variación de 9 a 22% para el tratamiento convencional, de 18 a 26% para Dipel y de 23 a 32% para no-químicos (Cuadro 2). Durante las primeras cuatro etapas

Cuadro 2. Número de PDD y *D. insulare* y porcentaje de parasitismo por 20 plantas en Tatumbra.

| VARIABLE           | TRATAMIENTO  | ETAPA FENOLÓGICA |       |       |        |        |        | TOTAL  |
|--------------------|--------------|------------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
|                    |              | 1-4              | 5     | 6     | 7      | 8      | 9      |        |
| PDD                | Convencional | 14               | 19    | 17    | 11     | 32     | 31     | 124    |
|                    | Dipel        | 17               | 17    | 9     | 13     | 41     | 42     | 139    |
|                    | No-químicos  | 21               | 18    | 26    | 29     | 96     | 136    | 326    |
| <i>D. insulare</i> | Convencional | 4                | 4     | 3     | 1      | 7      | 4      | 23     |
|                    | Dipel        | 5                | 3     | 2     | 3      | 8      | 11     | 32     |
|                    | No-químicos  | 9                | 5     | 6     | 9      | 31     | 34     | 94     |
| Parasitismo        | Convencional | 28.6a*           | 21.8a | 17.6a | 9.1a   | 21.9a  | 12.9a  | 18.5a  |
|                    | Dipel        | 29.4a            | 17.6a | 22.2a | 13.1ab | 19.5a  | 26.2ab | 23.8a  |
|                    | No-químicos  | 42.9a            | 27.8a | 23.1a | 11.8 b | 32.3 b | 25.8 b | 28.8 b |

\* Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos.

fenológicas combinadas ocurrió mayor parasitismo, que en cualquier otra etapa fenológica individual. En casi todas las etapas fenológicas del cultivo los porcentajes de parasitismo fueron mayores para el tratamiento no-químicos comparado con Dipel y convencional. Se encontró diferencia significativa de parasitismo total entre los tratamientos convencional vs. no-químicos y Dipel vs. no-químicos, pero no hubo diferencia significativa entre los tratamientos convencional vs. Dipel. En el tratamiento convencional se redujo el parasitismo en 36% y con Dipel se redujo en 20% al compararlo con no-químicos. Al comparar parasitismo por etapas fenológicas entre tratamientos, se encontró diferencia en la etapa 9 entre los tratamientos convencional vs. Dipel y convencional vs. no-químicos y en la etapa 8 en Dipel vs. no-químicos. En el tratamiento convencional hubo incremento significativo de parasitismo únicamente de la etapa 7 a 8. En los tratamientos Dipel y no-químicos no hubo incrementos significativos entre etapas consecutivas.

La proporción de sexos de *D. insulare* en Tatumbra fue similar para los tres tratamientos. Para el tratamiento convencional fue (1 ♂ : 1.2 ♀), Dipel (1 ♂ : 1.1 ♀) y no-químicos (1 ♂ : 1 ♀). Las diferencias entre sexos no fueron significativas.

Al comparar el porcentaje total de parasitismo entre el tratamiento no-químicos, no existió una diferencia significativa entre El Zamorano (29.3%) y Tatumbra (28.8%), aunque ocurrió 1.6 veces más PDD en Tatumbra (326) que en El Zamorano (208). Es interesante notar que, la máxima incidencia de PDD ocurrió durante la etapa fenológica 5, en El Zamorano y para Tatumbra ocurrió en las etapas 8 y 9. El retraso en Tatumbra, pudo deberse a temperaturas menores en esta zona. El parasitismo total en los tratamientos Dipel y convencional, no fue significativamente diferente entre El Zamorano (26.9% y 23.2%) vs. Tatumbra (23% y 18.5%). Entonces, la densidad del hospedero aparentemente no afecta el nivel de parasitismo por *D. insulare*, o existe algún factor negativo que reduce el parasitismo de un nivel que debería existir con una densidad más alta de la plaga (Ej. temperaturas más bajas, más altos niveles de lluvia).

En ambas localidades el repollo cosechado fue de mejor calidad y mayor peso promedio por cabeza, para el tratamiento convencional (Cuadro 3). Estos resultados concuerdan con los de Carballo *et al.* (1989) quienes en época lluviosa encontraron mayor diámetro y peso de repollo con tratamientos químicos de PDD. Es obvio que evitar el uso de insecticidas químicos de alta toxicidad, conserva los enemigos naturales como *D. insulare*, pero los químicos son necesarios para disminuir el daño causado por PDD y producir repollos comercializables.

Cuadro 3. Rendimiento y Calidad de Repollo Cosechado en El Zamorano y Tatumbra.

| PLANTA | El Zamorano |       |       | Tatumbra |       |       |
|--------|-------------|-------|-------|----------|-------|-------|
|        | Conv.       | Dipel | No.-Q | Conv.    | Dipel | No.-Q |
|        | kg/cabeza   |       |       |          |       |       |
| 1      | 2.11        | 1.92  | 1.64  | 2.38     | 2.15  | 1.43  |
| 2      | 2.81        | 2.31  | 1.71  | 2.31     | 1.91  | 1.62  |
| 3      | 2.41        | 2.13  | 1.43  | 2.18     | 1.84  | 1.76  |
| 4      | 3.22        | 1.72  | 1.67  | 2.19     | 2.06  | 1.52  |
| 5      | 2.73        | 2.43  | 2.01  | 2.88     | 2.13  | 1.48  |
| 6      | 3.16        | 2.24  | 1.91  | 2.13     | 2.06  | 1.51  |
| 7      | 2.51        | 1.65  | 2.04  | 2.34     | 2.09  | 1.47  |
| 8      | 2.72        | 2.91  | 1.71  | 1.64     | 2.17  | 2.06  |
| 9      | 3.48        | 2.83  | 2.61  | 2.32     | 1.98  | 1.73  |
| 10     | 3.52        | 1.35  | 1.64  | 2.34     | 2.12  | 1.52  |
| x      | 2.86a*      | 2.51b | 1.71c | 2.23a    | 2.11a | 1.57b |
| Escala | 1           | 3     | 5     | 2        | 3     | 5     |

\* Separación de medios entre tratamientos por prueba de Duncan (α = 0.1)

## CONCLUSIONES

- El uso de insecticidas químicos sintéticos, reduce significativamente el parasitismo de PDD por *D. insulare*. La reducción del parasitismo con el uso de Dipel es variable.
- La última mitad del ciclo del cultivo presenta mayor parasitismo en PDD, para los

tres tratamientos en El Zamorano, pero el parasitismo es similar entre etapas fenológicas en Tatumbla.

- Aunque el uso de insecticidas químicos convencionales tiene un impacto negativo sobre el parasitismo por *D. insulare*, su uso es aparentemente necesario para producir un buen producto comercial.

#### RECOMENDACIONES

- Utilizar insecticidas para el control de *Plutella xylostella*, que no ocasionen mortalidad directa a los parasitoides, como el insecticida selectivo Dipel.
- Estudiar la ecología y biología de *D. insulare*, para buscar prácticas que aumenten el parasitismo que efectúa sobre *Plutella xylostella*.
- Determinar y utilizar niveles críticos para controlar PDD con el propósito de conservar *D. insulare* sin causar daño económico al cultivo.

#### RESUMEN

En las localidades de Tatumbla y El Zamorano, Departamento de Francisco Morazán, se muestrearon lotes de repollo para determinar parasitismo por *Diadegma insulare* (Cresson) en *Plutella xylostella* L. (PDD). Los tratamientos incluyeron: a) manejo convencional, aplicaciones de piretroides, organofosforados y carbamatos para el control de PDD; b) aplicaciones de Dipel, *Bacillus thuringiensis* Berliner; c) no aplicación de insecticidas.

Se evaluó parasitismo de PDD en recolecciones de larvas de cuatro estadios y prepupas recolectadas semanalmente de junio de 1988 a enero de 1989. Se encontró en El Zamorano 23.2%, 26.9% y 29.3% de parasitismo y en Tatumbla 18.5%, 23% y 28.8% para los tratamientos a, b y c respectivamente. Las últimas etapas fenológicas del cultivo presentaron mayores niveles de parasitismo de PDD. En el tratamiento convencional se redujo el parasitismo en 21% (El Zamorano) y en 36% (Tatumbla) y con Dipel se redujo en 8% (El Zamorano) y 20% (Tatumbla) al compararlo con no-químicos. Se recomienda el uso de insecticidas selectivos para el control de PDD que no ocasionen mortalidad directa a los parasitoides que efectúan control biológico en PDD, y estudiar en detalle la ecología de *D. insulare* para encontrar prácticas que aumenten su parasitismo sobre PDD.

#### LITERATURA CITADA

ANDALORO, J.T.; HOY, C.W.; ROSE, K.B.; TETTE, J.P.; SHELTON, A.M. 1983. A review of cabbage pest management in New York: From the pilot project to the private sector. New York Food and Life Sciences Bulletin No. 105.

CARBALLO V., M.; HERNANDEZ, M.; QUEZADA, J.R. 1989. Efecto de los insecticidas y de las malezas sobre *Plutella xylostella* (L.) y su parásito *Diadegma insulare* (Cress) en repollo. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No.11:1-20.

\_\_\_\_\_; QUEZADA, J.R. 1988. Estudios del parasitoide de *Plutella xylostella* L., *Diadegma insulare* (Cresson) en Costa Rica. V Congreso Nacional y I Centroamericano, México y el Caribe de Manejo integrado de Plagas. Guatemala, 5-7 de agosto, 1987. Memorias. Asociación Guatemalteca de Manejo integrado de Plagas. p. 146-153.

CASTINEIRAS, A.; HERNANDEZ, L. 1980. New host of *Spilochalcis hirtifemora* (Ashmead) (Hymenoptera: Chalcididae) for Cuba. Poeyana (Cuba) 209:1-9.

CHALEFANT, R.B.; BRETT, C.H. 1965. Cabbage growth stages. New York Food and Life Sciences Bull. No. 101.

HERNANDEZ, M. 1988. Efecto de los insecticidas y las malezas sobre *Diadegma* spp. (Cress.) parásito de *Plutella xylostella* (L.) en repollo. Tesis Ing. Agr.; Univ. Costa Rica, San José. 84 p.

HARCOURT, D.G. 1960. Biology of the diamond-back moth *Plutella maculipennis* (Curt.) (Lepidoptera: Plutellidae) in eastern Ontario. III. Natural Enemies. Canadian Entomologist 92:419-428.

LIM, G.S. 1985. Biological control of diamondback moth. In Diamondback moth management. N.S. Talekar y T. D. Briggs. ed. First International Workshop. Proceedings. Taiwan. p. 159-171.

MEDINA, G. 1977. New arthropod records for Puerto Rico. J. Agric. 61(3):409.

OATMAN, E.R.; PLATNER, G.R. 1969. An ecological study of insect populations on cabbage in southern California. Hilgardia 40(1):1-40.

OCHOA, R.; CARBALLO V., M.; QUEZADA, J.R. 1989. Algunos aspectos de la biología y comportamiento de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) y de su parasitoide *Diadegma insulare* (Himenoptera: Ichneumonidae). Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No.11:21-30.

**EVALUACION DE TRAMPAS DE FEROMONA SEXUAL  
EN LA CAPTURA DE MACHOS DE Plutella xylostella L.  
(Lepidoptera : Plutellidae) EN REPOLLO  
(Brassica oleracea var. Capitata)**

Nidia Mora C.\*  
Carlos L. Rodríguez V.\*\*  
Carlos S. Lépiz Ch.\*\*

**ABSTRACT**

Plutella xylostella pheromones were used in four experiments to determine the nature of catches under different conditions of traps such as color, altitude above ground and lateral apertures.

More catches were obtained of P. xylostella using water traps, disposable plastic either of one gallon or two liters. Color of traps was not significant, although more catches were made with yellow, white and blue traps. The best height above ground was 20 cm. The most effective design of trap was that of two lateral apertures either of 5 x 5 or 10 x 15 cm.

**INTRODUCCION**

Una de las preocupaciones esenciales de los productores de repollo en la localidad de Alfaro Ruiz, Costa Rica, es la de combatir la plaga de Plutella xylostella L. Para ello emplean insecticidas en forma calendarizada, sin considerar el grado de infestación, ni el nivel de pérdida económica. Dicha técnica de combate eleva los costos de producción, ocasiona una severa contaminación ambiental y la presencia de residuos tóxicos. Trae consecuencias negativas sobre la salud humana, crea resistencia de la plaga a los insecticidas, elimina los enemigos naturales, y reduce las posibilidades de utilizar el control biológico. Por esta razón se recomienda el empleo de feromonas, el cual permite conocer el comportamiento biológico de las poblaciones de P. xylostella según la captura de machos adultos (Mora 1990).

Las feromonas sexuales pueden disminuir poblaciones de insectos plaga, detectar la presencia de insectos de interés agrícola, conocer el comportamiento de las poblaciones de plagas y tomar decisiones sobre el uso adecuado de los insecticidas (Knipling 1979).

Chow (1981) señala que el empleo de la feromona sexual de P. xylostella, es útil en la captura masiva de esta plaga. Sirve para crear confusión en los sexos y evitar su cópula, facilitando el estudio y seguimiento de las poblaciones de este insecto en el campo.

Después de varios años de trabajo, con los componentes de la feromona sexual de P. xylostella, se descubrió que consta de tres componentes: (Z)-11 hexadecenal, (Z)-11 hexadecenyl acetato y (Z)-11 hexadecenol (Ando et al 1979). La proporción de estos tres ingredientes, ha mostrado diferentes respuestas en las capturas, en Taiwán (Chow y Lin 1983) y en Canadá (Chisholm et al 1983). El análisis de estas respuestas hace pensar que se deba a factores exógenos, tales como variaciones del medio ambiente o a factores endógenos, incluyendo la existencia de biotipos del mismo insecto (Maa 1986).

Chow y Lin (1983), trabajaron con trampas de feromona de P. xylostella, de pegamento a doble capa y trampas plásticas de cono con insecticida. Dichos autores señalan que estas últimas trampas son apropiadas en programas extensivos de manejo de plagas.

Los objetivos de esta investigación sobre la captura de P. xylostella fueron:

- Evaluar los diseños de las trampas, que sean económicos y de fácil adquisición por los agricultores.
- Determinar el efecto del color en la captura.
- Confirmar la altura adecuada de las trampas sobre el suelo.
- Evaluar el efecto de las aberturas laterales de las trampas en las capturas de P. xylostella.

\* Oficina Local de Alfaro Ruiz. Dirección Meseta Central Occidental. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica.

\*\*Departamento de Entomología. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica.

## MATERIALES Y METODOS

Para facilitar el trabajo y lograr los objetivos propuestos, la investigación se cubrió mediante los cuatro experimentos siguientes:

- Diseño de trampas. Se realizó en Laguna y Pueblo Nuevo de Palmira, localidades del cantón de Alfaro Ruiz, provincia de Alajuela, Costa Rica, durante el período 19 de abril al 5 de julio de 1989. Se efectuó a una altitud de 1 780 y 2 010 msnm respectivamente, con una temperatura promedio anual de 17°C y 2 200 mm anuales de precipitación. El suelo es de topografía irregular, de textura loam arenosa, con un pH de 5.5 a 6.5. Esta zona se clasifica como bosque premontano bajo, muy húmedo, según la clasificación de zonas de vida (Holdridge 1979).

Se emplearon los cultivares de repollo híbridos, Izalco (en Laguna) y Stone Head (Pueblo Nuevo), agronómicamente bien adaptados a la región y ampliamente utilizados por los agricultores.

Los tratamientos (trampas) evaluados fueron: trampa de agua en recipiente plástico blanco (3.785 l) (Figura 1); trampas de agua de recipiente plástico transparente de 2.00 l; trampa de agua en recipiente plástico verde transparente de 2.00 l (Figura 2) y trampa de cartón adhesivo en la base (Pherocon IC)(\*) y techo metálico modificada por Thingvold(\*\*), utilizada en Estados Unidos (Figura 3).

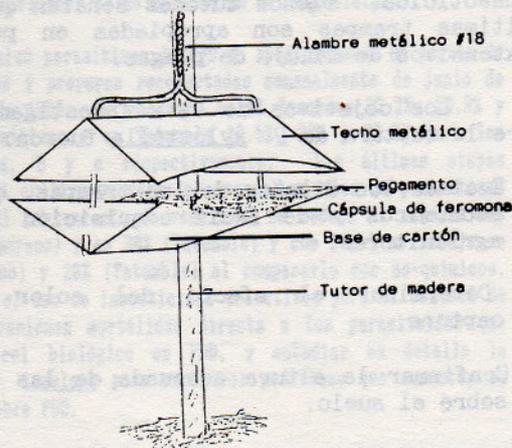


Fig. 1. Trampa de pegamento en la base y techo metálico.

(\*)Marca Registrada Zbecon Corporation. Palo Alto, California, USA.

(\*\*)Thingvold, M. Oregon State University. (Comunicación personal).

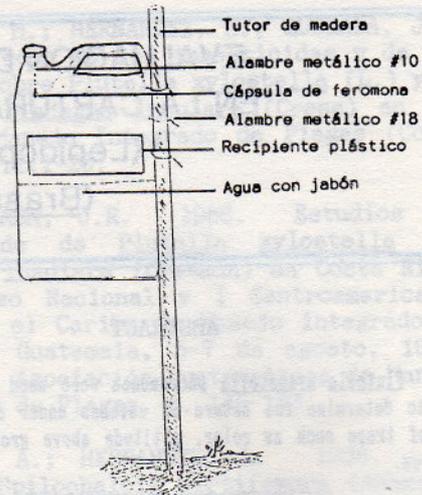


Fig. 2. Trampa de agua en un recipiente plástico blanco.

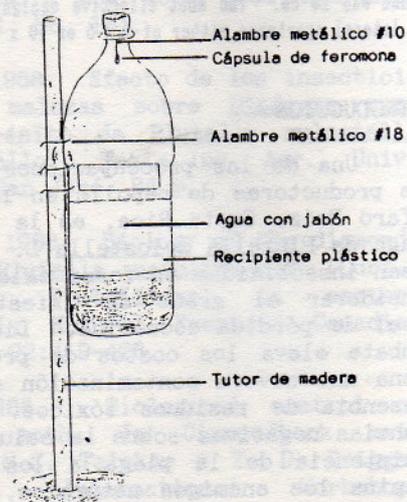


Fig. 3. Trampa de agua en recipiente plástico transparente.

En todos los tratamientos, las aberturas de las trampas estuvieron a 40 cm de la superficie del suelo y se amarraron con alambre calibre 18 a un tutor de madera y se colocaron a 30 m de distancia entre ellas. En la evaluación de cada semana se hizo intercambio del sitio de las trampas.

Se utilizó un diseño de parcelas divididas, dispuesto completamente al azar, con ocho repeticiones, con la parcela principal que corresponde al tipo de trampa y las subparcelas a las fechas de evaluación.

- Efecto del color. Se realizó del 11 de octubre al 6 de diciembre de 1989, en campos de repollo, ubicados en Palmira de Alfaro

Ruiz, a 10°12'42" latitud norte y 84°22'46" longitud oeste, a una altitud de 2 010 msnm, con un promedio anual de 2 667.4 mm de lluvia y 14.8°C, según la clasificación de zonas de vida (Holdridge 1979), se sitúa en bosque pluvial montano bajo.

#### Tratamientos Evaluados en Envase de Plástico:

| Nº | Capacidad  | Forma    | Color           |
|----|------------|----------|-----------------|
| 1  | 1 galón    | Cuadrado | Amarillo fuerte |
| 2  | 1 galón    | Redondo  | Blanco          |
| 3  | 1 galón    | Cuadrado | Rojo            |
| 4  | 1 galón    | Cuadrado | Negro           |
| 5  | 1 galón    | Cuadrado | Celeste         |
| 6  | 0.53 galón | Redondo  | Transparente    |
| 7  | 1 galón    | Redondo  | Azul            |
| 8  | 1 galón    | Redondo  | Gris            |
| 9  | 1 galón    | Cuadrado | Blanco          |

Una vez trasplantado el repollo las trampas se colocaron en un soporte de madera, con sus aberturas de 5 x 15 cm y a una altura de 40 cm de la superficie del suelo. Se dejó una distancia de 30 metros entre cada trampa. Se hizo intercambio del sitio de las trampas en cada evaluación semanal.

Se utilizó un diseño de parcelas divididas, dispuesto en bloques completos al azar, con cuatro repeticiones, con las trampas de diversos colores en la parcela grande y las semanas de evaluación en la parcela pequeña.

- Altura de trampas. Se realizó del 19 de julio al 13 de octubre de 1989, en una finca ubicada en La Brisa de Tapezco de Alfaro Ruiz, a 10°13'10" de latitud norte y 84°24'14" de longitud oeste, a una altitud de 1 820 msnm. Esta zona se clasifica como bosque premontano bajo, muy húmedo, según la clasificación de zonas de vida de Holdridge (1979).

Los tratamientos evaluados fueron:

1. Trampa en la superficie del suelo.
2. Trampa con la base a 20 cm del suelo.
3. Trampa con base a 40 cm del suelo.
4. Trampa móvil (se levanta según altura del cultivo).

Estas trampas se colocaron en un soporte de madera, con aberturas de 5 x 15 cm y se colocaron cuando se trasplantó la planta de repollo. Las trampas se colocaron a 15 m de distancia. En cada semana de evaluación se hizo intercambio del sitio de la trampa.

Se utilizó un diseño de parcelas divididas, dispuesto en bloques completos al azar, con cuatro repeticiones, con la altura de trampa en la parcela grande y las semanas de evaluación en la parcela pequeña.

- Abertura de las trampas. Se realizó del 28 de febrero al 9 de mayo de 1990, en una finca ubicada en Pueblo Nuevo de Palmira, a 2 010 msnm, a 10°12'42" latitud norte y 84°22'46" longitud oeste. Esta zona se clasifica como bosque pluvial montano bajo (Holdridge 1979).

Tratamientos evaluados según el tipo de trampa:

1. abertura de 5 x 4 cm
2. dos aberturas de 5 x 4 cm
3. abertura de 5 x 15 cm
4. dos aberturas de 5 x 15 cm
5. abertura de 10 x 15 cm
6. dos aberturas de 10 x 15 cm
7. abertura de 15x 15 cm
8. dos aberturas de 15 x 15 cm y
9. una abertura lateral y frontal de 15 x 25 cm

Una vez trasplantada la planta de repollo, las trampas se colocaron en un soporte de madera, a 20 cm de la superficie del suelo. Se dejó una distancia de 15 m entre cada una de ellas.

Se utilizó un diseño de parcelas divididas, dispuesto en bloques completos al azar, con cuatro repeticiones, con la abertura de las trampas en la parcela grande y las semanas de evaluación en la parcela pequeña.

#### RESULTADOS Y DISCUSION

Diseño de trampas en la captura. Los resultados de este experimento indican en el análisis de variancia, que se presentaron diferencias altamente significativas, tanto en las trampas como en las fechas de evaluación ( $P < 0.01\%$ ). Además hubo una mayor captura de machos de *P. xylostella*, en la trampa de cartón adhesivo con techo metálico (Cuadro 1) pero sin mostrar diferencias significativas comparadas con la trampa de recipiente plástico blanco (3.785 l) y el recipiente plástico transparente (2.00 l); éstas últimas trampas son de menor costo, de más fácil adquisición y menos llamativas, por lo tanto menor el riesgo de que sean sustraídas del campo.

Este experimento, presenta resultados semejantes a los de trabajos realizados con palomillas de la papa, donde se muestra la

CUADRO 1. Prueba de Tukey para el diseño de trampas, en la variable captura de *P. xylostella* (transf.  $\sqrt{x+1}$ ) Alfaro Ruiz, 1989.

| TIPO DE TRAMPA                                  | CAPTURA DE <i>P. xylostella</i> * |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Trampa de cartón adhesivo con techo metálico    | 7.46 a                            |
| Recipiente plástico blanco (3.785 l)            | 5.78 ab                           |
| Recipiente plástico transparente (2.00 l)       | 5.38 ab                           |
| Recipiente plástico transparente verde (2.00 l) | 3.94 b                            |

\* Letras iguales no difieren estadísticamente,  $P < 0.05\%$ .

CUADRO 2. Prueba de Tukey para altura de trampas, en la variable captura de *P. xylostella*.

| TRATAMIENTO                    | CAPTURA DE <i>P. xylostella</i> * |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| Trampa a 20 cm del suelo       | 22 a                              |
| Trampa móvil                   | 18 ab                             |
| Trampa a 40 cm del suelo       | 14 b                              |
| Trampa en superficie del suelo | 14 b                              |

\* Letras iguales no difieren estadísticamente ( $P < 0.01\%$ )

menor captura cuando se usan recipientes pequeños de 2.00 l (Rodríguez et al. 1990).

Las capturas de machos de *P. xylostella* se incrementaron según el desarrollo del cultivo, se presentaron las menores capturas en las primeras semanas del cultivo y las mayores capturas durante el desarrollo del cultivo hasta llegar a la cosecha.

**Efecto del color en la captura.** En el análisis de variancia, se presentaron diferencias significativas ( $P < 0.05\%$ ) entre repeticiones, por lo cual resultó adecuada la disposición en bloques completos al azar.

Las mayores capturas se presentaron en las trampas: galón plástico cuadrado amarillo fuerte (45 palomillas) y galón plástico redondo blanco (42 palomillas) y galón plástico redondo color azul (41 palomillas). No se presentaron diferencias significativas entre trampas de diversos colores. La menor captura se presentó con el galón cuadrado color rojo (25 palomillas).

Se presentaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01\%$ ) en las fechas de evaluación; las menores capturas se presentaron en las primeras semanas después del trasplante y se incrementaron a partir de la quinta semana (Figura 4). Esta información coincide con la presentada por Carballo et al. (1987).

**Altura de trampas.** Los resultados de mayor captura, se presentan en trampas colocadas a 20 cm de la superficie del suelo (Cuadro 2).

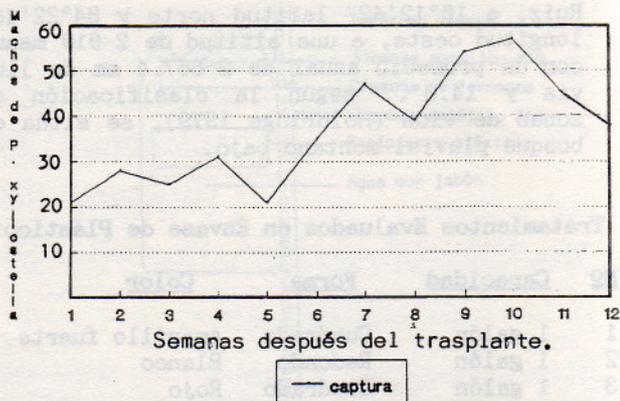


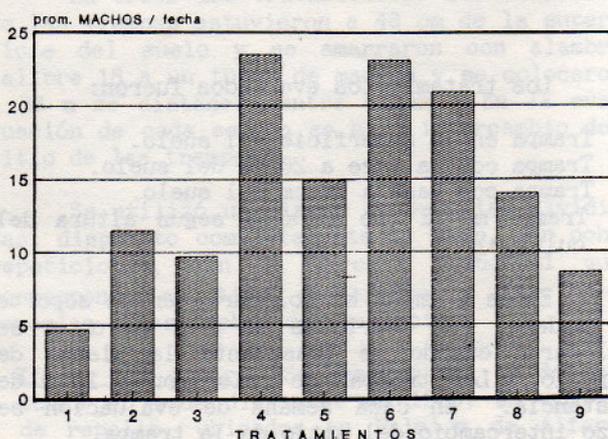
Fig. 4. Machos de *P. xylostella* en diversas semanas después del trasplante del repollo, oct.-dic., 1989.

En las fechas de evaluación, la tendencia de los datos muestra un aumento en las capturas al final del ciclo del cultivo, con los mayores incrementos de la octava a decimaprimer semana de evaluación.

**Abertura de las trampas.** En este experimento no se presentaron diferencias significativas ( $P < 0.05\%$ ) entre repeticiones, lo que indica que no es necesario usar bloques.

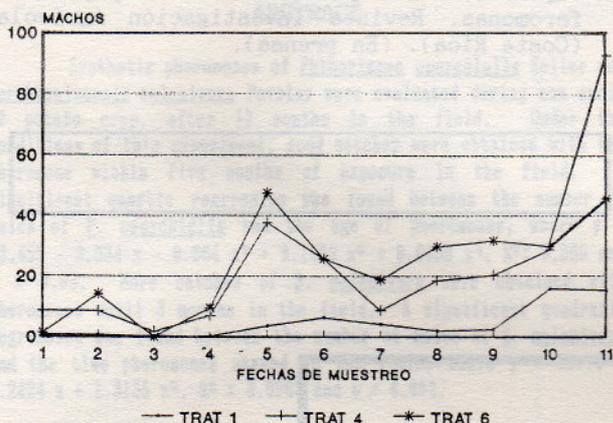
En el análisis de variancia, se presentaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01\%$ ) entre aberturas de las trampas y las fechas de evaluación; pero no hubo diferencias significativas en la interacción de ambos factores. En trampas de diversas aberturas, resultaron adecuadas las trampas 4 y 6, con aberturas por sus dos caras laterales de 5 x 15 cm y de 10 x 15 cm respectivamente (Figura 5). También se observa que existe menor captura, en trampas con abertura amplia, trampa 9.

Fig. 5. Capturas de *Plutella xylostella* feromonas con prueba de aberturas.



Las mayores capturas se presentaron en la decimaprimerana y en la quinta semana después del trasplante (Figura 6); lo cual coincide con otros trabajos de investigación (Figura 4); este aspecto se debe investigar más en estudios de relación fenológica entre plaga y cultivo.

Fig. 6. Captura de *Plutella xylostella* feromona con prueba de aberturas.



## CONCLUSIONES

Las capturas de machos de *P. xylostella*, se presentaron en trampas de cartón con techo metálico, pero también resultan adecuadas las trampas de agua, de galón plástico y las de envase plástico de 2 litros (0.53 galón).

No se presentaron diferencias significativas con trampas de agua, de diversos colores, pero se observó que hubo mayores capturas con trampas cuadradas de color amarillo fuerte, galón plástico redondo blanco y galón plástico redondo color azul.

Las mayores capturas se presentaron cuando la trampa tenía su base a 20 cm del suelo.

Se presentaron las capturas mayores cuando las trampas poseían aberturas laterales, en ambos lados de las trampas de 5 x 15 cm o de 10 x 15 cm.

Existen incrementos de capturas de machos de *P. xylostella* en la quinta semana después del trasplante del repollo y al final del ciclo del cultivo. □

## AGRADECIMIENTOS

Al Agr. Luis Zamora, de la Dirección de Sanidad Vegetal, Dirección Regional Meseta Central Occidental. Al Ing. Agr. Carlos Viquez Ugalde, al Téc. Hubert Bolaños. Asimismo al Dr. Uldrich Rötger del Convenio Costarricense-Alemán, por el apoyo recibido en la realización de esta investigación.

Reconocimientos especiales a los señores Carlos Alvarado, Jorge Rodríguez, Asdrubal Chacón, Edwin Rojas y José Angel Alvarado en cuyas fincas se desarrollaron estos experimentos.

## RESUMEN

Se realizaron cuatro experimentos, en Alfaro Ruiz, provincia de Alajuela, Costa Rica para determinar las capturas con feromonas de *P. xylostella* en relación con: el tipo de trampa, su color, altura en relación al suelo y sus aberturas laterales

Se presentó apropiada la captura de *P. xylostella* L. con la trampa de agua, de envase desechable de plástico de galón o de dos litros. El color no es importante, aunque se observaron mayores capturas con trampas amarillas, blancas y azules. Estas trampas deben ser colocadas con su base a 20 cm de la superficie del suelo. En el diseño de las trampas de galón, se deben localizar dos aberturas laterales de 5 x 15 cm o de 10 x 15 cm.

## LITERATURA CITADA

- ANDO, T.; KOSHIHARA, T.; YAMADA, H.; N-HUYNH; TAKAHASHI, N.; TAMAKI. 1979. Electroantennogram activities of sex pheromone analogues and their synergistic effect on field attraction in the diamondback moth. *Appl. Entomol. Zool.* 14:362-364.
- CARBALLO, M.; HERNANDEZ, M.; QUEZADA, J.R. 1979. 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.
- CHISHOLM, M.; STECH, W.; UNDERHILL, E.; PALASNISWAMY, P. 1983. Field trapping of diamondback moth, *Plutella xylostella* using an improved four component sex attractants. *Environmental Entomology* 8:516-518.
- CHOW, Y.S. 1981. Insect sex pheromone its application and potential use in cruciferous pest management. In C.N. Chen, W. Y. Su, and W.F. Hsiao (eds.) *Proceedings of Symposium on Production and Insect Control of Cruciferous Vegetables*, Plant Protection Center, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC (in Chinese with English summary). p. 103-118.

CHOW, Y.; LIN, Y. 1983. Pheromone in Taiwan. Monogr. Inst. Botany, Acad. Sin. 5:135-140.

HOLDRIDGE, L.R. 1979. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 216 p.

KNIPLING, E.F. 1979. The basic principles of insect population supression and management. United States Department of Agriculture. Agriculture Handbook No. 512. 659 p.

MAA, C.J. 1986. Ecological Approach to male Diamondback moth response to sex pheromone. In International Workshop 1: 1985 Tainan, Taiwan. Asian Vegetable Research and Development Center p. 109-122.

MORA C., N. 1990. Evaluación de trampas con feromona sexual para la captura de machos de *Plutella xylostella* (L) (Lepidoptera: Plutellidae), en el cultivo de repollo en Alfaro Ruiz, Alajuela. Tesis Lic. en Agronomía. Universidad de Costa Rica; Sede de Occidente, Grecia. 40 p.

RODRIGUEZ V., C.L.; LEPIZ Ch., C.S.; PEREZ M., D. 1990. Factores que influyen en las capturas de las palomillas de la papa, con feromonas. Revista Investigación Agrícola (Costa Rica). (En prensa).



**FOTOCOPIAS GRATIS!**

Reciba trimestralmente 2 artículos, GRATIS en fotocopias, seleccionados de "Páginas de Contenido MIP".

**UNICOS REQUISITOS:**

- Trabajar en actividades de MIP en Centro América y Panamá.
- Enviar noticias sobre eventos, investigaciones en plagas, documentos y otros aportes para el "Boletín Informativo MIP" o la Revista de Divulgación Técnica del Proyecto RENARM/MIP/CATIE.

**ACAROS FITOPARASITOS ASOCIADOS  
AL CULTIVO DEL MANGO (Mangifera indica L.) EN  
COSTA RICA**

Ronald Ochoa\*  
Hugo Aguilar\*\*  
Carlos Sanabria\*\*\*

**ABSTRACT**

Information on the following mite families attacking mango crops (Mangifera indica L.) in Costa Rica is provided: Tetranychidae, Tenuipalpidae, Tarsonemidae, Tuckerellidae, and Eriophyidae. Species found on leaves which cause tanning are: Oligonychus yotheri (McGregor) and O. punicae (Hirst). Brevipalpus phoenicis (Geijskes) is associated with a slight yellowing of lower leaves. Tuckerella knorri Baker & Tuttle was found on terminal leaves without any apparent symptom. Polyphagotarsonemus latus (Banks) was found on seedlings in a greenhouse. Eriophyes mangiferae (Sayed) causes "witch broom" which is an abnormal growth of terminal branches, and galls in association with the fungus Fusarium sp. Cisaberoptus kenya Keifer produces whitish coating on the leaf's base.

**INTRODUCCION**

En 1959 se encontró por primera vez en San José, Costa Rica, la arañita roja Oligonychus punicae en mango Mangifera indica L. (Baker & Pritchard 1962). En 1971 se detectó O. yotheri causando un bronceado de las hojas de mango, en la Estación Experimental Fabio Baudrit (EEFB), Universidad de Costa Rica (Fréitez 1974, Salas 1978). En 1975 se recolectaron especímenes de Polyphagotarsonemus latus sobre plántulas de mango en San Pedro, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio (Ochoa 1989a). Posteriormente en 1983, se observaron extrañas deformaciones en mango en Chacarita, provincia de Puntarenas, provocadas por Eriophyes mangiferae(+). En 1990 se encontró un platinado superficial de las bases de las hojas de mango en la EEFB, correspondiente a otro ácaro de la familia Eriophyidae.

La importancia de los ácaros para el cultivo del mango, no ha sido clara, de 1985 a 1990 se ha incrementado la siembra del cultivo, existen entre 3 500 a 4.000 ha. El mango se ha considerado como un cultivo de

gran potencial para exportación, actualmente Costa Rica exporta a Alemania, Gran Bretaña y Norte América. Se está trabajando con 12 diferentes variedades, las siembras comerciales se localizan en Atenas, Buenos Aires, Cañas, Esparza, La Garita, Liberia, Miramar, Orotina, Puriscal, San Isidro del General y Turrubares(++). De ahí la importancia del reconocimiento y diagnóstico de estas plagas. Se presentan descripciones de los ácaros y de su respectiva sintomatología.

**MATERIALES Y METODOS**

Se realizaron visitas de observación y recolección de material vegetal a las zonas productoras de mango del país, principalmente en las provincias de Alajuela, Puntarenas y Guanacaste. Se llevaron hojas y ramas al laboratorio para su estudio en un estereoscopio-microscopio (80X). Se montaron en solución Hoyer, clarificados a 40°C por tres días y se identificó mediante un microscopio de contraste de fases "Zeiss".

Se conservan ejemplares en las colecciones de referencia del Laboratorio de Acarología, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica y en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Proyecto RENARM/MIP, Turrialba.

**RESULTADOS**

**1. Arañitas rojas (ACARI: Tetranychidae).**

Oligonychus yotheri (McGregor)

Oligonychus yotheri (McGregor)

Sinónimos:

Tetranychus yotheri McGregor

Epitetranynchus althaeae von Haust

Paratetranychus yotheri (McGregor)

\* Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), RENARM-MIP, 7170 Turrialba, Costa Rica.

\*\* Laboratorio de Acarología, Escuela de Fitotecnia, Universidad de Costa Rica, San Pedro, Costa Rica.

\*\*\*Ministerio de Agricultura y Ganadería, Sanidad Vegetal, Servicios Técnicos Básicos, Aeropuerto Juan Santamaría, Alajuela, Costa Rica.

(+)Hernández, J. 1983. Deformaciones en mango. MAG, Departamento de Entomología, San José, Costa Rica (Comunicación Personal).

(++)Barrantes, G. & Carrillo, A. 1990. Mercadeo del mango. MAG, Mercadeo Agrícola, San José, Costa Rica. (Comunicación Personal).

**Hembra:** Color rojo-oscuro, con patas y región anterior color naranja. El cuerpo mide de 500-600  $\mu\text{m}$  de largo. De forma redonda, con setas pilosas más largas que la distancia entre sus bases. Presenta una serie de estriás dorsales sobre el cuerpo. Las patas poseen en su parte distal un empodio uncinado con cuatro pares de pelos adhesivos. Huevos de color rojo a naranja, achatados y con un estipe dorsal. Producen poca tela (Fréitez 1974).

**Macho:** Coloración semejante a la hembra, la mitad posterior de su cuerpo es de color naranja y más aguzado que el de la hembra, aunque de menor tamaño.

**Localidades:** Barrio San José, La Garita, Orotina, Alajuela; San Pedro, San José.

#### Oligonychus punicae (Hirst)

Oligonychus punicae (Hirst)  
Sinónimos:  
Paratetranychus punicae Hirst

**Hembra:** Coloración y tamaño semejante al de Q. yothersi, con un tono más rojizo en el área central del cuerpo (Foto 1). Producen más tela que Q. yothersi (Fréitez 1974, Salas 1978).

**Localidades:** San Pedro, San José.

**Daño:** (Foto 2) Las colonias de ambas especies (Q. yothersi, Q. punicae) se localizan por el haz de las hojas aunque, cuando la población tiende a ser alta, se les puede encontrar por el envés. Los ácaros se concentran a los lados de la vena principal y en las secundarias; en algunas ocasiones ocupan toda la lámina foliar. La hoja adquiere un color bronceado a los lados de la vena principal, el cual se ensancha en correspondencia con el tamaño de la colonia. En algunas ocasiones el bronceado se concentra en las áreas intervenales hendidas. Por el envés se han observado zonas con una leve clorosis y aspecto brillante (Fréitez 1974). Generalmente se aprecia el bronceado en las hojas medias y bajas. Cuando el ataque es severo, se encuentra también en las hojas nuevas. La lámina puede estar cubierta por el bronceado entre un 10% y un 90% de su superficie.

**Diseminación:** Por viento, material vegetativo, herramientas y el hombre.

**Nota:** Los ácaros del género Oligonychus son susceptibles a productos a base de azufre.

## 2. Acaros de agalla y erinosis (ACARI: Eriophyidae)

### Eriophyes mangiferae (Sayed)

Eriophyes mangiferae (Sayed)  
Sinónimo:  
Aceria mangiferae Sayed

**Hembra:** Color blanco-amarillento. El cuerpo mide 200-225  $\mu\text{m}$  de largo, es vermiforme, con dos pares de patas anteriores. En la placa dorsal se marcan dos hileras de estriás en medio de sus setas dorsales. Los segmentos de su cuerpo son de igual tamaño en su parte dorsal y en su parte ventral (Morales & Rodríguez 1961, Keifer *et al.* 1982). Huevos blancos, ligeramente ovalados.

**Localidades:** Esparza, Miramar de Montes de Oro, Chacarita, Puntarenas; San Mateo, Orotina, Ciruelas, La Garita, EEFB, Alajuela.

**Daño:** Esta especie presenta dos tipos de daño: la deformación de las yemas terminales foliares, las cuales se duplican o triplican formando lo que se conoce como "escoba de bruja" (Foto 3). En ésta se aprecian ramas largas sin follaje.

En el segundo tipo de daño E. mangiferae está asociado a un hongo del género Fusarium sp., el cual provoca agallas que consisten en un crecimiento anormal de los primordios florales y, en algunos casos, foliares (Foto 4). Se forman una masa de tejido indiferenciado, ligeramente ovalado, que puede llegar a medir hasta 20 cm de largo por 15 cm de ancho. Los árboles de mango afectados no producen frutos, causando una pérdida considerable de la producción. En época seca, la masa se necrosa y se deshidrata, tornándose seca, dura y quebradiza.

### Cisaberoptus kenyae Keifer

Cisaberoptus kenyae Keifer

**Hembra:** Es de color blanco-amarillento. El cuerpo mide 190-210  $\mu\text{m}$  de largo, es vermiforme, ligeramente plano; con dos pares de patas anteriores. La placa dorsal es lisa y con dos setas. Los segmentos de su cuerpo son de igual tamaño en su parte dorsal y en su parte ventral. Huevos blancos y ligeramente ovalados (Keifer 1966, Keifer *et al.* 1982).

**Localidad:** EEFB, La Garita, Alajuela.

**Daño:** Los ácaros se localizan entre la cutícula y las células epidermales del haz de la hoja, concentrándose en la base de las mismas. Estas presentan un color plateado por

efecto del minado de la hoja por parte de este ácaro (Foto 5). El síntoma se ha observado en las hojas inferiores. La forma y tamaño del área platinada varía según la severidad del daño.

**Diseminación:** El viento, material vegetativo, herramientas de poda y el hombre.

**Nota:** Ambas especies se consideran susceptibles a productos a base de azufre.

### 3. Acaros planos o falsas arañitas rojas (ACARI: Tenuipalpidae).

Brevipalpus phoenicis (Geijskes)

Brevipalpus phoenicis (Geijskes)

Sinónimos:

Tenuipalpus phoenicis Geijskes

Brevipalpus yothersi Baker

Brevipalpus mcbridei Baker

Brevipalpus papayensis Baker

Brevipalpus pseudocuneatus Baker

**Hembra:** Color rojo, con manchas pardas oscuras sobre su dorso. La longitud de su cuerpo es de 250-300 µm y de apariencia plana. En su parte dorsal presenta un ligero corrugado, con un reticulado en su parte media y lateral. Tiene cinco pares de setas dorsales laterales en su parte posterior. Al final de su pata II presenta dos setas sensoriales (Ochoa & Salas 1989).

**Macho:** Similar en tamaño y color a la hembra.

**Localidad:** Orotina, Alajuela.

**Daño:** Esta especie se caracteriza por producir ligeros amarillamientos en el haz de la hoja.

**Diseminación:** Material vegetativo, utensilios, el hombre.

**Nota:** Los ácaros del género Brevipalpus son susceptibles a productos a base de azufre.

### 4. Acaro ornamental (ACARI: Tuckerellidae)

Tuckerella knorri Baker & Tuttle

Tuckerella knorri Baker & Tuttle

**Hembra:** Color rojo, con setas de color blanco. El largo de su cuerpo es de 270-310 µm. Sus setas terminales son largas, finas y pilosas. Las setas del cuerpo tienen forma de abanico.

**Localidad:** EEFB, La Garita, Alajuela.

**Nota:** Esta especie se encontró en una sola muestra de hojas terminales de mango (Ochoa 1989b).

### 5. Acaro blanco (ACARI: Tarsonemidae)

Polyphagotarsonemus latus (Banks)

Polyphagotarsonemus latus (Banks)

Sinónimos:

Hemitarsonemus latus (Banks)

Tarsonemus latus Banks

Acarus translucens Green

Tarsonemus translucens (Green)

**Hembra:** Color blanco brillante o rosado claro. Su cuerpo es de 210-230 µm de largo y forma ovalada. El cuarto par de patas es delgado. Presenta una uña tarsal fuerte en la pata I. Los huevos son blancos, claros y con figuras aureoladas en su interior (Ochoa 1989a).

**Macho:** Semejante en color y forma a la hembra. Ligeramente más pequeño que ésta. Presenta la pata IV fuerte, alargada y terminada en una estructura en forma de botón.

**Localidad:** San Pedro, San José.

**Daño:** Esta especie ataca las hojas tiernas o en formación de las plántulas, las cuáles se deforman y contraen hacia el envés. Los ácaros se localizan sobre la vena principal.

**Diseminación:** Por viento, material vegetativo, utensilios y el hombre.

**Nota:** Esta especie es susceptible a productos a base de azufre.

### DISCUSION

En Costa Rica no se ha evaluado en toda su magnitud la importancia que tiene para el cultivo del mango la asociación con ácaros fitoparásitos, que en otras latitudes provocan daños de gran valor económico.

El tetrániquido Q. yothersi es un ácaro comúnmente relacionado con este cultivo, el cual provoca un bronceado poco severo en las hojas medias o inferiores del árbol, observado con frecuencia en la zona de Orotina, Alajuela y en otras regiones del país, en variedades comerciales. Este mismo síntoma fue visto recientemente por el primer autor en las colec-

ciones de mango pertenecientes a la Escuela Agrícola Panamericana (El Zamorano) en Honduras, donde el agente causal es *Q. punicae* (Hirst).

Al ser *Q. yothersi* un ácaro que se asocia con numerosos hospedantes en Costa Rica, existe la posibilidad de que la plaga pueda infestar diferentes cultivos.

Uno de los mayores problemas que podrían encontrar los productores del país es el de ácaros formadores de agallas de la familia Eriophyidae que a su vez pueden presentar variaciones en la sintomatología que producen, de acuerdo a ciertas condiciones.

Se ha observado que las agallas florales y foliares, poco frecuentes, son producidas cuando existe una interacción entre el ácaro *E. mangiferae* y el hongo patógeno *Fusarium* sp., informado para la India como de la especie *E. moniliforme* Sheld (Davis et al. 1982, Dang & Daulta 1982). Esta no ha sido todavía constatada para Costa Rica. Se ha detectado que, con sólo la presencia del hongo, no se manifiesta ningún síntoma, por lo cual se puede considerar como un patógeno débil y oportunista, ya que necesita de la asociación con el ácaro para penetrar y establecerse. Anteriormente se consideraba que las agallas eran producidas por hongos, pero se corroboró en los últimos años, que se debe más bien a la relación existente entre los eriófidos y *Fusarium* sp. (Davis et al. 1982, Noriega et al. 1988).

Estas deformaciones de los cecidios caulinares se han observado básicamente en árboles viejos de mango criollo en la zona de Esparza y Chacarita, provincia de Puntarenas. En este último sitio, se recomendó la utilización de fungicidas a base de cobre para combatir el problema. El hongo fue controlado pero no así el ácaro que, al estar actuando solo, provocó otro síntoma que consistió en un crecimiento anormal de las yemas terminales, su proliferación y alargamiento sin que exista desarrollo de la lámina foliar, el cual se conoce como "escoba de bruja".

Este mismo daño se observó en Esparza, Ciruelas, Orotina y San Mateo, Pacífico Central, donde se encontró al ácaro sin la asociación con el hongo, atacando patrones criollos conocidos como Mecha, Papa y Caribe, pero no se apreció en las variedades comerciales, por lo que se considera que pueden presentar algún grado de tolerancia a esta plaga.

El tercer autor encontró en un vivero de Esparza, de alrededor de 5000 árboles injertados, severamente afectados por "escoba de bruja" por lo cual se recomendó una poda, además de la destrucción del material afectado y la aplicación de acaricidas a base de azufre, lo que produjo un control de un 70 a un 80% de los arbolitos.

El primer autor observó plantaciones de mango afectadas por agallas en lugares muy cálidos de la costa del Pacífico de El Salvador. También se informa que esos síntomas se han detectado en plantaciones de mango en Nicaragua(+++).

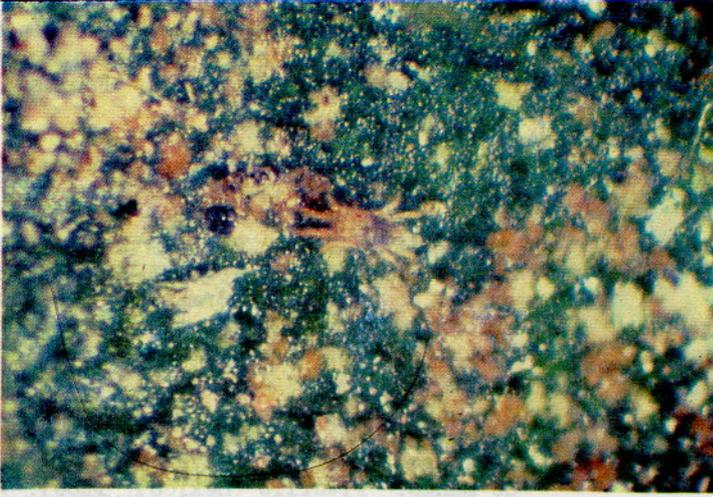
Noriega et al. (1988) informan que la utilización del producto aldicarb en México, tuvo un efecto positivo sobre la reducción de las poblaciones del eriófido y sobre la producción de mango.

El ácaro blanco *P. latus* fue observado atacando los brotes terminales de arbolitos de mango en un invernadero de la Universidad de Costa Rica y dada la gran diversidad de hospedantes que presenta, puede convertirse en una amenaza para los productores de este cultivo. También se menciona como plaga importante en este frutal en el Congo, Guadalupe y Martinica (Hugon 1983).

Se conocen ácaros que hasta el momento no han provocado daños mayores en el cultivo, como el ácaro plano *B. phoenicis*, que produce ligeros amarillamientos de las hojas bajas; el eriófido *Q. kenya* el cual ataca también hojas bajas de árboles viejos, que podían abarcar de un 10 a un 30% de la superficie adaxial. Se sabe que en Israel *Q. kenya* ataca los brotes, y se observan árboles fuertemente infestados, que presentan daños de un 30 a un 70% de sus brotes y hojas. (Sternlicht & Goldenberg 1976). Por último, el ácaro *T. knorri* se vió en hojas más jóvenes sin causar daño aparente.

La asociación existente entre el cultivo del mango y los ácaros fitoparásitos, se conoce en Costa Rica más por la experiencia particular de quienes trabajan en el campo de la Agronomía, que por resultado de la investigación. Por esa razón, se hace necesario estudiar en detalle la dinámica poblacional de

(+++)Góngora, J. 1989. Síntomas de mango afectado por agallas. CENAPROVE, Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria, Nicaragua. (Comunicación personal).



1



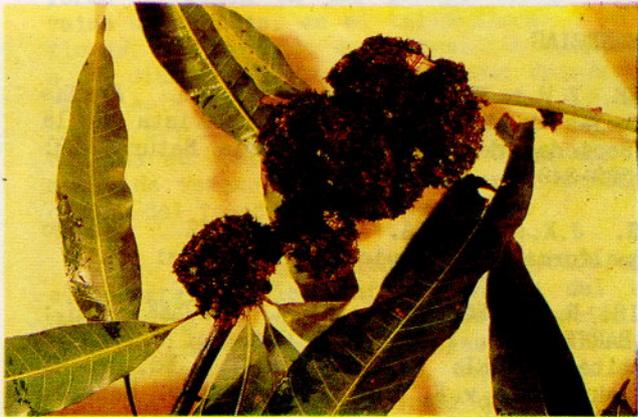
2



3



5



4

Foto 1. Oligonychus sp., macho, muda y huevo. Foto 2. Bronceado de la hoja de mango por Oligonychus sp. Foto 3. "Escoba de bruja" en mango, causada por Eriophyes mangiferae. Foto 4. Agallas de mango por E. mangiferae y el hongo Fusarium sp. Foto 5. Platinado de la hoja bajera de mango por Cisaberoptus kenyae.

las diversas plagas, los metodos de combate y evaluar los posibles enemigos naturales que podrían estar involucrados en una adecuada regulación de las poblaciones de las plagas, así como la determinación del grado de resistencia o tolerancia al ataque de los ácaros presentes en las diversas variedades. □

#### AGRADECIMIENTOS

A los Ings. Juan J. Leiva, Juan Hernández y al personal de Sanidad Vegetal, Ministerio de Agricultura y Ganadería, por su colaboración en la recolección de material. A los Drs. Elkin Bustamante y Tomás Zoebisch, CATIE, Turrialba, por la revisión del manuscrito y las sugerencias aportadas.

#### RESUMEN

Informe sobre ácaros de las familias Tetranychidae, Tenuipalpidae, Tarsonemidae, Tuckerellidae y Eriophyidae, que atacan al cultivo del mango (*Mangifera indica* L.) en Costa Rica. Las especies que afectan las hojas y que causan un bronceado son: *Oligonychus votheresi* (McGregor) y *O. punicae* (Hirst). *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes), asociados a un ligero amarillamiento de las hojas bajas. *Tuckerella knorri* Baker & Tuttle se encontró en hojas terminales sin presentar sintomatología evidente. *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) fue localizado sobre plántulas en invernadero. *Eriophyes mangiferae* (Sayed) forma "escoba de bruja", que es un crecimiento anormal de las ramas terminales y agallas en asociación con el hongo *Fusarium* sp. *Cisaberoptus kenyae* Keifer produce el platinado de la base de la hoja.

#### REFERENCIAS

- BAKER, E.W.; PRITCHARD, A.E. 1963. Arañas rojas de América Central. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural 23: 309-340.
- DANG, J.K.; DAULTA, M.S. 1982. Mango malformation—a review. Pesticides: 5-11.
- DAVIS, R.; FLECHTMANN, C.H.W.; BOCZEK, J.H.; BARKE, H.E. 1982. Catalogue of Eriophyid mites (ACARI: Eriophyoidea). Ed. by W. Zakrzewski y E. Masiulaniec-Pyrko. Warsaw, Poland, Warsaw Agricultural University Press. 254 p.
- FREITEZ, F.P. 1974. Reconocimiento preliminar de ácaros fitoparásitos de la familia Tetranychidae de Costa Rica (ACARINA). Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, 130 p.
- HUGON, R. 1983. Biologie et écologie de *Polyphagotarsonemus latus* Banks, ravageur sur agrumes aux Antilles. Fruits 38(9): 635-646.
- KEIFER, H.H. 1966. Eriophyid studies. Calif. Dept. Agr. B-18: 1-20.
- \_\_\_\_\_; BAKER, E.W.; TOKUWO, K.; DELFINADO, M.; STYER, W.E. 1982. An illustrated guide to plant abnormalities caused by eriophyid mites in North America. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook No. 573, 178 pp.
- MORALES, E.; RODRIGUEZ, H. 1961. Breves anotaciones sobre una nueva plaga en árboles de mango. Fitófilo (México) 1(30): 7-11.
- NORIEGA, D.H.; MARBAN, N.; RODRIGUEZ, J.; ZARATE de L., G.P. 1988. Efecto de productos químicos sobre fitonematodos asociados a la raíz y el ácaro *E. mangiferae* S. involucrado en la "escoba de bruja" del mango (CV. Haden) en Iguala, Gro. México. Revista Mexicana de Fitopatología 6(1): 61-72.
- OCHOA, R. 1989a. Review of the family Tarsonemidae in Costa Rica (ACARI: Heterostigmata). Thesis M.Sc., Turrialba, C.R., Departamento de Estudios de Posgrado y Capacitación, CATIE. 163 p.
- \_\_\_\_\_. 1989b. The genus *Tuckerella* in Costa Rica (ACARI: Tuckerellidae). International Journal of Acarology 15(4): 205-207.
- \_\_\_\_\_; SALAS, L.A. 1989. The genus *Brevipalpus* in Costa Rica (ACARI: Tenuipalpidae). International Journal of Acarology 15(1): 21-30.
- SALAS, L.A. 1978. Algunas notas sobre las arañitas rojas (Tetranychidae: ACARI) halladas en Costa Rica. Agronomía Costarricense 2(1): 47-60.
- STERNLICHT, M.; GOLDENBERG, S. 1976. Mango Eriophyid mites in relation to inflorescence. Phytoparasitica 4(1):45-50.

**Sciothrips cardamomi (Ramk.) (THYSANOPTERA:  
THIRIPIDAE) NUEVA PLAGA DEL CARDAMOMO  
(Elettaria cardamomum Maton) EN COSTA RICA**

Lisette González H.\*  
Carlos Rodríguez G.\*

**ABSTRACT**

Sciothrips cardamomi (Ramk.) (THYSANOPTERA: Thripidae), a new pest of the cardamom (Elettaria cardamomum Maton) in Costa Rica. It is reported for the first time in Costa Rica and the American Continent. The biology of the insect, the damage caused and symptoms are described.

**INTRODUCCION**

En una plantación de cardamomo localizada en San Pedro de Poás, provincia de Alajuela, a una altitud de 1 175 msnm, se presentó un daño semejante a una costra sobre la superficie del fruto. Su color y textura eran semejantes al corcho. La lesión se extendía también al tallo floral. Este daño ocasiona malformaciones en las cápsulas que inciden en su presentación y reducen considerablemente su calidad para el mercado. Los tallos florales afectados son más pequeños y se reduce el número de cápsulas.

Se identificó como agente causal del daño un trips, Sciothrips cardamomi. La identificación se efectuó en el laboratorio de Entomología y Sistemática del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos por el Dr. Steven Nakahara. Se informó por primera vez de esta plaga en 1935, atacando cardamomo en la India como Taeniothrips cardamomi (Ramakrishna 1935). Posteriormente Ananthakrishnan (Jacot-Guillarmod s.f.) la ubicó en el género Sciothrips y se consideró la plaga más importante del cardamomo en ese país (Kumaresan 1983).

Es la primera vez que se informa de su presencia en Costa Rica y el Continente Americano (Nakahara 1990).(\*)

Algunos hospedantes alternos de esta plaga son: Panicum longipes, Hedychium flavescens, H. coronarium, Amomum canneccarpum y Colocasia sp. (Ananthakrishnan 1984)

Asociado al daño causado por el insecto sobre las cápsulas, se encontró Brevipalpus californicus (Acari: Tenuipalpidae), el cual se aprovecha de las hendiduras para ovipositar; el mismo ácaro ya fue informado como plaga del cultivo por Aguilar y Ochoa (1988).

**BIOLOGIA DEL TRIPS**

Las colonias de S. cardamomi se localizan dentro de la vainas de las hojas principalmente, en las brácteas y flores que no han abierto y en la base de los pseudotallos bajo las brácteas que cubren los retoños. Se pueden encontrar hasta 25 trips por vaina, en los demás sitios el mismo número es mucho menor (Fotos 1-2).

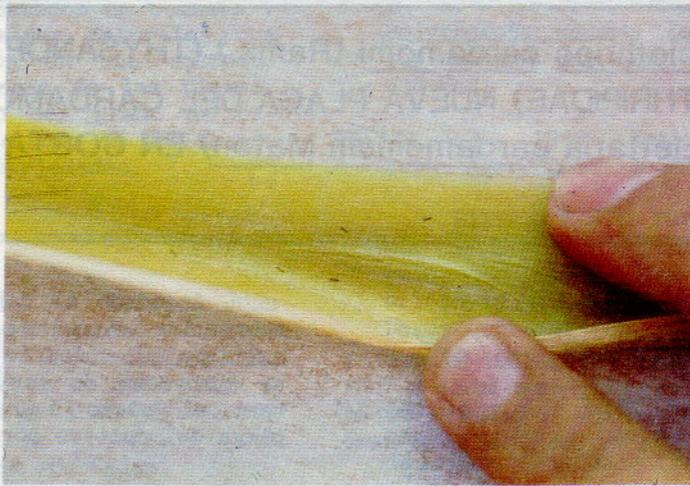
Los adultos son insectos alados diminutos y elongados, su longitud es de 1.25 a 1.50 mm; su color es café grisáceo. Sus movimientos son lentos y con poca capacidad de vuelo. Las ninfas son más pequeñas y de color amarillo pálido (Ramakrishna 1935).

Estos trips ponen diminutos huevos en forma de riñón en las partes tiernas de la vaina de la hoja, en el tallo floral y en las flores. El período de oviposición tarda de 4 a 25 días. El número de huevos dejados durante este período varía de 5 a 30. La maduración del huevo va de 9 a 12 días. El ciclo de vida se completa entre 25 y 30 días. Los meses de verano favorecen la rápida multiplicación del insecto (Kumaresan 1983).

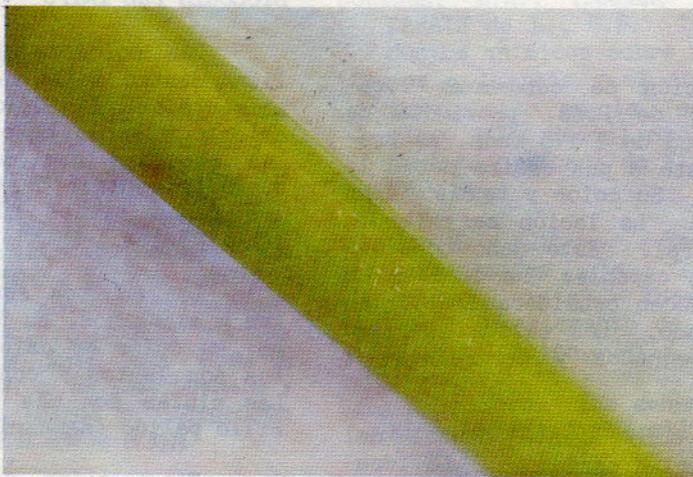
S. cardamomi tiene predilección para alimentarse de las inflorescencias del cardamomo, por lo que en época de floración migran de las vainas de las hojas al tallo floral. En las inflorescencias, dependiendo de su grado de desarrollo y el lugar donde se ubique el insecto, los daños que ocasiona son diferentes. Si el ataque es en las flores, causan su desprendimiento. Ramakrishna (1935) los encontró dentro del perianto alrededor del

\*Departamento de Entomología, Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Guadalupe, Apartado 10094, San José, Costa Rica.

(\*)S. Nakahara, 1990. Referencia geográfica de Sciothrips cardamomi. Laboratorio de Entomología y Sistemática. USDA. (Correspondencia personal).



1



2



3

Foto 1. Colonias de *S. cardamomi* bajo las vainas de cardamomo. Foto 2. Colonia de *S. cardamomi* en la vaina de cardamomo. Foto 3. Daño de *S. cardamomi* al fruto de cardamomo.

## LITERATURA CITADA

AGUILAR, H.; OCHOA, R. 1988. Brevipalpus californicus (Banks) (ACARI: Tenuipalpidae), nueva plaga de cardamomo (Elettaria cardamomum Maton) en Costa Rica. Agronomía Costarricense 12(2):251-252.

ANANTHAKRISHNAN, T.N. 1984. Bioecology of thrips. Michigan, Indira Publishing House p. 74-75.

JACOT-GUILLARMOD. s.f. Thysanoptera Catalogue. Annals of the Cape Provincial Museum Natural History (South Africa) 7(3):956.

KUMARESAN, D. 1983. Cardamom thrip control. The Planters Chronicle (78):263-264.

RAMAKRISHNA, T.V. 1935. A new species of thysanoptera from South India (Taeniothrips cardamomi, sp. nov.). Bulletin Entomological Research 26(3):357-358.

\_\_\_\_\_. 1935. A new disease of cardamom (Elettaria cardamomum) apparently due to insect damage in South India. Bulletin Entomological Research 26(3):359-362.



ovario. Cuando ataca el tallo floral, se detiene el crecimiento y se reduce la producción de flores. Si la lesión se produce en frutos tiernos, pueden desprenderse, o bien iniciar la formación de la costra callosa, deformándose y reduciendo su tamaño. En un mismo tallo pueden darse simultáneamente los tres tipos de daño. Según Nakahara (1990) este insecto no se conoce como vector de virus. (\*\*)

## SINTOMATOLOGIA

El daño es causado porque el trips se alimenta en las cápsulas que inician el desarrollo de planta, ya que este para hacerlo, lacera el tejido con sus partes bucales, succionando el exudado. Usualmente las plantas responden con la formación de tejido calloso (Foto 2) sobre los puntos lacerados, el crecimiento roñoso, o la costra que aparece en las cápsulas y tallo floral, es el callo formado sobre la porción dañada. La costra es de apariencia irregular y coloración pardo grisácea. La lesión crece con la cápsula y se mantiene aún después del proceso de beneficiado, con consecuencias tales como una mala apariencia que lo ubica en calidades inferiores y bajo peso, lo cual afecta el rendimiento y pérdida de aroma (Foto 3).

En algunas ocasiones B. californicus presenta un resquebrajamiento fino de la epidermis del fruto en asocio con el daño de S. cardamomi. □

## AGRADECIMIENTO

Al Sr. Luis Chaves, Finca Sociedad Agrícola La Hilda, San Pedro de Poás, por su colaboración en el campo. Al Ing. Humberto Lezama, Museo de Insectos, Universidad de Costa Rica, y al Dr. Steven Nakahara, USDA/ARS, USA, por su ayuda en la identificación del material.

## RESUMEN

Se informa por primera vez en Costa Rica y el Continente Americano, la presencia del trips del cardamomo Sciothrips cardamomi (Ramk.) (THYSANOPTERA: Thripidae). Se describe la biología del insecto, los síntomas y el daño producido al cultivos de cardamomo (Elettaria cardamomum Maton).

(\*\*)S. Nakahara 1990. Biología de Sciothrips cardamomi. Laboratorio de Entomología y Sistemática. USDA. (Comunicación personal).

## MANEJO DE *Cyperus rotundus* L. EN ALGUNAS AREAS AGRICOLAS TROPICALES

Ramiro de la Cruz\*  
Arnoldo Merayo\*

### ABSTRACT

*Cyperus rotundus* L. is an important weed in the tropical areas, being present at high densities, mainly in the lowland areas of the tropics with seasonal precipitation regime and highly cultivated.

This research is based on a compilation of information that has been published by many weed scientists as well as observations made by the authors.

This work offers a general idea of the problem, when *C. rotundus* is present in crops. Control practices are described that could be applied to manage *C. rotundus* on the tropical lowland areas.

### INTRODUCCION

Es evidente que en Centroamérica se ha presentado una concentración notable de esfuerzos de investigación sobre las causas que han favorecido al agente causante de muchas plagas insectiles y patogénicas de los cultivos, mientras que en el caso de las malezas, estas causas han sido poco estudiadas, lo cual ha provocado que muchas de ellas se hayan convertido en un problema crítico en ciertas áreas. En la mayoría de los problemas importantes con malezas, los estudios giran únicamente sobre tecnologías para aliviar la presión de la especie en su sitio de interferencia. El *Cyperus rotundus* L. (pimientilla, coyolillo, coquito) es un buen ejemplo de esta situación. Esta especie se manifiesta con mayor intensidad y con alto grado de importancia económica, en zonas subtropicales y tropicales secas (semiáridas) que presentan una canícula interestival prolongada y errática. En el trópico estas zonas están situadas generalmente entre 0 y 1 000 msnm, con una precipitación de 600 a 1 800 mm anuales y una temperatura media anual entre 23 y 27°C. La topografía es generalmente plana y los cultivos más frecuentes son el arroz, algodón, caña de azúcar, chile, frijol, maíz, melón, sandía, sorgo, tabaco, tomate, y algunos frutales.

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

El coyolillo está asociado con las condiciones climáticas mencionadas, pero también con ciertas prácticas agronómicas que le son necesarias y lo favorecen. Estas son principalmente el intenso laboreo del terreno mediante prácticas convencionales y el uso de herbicidas. En general la especie se presenta con mayor intensidad en áreas tropicales bajas, de lluvias estacionales y de mucha actividad agrícola. La maleza no alcanza un grado de agresividad importante en áreas climáticas similares pero con poco uso de herbicidas y laboreo.

Lo anterior sugiere que el coyolillo compete en menor grado con la población de malezas de mejor adaptación, las cuales son eliminadas con los herbicidas tradicionales. El intenso laboreo (aradas y rastreadas), común en las prácticas convencionales de preparación del terreno, ayudan a la dispersión y al establecimiento del coyolillo.

El presente trabajo se basa en investigaciones y observaciones realizadas por los autores, en las experiencias del Proyecto Regional en Manejo Integrado de Plagas del CATIE y en trabajos realizados por investigadores de la región y de otras áreas tropicales. Se discute la importancia agronómica del coyolillo, se refieren algunos trabajos científicos sobre las características biológicas y ecológicas de la especie y se presentan algunas prácticas generales para su manejo y control en áreas agrícolas del trópico, donde la maleza es o puede volverse dominante. Explica las causas que favorecen el desarrollo de la maleza, haciendo propicio su establecimiento y dispersión.

El trabajo está orientado a colaborar con aquellos técnicos y productores que enfrentan problemas con el coyolillo en sus cultivos.

### IMPORTANCIA

En un reciente seminario regional realizado en Guatemala, con el propósito de analizar los problemas agronómicos prioritarios en granos básicos en Centro América y

Panamá, se señalaron con una alta prioridad las malezas *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) Clayton (caminadora) y *Cyperus rotundus* (coyolillo) (Programa de Seguridad Alimenticia 1987). Este hecho destaca el interés de las autoridades nacionales y de la región, en buscar soluciones a los problemas causados por estas malezas, mediante consultas con los especialistas de toda el área.

El coyolillo es una especie altamente evolucionada que prospera en sistemas agrícolas intensivos del trópico bajo seco, donde desarrolla una gran habilidad competitiva. Según Holm *et al.* (1977), esta especie es la de mayor frecuencia a nivel mundial: en 37 países se considera como un problema grave, en 18 países se le clasifica dentro del grupo de las principales malezas y ha sido encontrada en 76 países.

Existe abundante información sobre el efecto competitivo de coyolillo con varios cultivos, la cual ha sido obtenida en centros experimentales de investigación agrícola donde, a causa del manejo de los campos experimentales, éstos se han especializado en poblaciones casi totalmente dominadas por el coyolillo (Cuadro 1). Es fácil predecir que en unos pocos años un campo de cultivo, principalmente en cultivos anuales, alcance una alta población de la maleza. Revertir esta situación será por lo tanto difícil y costoso. En Colombia, por ejemplo, las zonas dedicadas al cultivo de algodón han sido invadidas por densas poblaciones de coyolillo y según De la Cruz y Cayón (1984) esta es la principal maleza en más de 50 000 hectáreas dedicadas a este cultivo. En muchos de estos campos se ha encontrado que una correcta labor de desyerba manual puede requerir hasta 40 jornales por hectárea.

Aún cuando los cultivos perennes pueden ser muy afectados por la competencia del coyolillo, ésta se limita a la fase de establecimiento, pero los cultivos anuales son los más fuertemente afectados por la competencia de esta maleza. En Colombia, en áreas con infestaciones altas de la maleza (más de 1 000 plantas/m<sup>2</sup>), cultivos como sorgo, maíz, arroz y algodón, en ausencia de control, difícilmente logran sobrevivir a la competencia y los rendimientos pueden reducirse en más del 80%, dependiendo principalmente de la humedad y la fertilidad del suelo. En suelos con carencia de agua y un nivel bajo de nitrógeno, la acción de competencia del coyolillo se hace más crítica. En cultivos de maíz, se ha observado que un riego o lluvia y una aplicación de un fertilizante nitrogenado, alivian en parte el efecto de competencia del coyolillo. El efecto de la interacción entre el coyolillo y

la fertilización nitrogenada ha sido estudiada en cultivos de arroz por Okafor y De Data (1984).

En todos estos estudios de competencia de coyolillo en cultivos, los factores determinantes son: la población de la maleza, el grado de humedad del suelo y la disponibilidad de elementos minerales básicos para la nutrición de la planta. En áreas donde la maleza es dominante, se ha encontrado que en un cultivo comercial de maíz o de algodón, cada planta del cultivo estará "acompañada" por un alto número de plantas de la maleza. Para maíz la relación ha sido de 1:220 y para el algodón de 1:450 (Cruz *et al.* 1971).

#### CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS

Las características biológicas del *C. rotundus* L. tienen mucha relación con sus propiedades como maleza:

- Gran capacidad de dispersión,
- Facilidad para establecerse,
- Persistencia a pesar de los sistemas de control,
- Resistencia a condiciones adversas,
- Habilidad para multiplicarse.

A pesar de esto, el coyolillo es una especie oportunista que se aprovecha de ciertas prácticas agronomicas corrientes. Como se mencionó antes, esta maleza se favorece con el uso de una gran variedad de herbicidas que eliminan la competencia de otras especies de mejor adaptación. Igualmente las prácticas de laboreo no sólo ayudan a su dispersión sino que también favorecen su multiplicación (Foto 1).

CUADRO 1. Pérdidas en el rendimiento de varios cultivos por competencia con coyolillo (CIAT 1982).

| Cultivo        | País        | Pérdida (%)       |
|----------------|-------------|-------------------|
| Caña de azúcar | Argentina   | 75 (rend. caña)   |
| Caña de azúcar | Argentina   | 65 (rend. azúcar) |
| Caña de azúcar | Australia   | 38 (rend. caña)   |
| Maíz           | Colombia    | 40 (grano)        |
| Maíz           | El Salvador | 30 (grano)        |
| Yuca           | Colombia    | 17 (rend. raíces) |
| Frijol         | Brasil      | 50-80 (grano)     |

Las prácticas de preparación del terreno promueven una abundante emergencia de la maleza, esto puede usarse como práctica de manejo ya que es más fácil destruir las plantas emergidas, que las estructuras vegetativas o semillas sexuales que se encuentren latentes en el suelo.

El cultivo de maíz en las zonas de alta montaña de Guatemala y de El Salvador, se enfrenta con una alta incidencia de plagas y enfermedades. Entre ellas, el coyolillo (Coccinellidae) es una de las más importantes. Este insecto causa graves daños a los cultivos de maíz, especialmente en las zonas de alta montaña. El presente trabajo tiene como objetivo describir el ciclo de vida del coyolillo y su comportamiento en los cultivos de maíz en las zonas de alta montaña de Guatemala y de El Salvador.



El coyolillo es un insecto que pertenece a la familia Coccinellidae. Se trata de un insecto de cuerpo ovalado, de color rojo oscuro con manchas amarillas. Se alimenta de las hojas de los cultivos de maíz, causando graves daños. El ciclo de vida del coyolillo incluye las etapas de huevo, larva, pupa y adulto. Este insecto es muy resistente a las plagas y enfermedades, lo que dificulta su control.

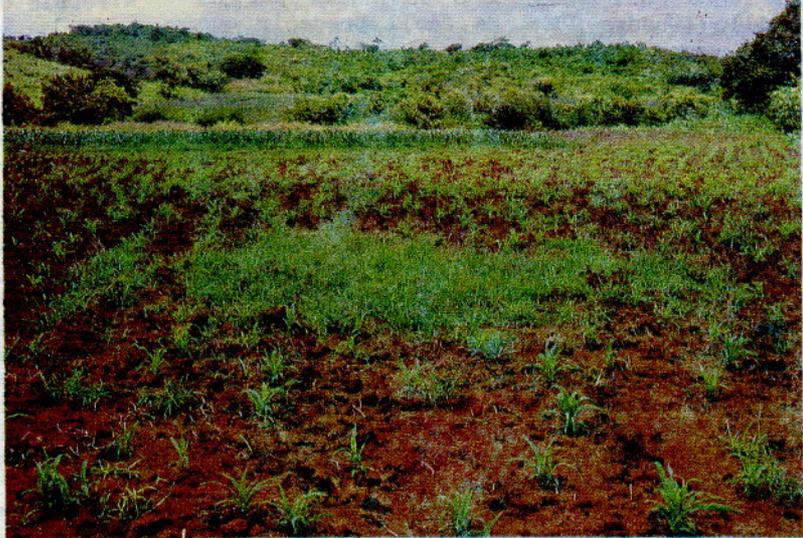


Foto 1. Campo preparado para la siembra infestado de coyolillo.  
Foto 2. Parche de coyolillo en un cultivo de maíz.

Así como existen características que favorecen al coyolillo, se encuentran también algunas que se pueden usar para manejar la maleza y reducir su agresividad. Estas características son, la facilidad de deshidratación de sus tubérculos cuando quedan en el suelo expuestos al sol y su sensibilidad al sombreado que pueda recibir de los cultivos. También el coyolillo puede ser reprimido en un suelo saturado de humedad, como es corriente en el cultivo de arroz de riego.

Mayores detalles sobre las características biológicas y ecológicas más sobresalientes del *Cyperus rotundus* L. se pueden consultar en la literatura. Así por ejemplo, las principales características morfológicas de la especie, Holm *et al.* (1977); su ciclo de vida, Hauser (1962); el desarrollo vegetativo y reproductivo de coyolillo, CIAT (1982), Hauser (1962) y Mercado (1979); aspectos sobre dispersión en Horowitz (1972); reproducción sexual, Justice y Whitehead (1946). Doll (1983), presenta información sobre las características ecológicas, biológicas, fisiológicas y morfológicas del *Cyperus rotundus* L. y discute la importancia económica de esta especie.

#### MANEJO Y CONTROL

Uno de los aspectos más sobresalientes a tomarse en cuenta en el manejo del coyolillo, es su capacidad para persistir frente a diferentes sistemas de control. También se destaca el hecho de que algunas prácticas agronómicas favorecen la supervivencia de esta especie. Una vez establecido el coyolillo en un campo, la eficiencia de las prácticas de manejo depende principalmente de factores tales como, la densidad y dispersión de la población de la maleza dentro de dicho campo.

Utilidad del diagnóstico en el manejo de la maleza. Cuando se habla de diagnóstico, se asocia principalmente con enfermedades o insectos por lo que el concepto carece de relevancia en el área de las malezas. Pero si se analiza con algún detenimiento e interés científico un problema de malezas, el criterio de diagnóstico adquiere plena vigencia, ya que permite identificar y conocer el agente causal, sus características y comportamiento previo a la aplicación de medidas de control. El diagnóstico del problema cumplirá con el propósito de evitar que el mal se extienda en su área de influencia y en algunos casos, tratar de disminuir su impacto, puesto que el diagnóstico ayudará a manejar en forma racional el problema en estudio.

Al analizar por ejemplo el caso de una infestación de coyolillo en un campo de cultivo, el diagnóstico del problema se hace más sencillo y con mayores probabilidades de éxito por las siguientes razones:

- El agente motivo del diagnóstico es fácilmente visible. Son plantas superiores y están presentes en el campo aunque no exista el cultivo.
- La dispersión del agente causal es restringida y controlable. Existe menos movilidad que en otras plagas y sus estructuras reproductivas son casi siempre notorias a simple vista.
- La aparición del problema en el campo es constante y varía poco frente a las condiciones climáticas, cambio de cultivar y en muchas oportunidades es independiente del cultivo, al menos a corto plazo.
- No presenta la especificidad de hospedante que es característica en las enfermedades e insectos.
- Es factible lograr la eliminación de una infestación incipiente.
- Es predecible la dinámica de la población, dentro de los límites requeridos para determinar umbrales económicos y de acción.
- La época crítica de daño al cultivo es conocida y generalmente de poca duración.
- Las prácticas de control se pueden anticipar al establecimiento del cultivo.
- La relación entre población de la plaga, las pérdidas en los rendimientos y los costos de control pueden manejarse con mayor confiabilidad.

Medidas preventivas. Del anterior listado de observaciones, se deduce que se pueden tomar medidas de prevención para evitar problemas con la maleza y en muchas oportunidades, se puede manejar sin que las medidas que se tomen corran el riesgo de perder eficiencia por imprecisiones y dificultad en la oportunidad del diagnóstico. Desafortunadamente no se ha creado conciencia de esta realidad entre los productores. Se conoce, por ejemplo, que la maquinaria agrícola es un eficaz agente en la dispersión de la maleza. Sin embargo, no se toman las precauciones necesarias cuando se requiere mover la maquinaria de un campo infestado a otro libre de la maleza.

Quando el coyolillo empieza a establecerse en un campo, se aprecia inicialmente un parche pequeño (Foto 2). Desde este parche y con la ayuda de la maquinaria, se distribuyen rizomas y tubérculos a otros sitios en donde se inicia un proceso de establecimiento de la maleza. En el breve lapso de dos o tres cosechas, el campo presentará varios focos de infestación, los cuales crecerán en número y en área de cobertura. Bajo condiciones normales en el transcurso de cinco años, un campo puede alcanzar una cobertura de más del 60% de esta especie, a partir de un pequeño parche inicial.

La rapidez con que el coyolillo alcance un alto grado de dominancia dependerá de la frecuencia de las labores de preparación del terreno, de los cultivos sembrados y de los herbicidas utilizados. En campos destinados a cultivos anuales de cultivos básicos y otros cultivos como algodón, soya y hortalizas, la preparación convencional del terreno y el empleo de herbicidas selectivos al coyolillo serán condiciones óptimas para el aumento de la población de la maleza una vez este llegue al campo.

También se ha establecido que el coyolillo se distribuye fácilmente desde viveros ornamentales y frutales, sobre todo cuando las plantas se venden y transportan en bolsas con suelo infestado de tubérculos. Por esto se recomienda la distribución de plantas de vivero a raíz desnuda. Aún en esta forma se han encontrado tubérculos del coyolillo incrustados entre las raíces de plantas de vivero.

**Prácticas de manejo.** Una vez que se determina la presencia del coyolillo en el campo, se pueden emplear mecanismos que reduzcan la densidad de su población. Cuando la infestación no es muy alta se puede, a corto plazo, reducir la población de la maleza a plantas individuales dispersas en el campo. Esto se ha logrado de la manera siguiente:

- Se marcan los parches de la maleza que se logran determinar mediante un rápido recorrido por el campo.
- Una vez marcados, se aíslan para que el arado y el rastrillo sean levantados cuando se está preparando el campo y se llega a estos parches.
- Los parches así aislados, se tratan con herbicidas no residuales, preferiblemente sistémicos (glifosato). También se pueden remover manualmente arrancando los tubérculos y rizomas y retirándolos del campo para

su destrucción por secamiento. A la vez, la acción localizada de disturbio promueve nueva emergencia de plantas.

- La operación anterior se repetirá durante las fases iniciales del establecimiento del cultivo.
- El parche rebrotará antes de iniciar la preparación del campo para la siembra siguiente, por lo cual se repetirán las acciones anteriores.

Con las prácticas descritas se reducirán los parches del coyolillo a densidades muy bajas o a plantas aisladas y dispersas. En esta forma será posible eliminarlas arrancándolas con sus tubérculos y rizomas. Estas labores no permiten a las plantas de coyolillo reestablecer los focos de infestación. Por esto deben arrancarse en su fase inicial de crecimiento, hasta unos veinte días después de la emergencia y evitar la formación de nuevas estructuras reproductivas subterráneas.

Para lograr éxito en estas labores de manejo del coyolillo, también es importante motivar a los trabajadores de la finca para que durante sus actividades de campo estén atentos al arranque de plantas aisladas de coyolillo y a la eliminación de sus estructuras reproductivas. Estas estructuras una vez separadas del suelo se deshidratan fácilmente y pierden viabilidad en pocos días.

Un concepto general, útil en las prácticas de manejo del coyolillo, es el hecho de ser una maleza especialmente crítica en las primeras etapas de crecimiento del cultivo. Una vez superada esta época, la maleza es un débil competidor, fácilmente superado por el cultivo, cuya sombra no permite que el coyolillo se desarrolle.

**Prácticas de control.** Se conoce poco sobre cuales niveles de población del coyolillo pueden tolerar los cultivos en las fases críticas de competencia. Esta información permitiría definir las prácticas de control que logren rebajar la densidad de la maleza durante las épocas críticas, a niveles por debajo del umbral de acción. Esta labor lógicamente habría que repetirla y ajustarla cada vez que se siembre el cultivo, ya que la maleza puede recuperar su nivel de población, sobre todo si el cultivo no presenta un crecimiento rápido y de buena cobertura.

La práctica de control más corriente es el uso de herbicidas para reducir, durante la fase inicial de establecimiento del cultivo, un porcentaje apreciable de la competencia del

coyolillo. Esta práctica de control debe usarse cada vez que se siembre el cultivo, dado que la maleza puede recuperar en corto tiempo un alto nivel de población tan pronto termina la acción residual o el efecto del herbicida. El control químico del coyolillo es una tecnología que ha sido utilizada principalmente por agricultores tecnificados, por cuanto muchos de los productos disponibles requieren un manejo, equipo e implementos especiales.

En cultivos de cereales se dispone de una buena ayuda con el uso de herbicidas hormonales. Para que estos compuestos sean efectivos contra el coyolillo en cultivos como maíz, sorgo y arroz, se requiere que las plantas del cultivo alcancen el grado de desarrollo adecuado; que la maleza tenga de cuatro a seis hojas; que haya humedad suficiente en el suelo y que la aspersión cuente con un surfactante. La fertilización posterior a la aplicación de los hormonales contra coyolillo en cereales, ayudará al cultivo a crecer mientras se afecta el crecimiento de la malezas por la acción del herbicida. Esto dará tiempo para que el cultivo proyecte sombra sobre la maleza y frene su desarrollo. Esta situación ha sido muy notoria en el cultivo de maíz (De la Cruz y Gómez 1976).

Bajo condiciones de cero labranza, la acción de los herbicidas sistémicos no selectivos son de gran eficiencia cuando la maleza inicia floración e inmediatamente antes de la siembra o trasplante del cultivo. Tal es el caso con las aspersiones de glifosato antes de la siembra de algodón o del trasplante del tomate o chile.

En el cultivo del maíz también se usan los herbicidas butilato (Sutan) y EPTC + antidoto (Erradicane) que son selectivos al cultivo y eficientes contra la maleza. Algunos agricultores emplean en el maíz aplicaciones dirigidas de glifosato y/o paraquat, utilizando aspersoras con pantalla protectora. El Cuadro 2 resume algunas de estas recomendaciones (CIAT 1982).

Debido al lento crecimiento inicial del algodón y a su pobre cobertura durante este período, el coyolillo se ha "asociado" muy bien y se ha vuelto bastante agresivo en áreas algodonerías tropicales y subtropicales. En muchas oportunidades los tratamientos en pre-siembra y pre-siembra incorporado (PSI), deben ser complementados con aplicaciones post-emergentes dirigidas (Cuadro 3).

Existen varios herbicidas altamente selectivos a los cultivos de frijol, soya y maní, muy eficientes para el control del coyolillo. El vernolate, EPTC y el EPTC + anti-

CUADRO 2. Herbicidas recomendados para controlar coyolillo en cultivos de maíz, sorgo y arroz (CIAT 1982).

| CULTIVO        | HERBICIDAS                |                     | DOSIS<br>la Kg/ha      | EPOCA | OBSERVACIONES                                                        |
|----------------|---------------------------|---------------------|------------------------|-------|----------------------------------------------------------------------|
|                | técnico                   | comercial           |                        |       |                                                                      |
| Maíz           | butilato                  | Sutan               | 2.4-4.0                | PSI   | Controla también gramíneas                                           |
|                | 2,4-D amina + surfactante | varios              | 0.5-1.0<br>0.5X        | Post  | Aplicar en primeros estados de desarrollo de la maleza               |
|                | paraquat                  | Gramoxone           | 0.2-0.4                | Post  | Dirigido en calles con pantalla                                      |
|                | glifosato                 | Round-up            | 1.44-1.92              | Post  | Dirigido en calles con pantalla                                      |
|                | EPTC-R-25788              | Erradicane          | 3-4                    | PSI   | Controla gramíneas anuales                                           |
| Sorgo          | 2,4-D amina               | varios              | 0.5-1                  | Post  | Aplicar en primeros estados de desarrollo de la maleza               |
| Arroz de riego | 2,4-D                     | "                   | 0.5-1                  | "     | Aplicar en pleno macollamiento del arroz, complementar con propanil. |
|                | benzazon picloram+ 2,4-D  | Banagran Tordon 101 | 0.96<br>0.894+<br>0.24 | "     | A maleza pequeña Controla hoja ancha                                 |

PSI = Pre-siembra incorporado  
Post = Post-emergencia maleza y cultivo

CUADRO 3. Herbicidas recomendados para controlar coyolillo en cultivos de algodón (CIAT 1982).

| HERBICIDAS  | Nombre   | DOSIS<br>la Kg/ha | EPOCA                       | OBSERVACIONES                             |
|-------------|----------|-------------------|-----------------------------|-------------------------------------------|
|             |          |                   |                             |                                           |
| Glifosato   | Roundup  | 1.44-2.4          | Pre-siembra y post dirigido | Al iniciar floración la maleza            |
| Fluridone   | Fride    | 2-6               | PSI                         | Muy residual                              |
| Perfluidone | Destun   | 3.5-4             | Pre                         | " "                                       |
| MSMA        | Mesamate | 3.84              | Post                        | Aplicación dirigida sobre coquito de 5 cm |
| DSMA        | Ansar    | 4.05              | "                           | " "                                       |

PSI = Pre-siembra incorporado  
Pre = Pre-emergencia de la maleza  
Post = Post-emergencia de la maleza

doto por aplicarse en pre-siembra incorporados solo pueden usarse en terrenos mecanizables, planos y relativamente secos. El benzazon usado en postemergencia en frijol, es un herbicida de contacto de acción poco prolongada. Las recomendaciones de control químico del coyolillo en cultivos de frijol, soya y maní se ven en el Cuadro 4. En cultivos de frijol no es necesario usar el EPTC + antidoto, puesto que aún sin el antidoto es selectivo al cultivo (el antidoto se agrega al EPTC para que este herbicida sea selectivo al maíz).

En áreas tropicales bajas y secas los cultivos de tomate y chile son amenazados por la competencia de densas poblaciones de coyolillo. El tratamiento más común en estas circunstancias es el glifosato aplicado antes del trasplante. Algunos agricultores esperan varios días después de la aplicación del producto para trasplantar estos cultivos, debido al temor a la fitotoxicidad por acción residual del producto. A este respecto Pareja (1987) indica la posibilidad de daño de este herbicida a tomate trasplantado inmediatamente después de su aplicación. Además del glifosato, también se recomienda para tomate, el

CUADRO 4. Herbicidas recomendados para controlar coyolillo en cultivos de frijol, soya y maní (CIAT 1982).

| CULTIVO     | HERBICIDAS   |            | DOSIS<br>la kg/ha | EPOCA | OBSERVACIONES                       |
|-------------|--------------|------------|-------------------|-------|-------------------------------------|
|             | técnico      | comercial  |                   |       |                                     |
| Frijol      | Vernolate    | Vernam     | 3.0-4.0           | PSI   | También controlan gramíneas anuales |
|             | EPTC         | Eptam      | 3.0-4.0           | "     |                                     |
|             | EPTC-R-25788 | Erradicane | 3.0-4.0           | "     |                                     |
|             | Bentazon     | Baeagran   | 0.96              | Post  |                                     |
| Soya y maní | Vernolate    | Vernam     | 3.0-4.0           | PSI   | Afecta plantas pequeñas únicamente  |

PSI = Pre-siembra incorporado  
Post = Post-emergencia

CUADRO 5. Herbicidas recomendados para controlar coyolillo en cultivos de tomate y chile. (CIAT 1982).

| CULTIVO | HERBICIDAS |           | DOSIS<br>la kg/ha | EPOCA       | OBSERVACIONES                                                    |
|---------|------------|-----------|-------------------|-------------|------------------------------------------------------------------|
|         | técnico    | comercial |                   |             |                                                                  |
| Tomate  | Pebulate   | Tillan    | 4.32-5.76         | PSI         | Contra gramíneas y ciperáceas.                                   |
|         | Glifosato  | Roundup   | 1.44-1.92         | Pre-traspl. | también se aplica dirigido en las calles después del trasplante. |
| Chile   | "          | "         | 1.44-1.92         | Pre-traspl. |                                                                  |

PSI = Pre-siembra incorporado  
Pre-traspl = Pre-trasplante del cultivo

producto pebulate en pre-siembra incorporado. Algunas indicaciones sobre el uso de herbicidas para el control de coyolillo en cultivos de tomate y chile se ven en el Cuadro 5.

Otros cultivos en los cuales se pueden presentar densas poblaciones de coyolillo y para los cuales se puede usar una gran diversidad de tratamientos puede verse en el Cuadro 6.

**Otros sistemas de control.** Se han estudiado otros sistemas de control como el de la realización de frecuentes labores superficiales de remoción del suelo. Estas labores para que sean más eficientes, deben realizarse en época seca y a intervalos adecuados para permitir un abundante rebrote de plantas de la maleza, pero no muy distanciados porque las plantas que primero emerjan podrían tener tiempo suficiente para desarrollar nuevas estructuras reproductivas. Se estima que de 15 a 20 días es un buen intervalo, de acuerdo con la fisiología de la maleza. Sin embargo Leihner (1979) encontró que para lograr una reducción efectiva del número de plantas de coyolillo, las rastrilladas deberían hacerse con una frecuencia de 10 días.

Después de cada rastrillada se puede realizar un riego superficial, para acelerar la germinación del mayor número de plantas y agotar así la reserva del suelo. Se puede aumentar la destrucción de la maleza mediante el uso de glifosato y/o 2,4-D antes de cada rastrillada (Gómez 1976).

Las labores manuales de control realizadas por los agricultores alivian la competencia de la maleza, pero se deben hacer desde muy temprano y repetirlas en forma semanal debido a su capacidad de rebrote. En un experimento realizado en materos sembrados de coyolillo, fue necesario hacer 19 cortes manuales de la maleza, a intervalos de tres días, antes de lograr su eliminación. Las labores manuales se realizan mediante cumas o machetes que chapodan la maleza a ras del suelo. Las desyerbas manuales con azadón pueden ser más eficientes que las chapodas, cuando se realizan en verano. Los controles con cultivadoras, entre las calles de cultivos como el algodón y maíz, ayudan a frenar la agresividad del coyolillo, pero pierden eficiencia cuando se hacen en suelo húmedo, condición muy frecuente durante las fases iniciales del cultivo, cuando el control de la maleza es más urgente.

CUADRO 6. Herbicidas recomendados para controlar malezas en cultivos de tabaco, yuca, piña, frutales, plátano, caña de azúcar, potreros y áreas no agrícolas (CIAT 1982).

| CULTIVO            | HERBICIDAS     |                    | DOSIS<br>la kg/ha         | EPOCA      | OBSERVACIONES                          |
|--------------------|----------------|--------------------|---------------------------|------------|----------------------------------------|
|                    | técnico        | comercial          |                           |            |                                        |
| Tabaco             | Pebulate       | Tillan             | 4.32-5.76                 | PSI        | También contra gramíneas               |
| Yuca               | Butilate       | Sutan              | 2.4-4.0                   | PSI        | Siembra en plano                       |
|                    | EPTC + R-25788 |                    | 3-4                       | PSI        |                                        |
| Piña               | Bromacil       | Hyvar-X            | 3.6                       | Pre        | Muy residual                           |
| Frutales           | Paraquat       | Gramoxone          | 0.2-0.4                   | Post       | Dirigido, en la rodaja o en las calles |
|                    | Glifosato      | Roundup            | 1.44-1.92                 | Post       |                                        |
| Plátano            | Paraquat       | Gramoxone          | 0.2-0.4                   | Post       | Dirigido, sin rociar las cepas         |
|                    | Glifosato      | Roundup            | 1.44-1.92                 | Post       |                                        |
| Caña de azúcar     | Picloram       | Tordon 101 + 2,4-D | 0.064 + 0.24-0.128 + 0.48 | Post       | También controla hoja ancha            |
|                    | Glifosato      | Roundup            | 1.44-1.92                 | Post       | Dirigido en las calles                 |
|                    | 2,4-D          | Varios             | 0.5-1.0                   | Post       | Control de h.a.                        |
| Áreas no agrícolas | Paraquat       | Gramoxone          | 0.2-0.4                   | Post       | Dirigido                               |
|                    | Bromacil       | Hyvar-X            | 5-12                      | Post o Pre | Muy residual                           |
|                    | Glifosato      | Roundup            | 1.44-1.92                 | Post       | Herbicida total no residual            |
| Prados             |                |                    |                           |            |                                        |
| Potreros           | Glifosato      | Roundup            | 1.44-1.92                 | Post       | Dirigido, parcheo                      |
|                    | 2,4-D          | varios             | 0.5-1.0                   | Post       | Controla hoja ancha                    |
|                    | Picloram       | Tordon 101 + 2,4-D | 0.064 + 0.24              | Post       | Controla hoja ancha                    |

PSI = Pre-siembra incorporado  
Pre = Pre-emergencia de la maleza  
Post = Post-emergencia del cultivo y maleza

El control biológico también ha sido estudiado en coyolillo, la literatura señala, entre los organismos más promisorios algunos lepidópteros del género *Bractra* y el coleoptero *Athesapeuta cyperi* (Mercado 1979). Recientemente el Proyecto MIP del CATIE ha estudiado las posibilidades del control con el hongo *Puccinia canaliculata*. En Panamá y bajo condiciones de campo se pudo observar un fuerte ataque de esta roya en coyolillo. □

## CONCLUSIONES

El *Cyperus rotundus* es una de las malezas más importantes en cultivos anuales del trópico seco bajo. Su presencia en campos de maíz, arroz, algodón, sorgo, frijol, soya, yuca, tomate, caña de azúcar y otros, ocasiona un aumento en los costos de producción debido al alto precio de los métodos de control.

Esta maleza tiene características biológicas que le confieren gran capacidad de dispersión, establecimiento y persistencia. La acción de competencia del coyolillo en cultivos, es especialmente crítica en las fases iniciales de crecimiento. Cuando la planta cultivada alcanza cierto desarrollo, proyecta su sombra sobre la maleza y reduce la competencia.

Para hacerle frente al coyolillo es necesario tomar medidas preventivas que eviten su aparición o su dispersión más amplia en caso de estar presente. Se han discutido algunas medidas para el manejo del problema, tratando de reducir o limitar la agresividad del coyolillo. Finalmente, existe una amplia gama de herbicidas que pueden usarse en forma selectiva para varios cultivos. Además, algunos productos que son muy eficientes contra el coyolillo pueden aplicarse en forma dirigida entre las calles del cultivo. Las labores manuales y mecánicas, aunque menos eficientes que los herbicidas específicos, también ayudan a aliviar la competencia del coyolillo, pero su acción se limita aun más en suelos húmedos. El control biológico ha alcanzado apenas niveles preliminares de observación e investigación, pero pueden llegar a ser de gran ayuda en un futuro.

## RESUMEN

El *Cyperus rotundus* L. es una maleza muy importante en el trópico, se presenta con mayor intensidad en áreas tropicales bajas, de lluvias estacionales y de gran actividad agrícola.

El presente trabajo se basa en una recopilación de información de varios investigadores como también de observaciones realizadas por los autores.

El trabajo ofrece una idea general del problema que representa esta maleza para los cultivos, a la vez se discuten varias prácticas que podrían emplearse para el control del *C. rotundus* en estas áreas.

## BIBLIOGRAFIA

- CIAT. 1982. El coquito (*Cyperus rotundus* L.). Biología y Control. Guía de Estudio. Cali, Colombia. 56 p.
- CRUZ, R.; CARDENAS, J.; DE LA CRUZ, R.; LAGOS, E.; FRANCO, H.; CARMONA, C.; VARGAS, D.; RIVEROS, G. 1971. El Coquito y su Control. Instituto Colombiano Agropecuario. Hoja Divulgativa No. 042.
- DE LA CRUZ, R. y GOMEZ, C. 1976. Alternativa para el control de coquito (*Cyperus rotundus* L.) en maíz y sorgo. VIII Seminario COMALFI, Resúmenes. Barranquilla, Colombia, pp 2.
- \_\_\_\_\_; y CAYON, G. 1984. Estudios con el Herbicida Fluridone I. Selectividad para el Cultivo de Algodón y Control de *Cyperus rotundus* L. (Coquito). Revista ICA (Colombia) 19: 307-312.
- DOLL, J.D. 1983. *Cyperus rotundus* L., Ecología, Biología, Fisiología, Morfología e Importancia. En: Panel de expertos, Ecología y Control de Malezas Perennes. G. A. Rojas, Ed. Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía. Chile.
- GOMEZ, C. 1976. Control de coquito (*Cyperus rotundus* L.) con aplicaciones de 2,4-D y Glifosato. Revista COMALFI (Colombia) 3:147-177.
- HAUSER, E. 1962. Development of purple nutsedge under field conditions. Weeds 10:315-321.
- HOLM, L.R.; PLUCKNETT, D.; PANCHO, J.V. y HEIBERGER, J. 1977. The worst weeds. Distribution and Biology. The University of Hawaii Press. 609 p.
- HOROWITZ, M. 1972. Growth, tubers formation and spread of *Cyperus rotundus* L. from single tubers. Weed Research 12(4):348-363.
- JUSTICE, O. y WHITEHEAD, M. 1946. Seed production, viability and dormancy in the nutgrasses, *Cyperus rotundus*. Journal of Agricultural Research 73:303-318.
- LEIHNER, D.E. 1979. El coquito (*Cyperus rotundus* L.): sus características y posibilidades de control. CIAT, Cali, Colombia. SE-08-79.
- MERCADO, B.L. 1979. A monograph on *Cyperus rotundus* L. Biotrop. Bulletin No.15. 63 p.

## BIOLOGIA Y ECOLOGIA

### DE Rottboellia cochinchinensis (Lour) W.D. Clayton\*

Myron Shenk\*\*  
Herbert H. Fisher\*\*\*

#### ABSTRACT

Rottboellia cochinchinensis, a species with the C-4 photosynthetic pathway, is a serious weed in tropical and subtropical climates of Africa, Asia, Latin America and the Caribbean. The areas in which this species has become a serious weed has increased rapidly since 1970. This species has the potential to develop new biotypes which can adapt to more temperate climates. The copious production of seeds with variable dormancy results in seed germination over an extended period of time which increases the difficulty of its control in crops. It is especially problematic in annual crops where herbicides are the primary method of weed control, in which case it can cause very high yield losses. Fortunately, seed longevity is relatively short (2-5 years) which is a key factor in designing effective management programs for this weed.

#### INTRODUCCION

Holm y Herberger (1970) reportaron que Rottboellia cochinchinensis (Lour.) W.D. Clayton (antes conocido como R. exaltata L.f. (Clayton 1981), era señalada como maleza importante en 19 países del mundo. Apenas cinco de estos países eran de Latinoamérica y el Caribe. Ellos reconocieron que R. cochinchinensis puede ser un serio problema, pero dieron la impresión de que su distribución no estaba muy extendida, describiendo el caso de esta maleza como, "...una maleza terrible, la cual apenas tiene distribución regional, pero que ocurre en varios lugares del mundo. Hay una alarma creciente sobre la dispersión de esta especie y su poder destructivo potencial cuando invade campos de cultivos".

Siete años después, esta especie fue indicada como maleza seria para 18 cultivos en 28 países; diez de estos países localizados en Latinoamérica y el Caribe (Holm *et al.* 1977). Además, consideraron esta maleza entre las cinco más serias para los cultivos en Ghana, Sudan, Kenya, Tanzania, Zimbabawe, Zambia,

Mozambique, República de Malagasi, Jamaica, Cuba, Trinidad y Tobago, Venezuela, Louisiana (EUA) y las Filipinas. Si se hiciera hoy un "inventario" mundial de malezas, esta especie sería considerada con mayor importancia de la que se le daba en el año 1977.

Su agresividad es muy conocida y los estudios sobre esta maleza, en parcelas sin ningún tipo de control, reportan reducciones de 60 hasta 80% en el rendimiento de arroz, frijol, maíz, y soya (Pamplona *et al.* 1976, Pamplona e Imlan 1977, Patterson *et al.* 1979, Pamplona 1980a, IITA 1982, Aison *et al.* 1984, Anon 1985, Sharma y Zelaya 1986). En algunos casos, sin aplicar ningún tipo de combate, las pérdidas en maíz y arroz alcanzaron de 80 hasta 100% (Thomas 1977b, Tollervey *et al.* 1980, González *et al.* 1983, Anon. 1985, Fisher *et al.* 1985, Akobundu 1987, Fageiry 1987).

Sin embargo, en la mayoría de los casos, los agricultores emplean alguna medida para combatir esta maleza y las pérdidas son menores. Thomas (1977b) hizo un estudio bajo las prácticas de los agricultores en Rhodesia (Zimbabawe) y concluyó que ellos estaban perdiendo un 23% más del rendimiento de maíz del que hubieran perdido empleando un tipo de combate más completo. Esta cifra concuerda con el resultado de un estudio de Pamplona e Imlan (1977) en las Filipinas. En otras regiones de las Filipinas se reportó que las prácticas de los agricultores resultaron en pérdidas de casi 47% (Pamplona *et al.* 1976 y Fisher *et al.* 1985).

Dada la importancia que ha adquirido esta plaga a nivel centroamericano, se ha considerado de utilidad la publicación y amplia difusión de esta revisión bibliográfica entre las instituciones y expertos de la región. Con el fin de alcanzar con mayor propiedad los públicos más representativos de la región, se decidió dividir el trabajo en dos partes y publicarlas en forma separada. Esta primera parte se refiere a la biología y ecología, mientras que la segunda tratará del combate de esta maleza.

\* Presentado en Seminario-Taller Rottboellia cochinchinensis Lour y Cyperus rotundus L. Distribución, Problemas e impacto Económico en Centroamérica y Panamá. Tegucigalpa, Honduras, mayo, 1988. Proyecto Regional MIP/CATIE.

\*\* International Plant Protection Center, Oregon State University, Corvallis, Oregon 97331. USA.

\*\*\*Department of Horticulture, Oregon State University.

El trabajo original se presentó en un taller auspiciado por el Proyecto Regional de Manejo Integrado de Plagas, realizado en Honduras en marzo de 1988.

## ASPECTOS BOTANICOS

**Descripción:** *R. cochinchinensis*, oriunda de la India, es una gramínea anual de clima caliente, muy agresiva, con culmos fuertes, erectos, pubescentes que alcanzan hasta cuatro metros de altura. Tiene raíces fibrosas. En los nudos inferiores de los tallos se producen raíces adventicias. Macolla profusamente. La inflorescencia es un racimo en forma de espiga cilíndrica, compuesta de 10 a 20 artículos o entrenudos del raquis que contienen las semillas. Los racimos son terminales y axilares, usualmente de 8 a 12 cm de largo y de 3 a 4 mm de grueso; la parte superior de cada una es abortiva.

Hay dos espiguillas en pares en cada artículo del raquis, una fértil y sésil, y la otra estéril y pedicelada (a veces, hay anteras fértiles en la espiguilla pedicelada). En la espiguilla fértil, que se encuentra encajada en el raquis, hay dos flores, una completa y la otra con estambres rudimentarios. En consecuencia, se produce solamente una semilla (un cariopse) por artículo. El pedicelo de la espiguilla estéril está fuertemente apretado contra el raquis y difícil de separar. La primera gluma de la espiguilla fértil es coreácea y la segunda más suave. Las lemas y páleas de ambas flores son hialinas. Las flores no tienen aristas.

Al madurar los artículos (los frutos) se desprenden uno por uno del ápice hacia la base. Los artículos son cilíndricos y cada uno envuelve una semilla (Hitchcock 1950, Cárdenas *et al.* 1972, De la Cruz 1975, Holm *et al.* 1977, White *et al.* 1979, Gómez y Rivera 1987).

**Reproducción/Diseminación.** Sus semillas pueden flotar en el agua, por medio de la cual son diseminadas (Thomas 1970, 1973, CIAT 1976, Pamplona 1980a, Anon. 1985, Fisher *et al.* 1985). También, por tener una forma y tamaño parecido a la semilla de arroz, esta maleza se ha diseminado con su mercadeo (Thomas 1970, 1973, Rincones 1974, Tollervey *et al.* 1980, Anon. 1985, Alves 1986, De la Cruz 1986, González 1986). El uso de maquinaria y otras actividades humanas obviamente contribuyen al movimiento de estas semillas. En algunos casos se ha comprobado que semillas de esta maleza pueden pasar por el sistema digestivo

de ciertos animales pequeños, aves y el ganado, manteniendo su viabilidad (Thomas 1970, 1973, Aison *et al.* 1984, Anon 1985).

La incidencia de *R. cochinchinensis* ha aumentado rápidamente en áreas donde se cultiva maíz y sorgo, especialmente donde se usan herbicidas amidas y triazinas (Thomas 1973, Schwerzel 1975, Labrada 1979, Vernon 1979, 1983, Terry 1980, Parker 1981, Barrientos y Guzmán 1982, Parker y Vernon 1982, Langston *et al.* 1983). Además, se ha notado el mismo problema en los cultivos de caña de azúcar, soya y arroz, cuando se emplean herbicidas que no son efectivos contra esta maleza y menor dependencia del combate físico de malezas (Burgess 1969, Labrada 1979, Parker 1981).

Fisher *et al.* (1985) mencionan otros factores que influyen en la expansión de área invadida por esta maleza en las Filipinas (Mindanao) tales como:

- La siembra continua (2 a 3 veces por año) de maíz, cultivo semejante a la maleza,
- Variedades de maíz que no compiten eficientemente con *R. cochinchinensis*.
- En la primera preparación del terreno, mecánica o con tracción animal, no se elimina esta maleza dentro de la hilera del cultivo porque tira el suelo de la hilera hacia el centro, y en la segunda preparación la maleza es tan grande que no se mata cubriéndola al tirar el suelo del centro de la hilera hacia el cultivo.
- Además, en la zona maicera, la mayoría de los agricultores cultivan maíz en una escala de 3 a 5 hectáreas o más. Así, muy pocos pueden suplementar el combate de esta maleza con limpiezas manuales dentro de las hileras.

Características de esta maleza como la producción prolífica de semilla con germinación escalonada y desarrollo rápido de las plántulas, permiten que sea una invasora formidable. Pero un aspecto muy importante para la colonización exitosa de nuevas áreas es la autofecundación. Así, si una sola planta se establece en un campo, esta especie produce millares de semillas viables y en poco tiempo se multiplica enormemente. Por otra parte, la polinización cruzada ocasional, facilita que esta especie forme nuevos genotipos, los cuales le permiten mejor adaptación a cambios ambientales a largo plazo.

**Propagación Sexual:** La producción prolífica de semilla por *R. cochinchinensis* ha sido reconocida por muchos investigadores, y es en parte una función de la producción de muchas macollas. El número de macollas, inflorescencias por macolla, y número total de

semillas producidas por planta por año varían, pero siempre son altos. La primera macolla puede emerger en apenas 14 días después de la emergencia de la plántula y la producción de macollas puede durar por más de 180 días bajo ciertas condiciones según Fernández (1974), quien reportó de 52 hasta 131 macollas por planta con una producción total de 16 541 semillas por planta. Kranz *et al.* (1977) reportaron 1 180 inflorescencias por planta con un total de 20 600 semillas, los cuales produjeron un total de 200 millones de semillas viables/ha, con un peso mayor de 2 000 kg/ha. En Colombia, De la Cruz (1975) calculó hasta 14 160 semillas/planta. Thomas (1973) reportó rendimientos de 886 hasta 3 268 kg/ha de semillas por ciclo.

Con esta abundancia de semilla producida, el número de plántulas que emergen puede ser muy alto. Sin embargo, en la práctica, ocurre plasticidad poblacional (auto raleo) por lo cual, con el tiempo, el número de plantas baja de 2 000 a 200 por m<sup>2</sup> (Thomas 1970). Tomando el promedio de numerosos experimentos, Fisher *et al.* (1985) reportaron una población inicial (a los 30 días) de 415 plantas/m<sup>2</sup>, la cual se redujo a .159/m<sup>2</sup> en 10 semanas.

**Propagación Vegetativa:** Aunque *R. cochinchinensis* se reproduce principalmente por semillas, se ha comprobado que puede propagarse vegetativamente, rebrotando de las yemas de los nudos del tallo y de las bases de éstos (White *et al.* 1979, Gómez y Rivera 1987). En observaciones personales en las Filipinas, notamos que durante operaciones mecánicas, las macollas se separan fácilmente de la planta madre y así pasan a ser "trasplantadas," o peor, pasan con la maquinaria a otro campo para seguir creciendo y produciendo semillas.

**Latencia de la Semilla:** El fenómeno de latencia en la semilla contribuye a la dificultad de controlar *R. cochinchinensis*, porque resulta en una germinación escalonada en el campo. Así, se pueden tener semillas germinando durante varios meses del ciclo de cultivo (Millhollon 1965, Pamplona y Mercado 1974, Pamplona e Imlan 1977, Fisher *et al.* 1985). El grado de latencia parece variar en diferentes lugares. Algunos investigadores reportan una latencia limitada de la semilla, de unos pocos días hasta pocas semanas después de desprenderse (Ivens 1967, De la Cruz 1975). Otros reportan latencia de cinco hasta ocho meses (Thomas 1970, 1973, Fernández 1974, Thomas y Allison 1975a), y en algunos casos de diez hasta más de doce meses (Doll *et al.* 1976, Pamplona y Mercado 1981a).

LaFrankie (1980) revisó varios estudios sobre la latencia de *R. cochinchinensis* y concluyó que hay ciertos factores que tal vez puedan explicar la gran variabilidad en los resultados reportados, tales como época de cosecha, edad y vigor de la planta de la cual se recolecta la semilla, condiciones ambientales en el almacenaje de la semilla entre la cosecha y las pruebas de germinación, condiciones de germinación y posiblemente el fenómeno de polimorfismo de germinación. Hay necesidad de observar y reportar estos factores en más detalle.

El principal mecanismo de latencia consiste en una barrera física impuesta por las envolturas del cariopse. Al remover las envolturas de las semillas recién desprendidas, se elimina en gran parte la latencia (Thomas y Allison 1975a, Doll *et al.* 1976, Clavijo 1978, Pamplona y Mercado 1981a). Thomas y Allison (1975a) creen que no es una barrera física ni mecánica a la penetración de agua, porque es poca la resistencia de las envolturas a la penetración de agua. Ellos creen que en alguna forma, está relacionada con el intercambio de gases, los cuales pueden estar relacionados con la actividad de las hormonas que regulan la germinación.

Al mojar y secar semillas nuevas, se reduce el período de latencia, especialmente en presencia de luz. En el estudio de Thomas y Allison (1975a) el mojar y secar la semilla redujo la latencia solamente en presencia de luz. Pamplona y Mercado (1974, 1981a) reportaron que la luz reduce el período de latencia significativamente y especularon que ésta tiene el efecto de destruir inhibidores químicos en la semilla. Los mismos autores compararon la germinación de semillas sobre papel de filtro o suelo. Hubo mayor germinación sobre el suelo, por lo cual concluyeron que el suelo acelera la pérdida de inhibidores en la semilla. Estos autores explicaron así el sinergismo entre luz y el suelo en reducir la latencia.

**Longevidad de la Semilla:** La semilla de *R. cochinchinensis* no tiene una longevidad pronunciada. Dependiendo de las condiciones climáticas y su profundidad en el suelo, la viabilidad varía desde dos años hasta un máximo de cinco. A mayor profundidad, la longevidad es mayor que para semilla en la superficie o hasta 10 cm de profundidad (Thomas 1970, 1973, 1977a, Schwerzel 1975, Thomas y Allison 1975a, Pamplona e Imlan 1977, Harger *et al.* 1980, Terry 1980, Pamplona 1980a, Thomas y Schwerzel 1981; Freshwater *et al.* 1986).

## DISTRIBUCION GEOGRAFICA

*R. cochinchinensis* ha sido reportada en diversas ocasiones como maleza importante en ciertas áreas o en ciertos cultivos. A continuación, se presentan algunas de las referencias por regiones o países específicos: **Centroamérica** (Mitchell y Trujillo 1982, De la Cruz 1986, Shenk 1986, De la Cruz *et al.* 1987, Palmer *et al.* 1987); **Costa Rica** (Shenk *et al.* 1983, Shenk 1986); **Guatemala** (Tovar 1986); **Honduras** (Sharma y Zelaya 1986, Aguilar 1987, Moreno *et al.* 1987, Valladares y Bustamante 1987); **Panamá** (Espinosa y Shenk 1971, Bejarano *et al.* 1982, Pinochet 1985, Salazar 1985, Torres 1985, von Lindeman 1985, Navarro 1986); **El Caribe** (Richardson 1963, Adams *et al.* 1968, Burgess 1969, 1975, Labrada 1972, 1975, 1979, 1986, CARDI/USAID 1980, FAO 1983, Hammerton 1985, 1986).

La lista de referencias en **Suramérica** es grande, como se indica en los siguientes ejemplos: González *et al.* (1983); **Bolivia** (Frans 1977, Tollervey *et al.* 1979, González 1986); **Colombia** (De la Cruz 1975, CIAT 1976, Doll *et al.* 1976, Ramos y Parada 1976, De la Cruz y Cayón 1978, Unterladstatter y Fuentes 1978, Romero 1986, Gómez y Rivera 1987); **Ecuador** (Ordeñana 1986); **Paraguay** (Fretes 1986); **Perú** (Bullón y Rodríguez 1976, Fullerton 1980, Raymundo y Alcazar 1984, Helfgott 1986); y **Venezuela** (Rincones 1974; Prieto y Leon 1975; Barrientos y Guzmán 1982).

**México y Norteamérica** no han escapado a la invasión de esta maleza. Por suerte, apenas en 1984 esta plaga fue colectada e identificada por primera vez en México, en el área cañera del Municipio de Tuxtepec, Oaxaca (Gómez 1985). Esto causa preocupación, dada las condiciones climáticas de la región, que favorecen el crecimiento de esta maleza. Al principio de este siglo *R. cochinchinensis* fue reportada en Estados Unidos en los estados de **Florida y Louisiana**. Por muchos años fue una curiosidad, sin mayor preocupación por las autoridades. De repente, en los últimos 15 a 20 años, esta maleza invadió áreas nuevas en seis estados adicionales y es reconocida como problema en caña de azúcar, soya, y maíz en varias zonas (Millhollon 1965, 1971, 1975, 1980, 1984a, 1984b, 1984c, Holm *et al.* 1977, Patterson *et al.* 1979, LaFrankie 1980, Nester y Harger 1981, Langston *et al.* 1983, Patterson 1983, Smith 1983, Nester *et al.* 1984, Fisher *et al.* 1987).

También ha sido reportada como una seria maleza en el Sudeste de Asia, especialmente en las **Filipinas** (Fernandéz 1974, Pamplona y Mercado 1974, 1979, 1981a, 1981b, 1982, Pamplona *et al.* 1976, Pamplona e Imlan 1977,

Elliot 1979, Barrion y Litsinger 1980, Janiya y Moody 1980, Mercado y Pamplona 1980, Pablico y Moody 1980, Pamplona 1980a, 1980b, Pablico y Moody 1983, 1984, Fisher *et al.* 1985). En **Malasia** (Wuan y Wong 1982); **Indonesia** (Megia 1986); **Tailandia** (Noda y Teerawatsakul 1984).

Uno de los primeros reportes en **Australia** fue el de Heslop-Harrison. (1959). Por el año 1970, ya fue considerada como problema en áreas limitadas (Thomas 1970). Pero en 1978, fue declarada problema serio en caña de azúcar en el distrito de Ayr. Además de encontrarla en varios sitios, un campo de caña fue prácticamente perdido por la severa competencia, lo cual motivó a los agricultores y a las autoridades a tomar medidas para restringir su dispersión a nuevas áreas. Esta campaña ha sido bastante exitosa (Freshwater *et al.* 1986).

La importancia de esta especie ha sido reconocida por bastante tiempo en **Africa**: (Ivens 1967, Richards y Thomas 1970, Thomas 1970, 1973, 1977a, 1977b, Aryeetey 1973, Schwerzel 1975, Thomas y Allison 1975a, 1975b, Ivens *et al.* 1978, Akobundu 1979, Vernon 1979, 1980, 1983, Anon. 1980b, Terry 1980, 1983, Parker 1981, Thomas y Schwerzel 1981, IITA 1982, Cagnieul *et al.* 1983, Terry *et al.* 1984, Fageiry 1987).

Esta maleza ha sido reportada también en **Oceania**, incluyendo Fiji (Anon. 1980a). Papua y Nueva Guinea (Vance 1982, Gurnah 1985).

**Habitat:** *R. cochinchinensis* posee el mecanismo fotosintético C-4, lo que le permite adaptarse a condiciones variadas, pero se encuentra principalmente en climas tropicales y subtropicales con épocas lluviosas y secas. Ivens (1967) y Terry *et al.* (1984) reportan que esta maleza se encuentra hasta 1 800 msnm en Africa Oriental. Los climas en el sureste de los Estados Unidos de Norteamérica también representan condiciones subtropicales, en las cuales esta maleza es problemática (Millhollon 1971, 1975, 1984c, White *et al.* 1979).

Como indicación de la posibilidad que *R. cochinchinensis* pueda extenderse a nuevas áreas en climas subtropicales, Patterson *et al.* (1979) concluyeron que, durante el verano, existen condiciones climáticas en la región sureste del país, y en el sur de los estados centrales de los Estados Unidos que le permiten alcanzar hasta 76% de su crecimiento potencial. Es muy posible que invada campos más al norte (Patterson y Flint 1979, Patterson *et al.* 1979, Langston *et al.* 1983, Aison *et al.* 1984, Nester *et al.* 1984, Anon. 1985, Fisher *et al.* 1987), y hay peligro de que a medida que su dispersión la lleve al norte, haya una

evolución de biotipos adaptados a climas templados, lo cual podría tener implicaciones serias para muchas áreas del mundo (Fisher et al. 1987). Esta especie ha crecido vigorosamente bajo condiciones controladas y ha producido semilla en St. Paul, Minnesota a latitud 45° N (Millhollon 1980).

La diferencia entre los términos ecotipo y biotipo, consiste en que el ecotipo normalmente consta de varios biotipos, los cuales se pueden describir como individuos o grupos de individuos que comparten genotipos comunes. Biotipos, aunque con diferencias fisiológicas, pueden existir bajo condiciones ecológicas parecidas según Jensen et al. (1979), citado por Pamplona (1980b). El agrupamiento de diferentes biotipos para constituir un ecotipo depende de varios factores. Biotipos (subespecies) están basados en diferencias visibles morfológicas mientras que ecotipos se distinguen más por sus reacciones fisiológicas al medio ambiente. Es decir, un ecotipo es más un concepto ecológico y de adaptación, mientras que un biotipo es más un concepto morfológico e histórico (Pamplona 1980b).

Según Barbour et al. (1987) "un ecotipo es el producto de una respuesta genética de una población a un habitat. Es una población o un grupo de poblaciones, que se pueden distinguir por características morfológicas y/o fisiológicas, interfértiles con otros ecotipos de la misma especie". Un aspecto importante en este proceso es que haya suficiente tiempo para que la respuesta ocurra.

La existencia de biotipos ya es reconocida y apoya la preocupación de que se desarrollen nuevos ecotipos, tal vez adaptados a climas (o microclimas) diferentes. Pamplona y Mercado (1979, 1981a, 1981b, 1982) identificaron y estudiaron cinco ecotipos de *R. cochinchinensis* en las Filipinas. Ellos compararon varios factores de estos cinco ecotipos como se presenta en el siguiente Cuadro 1.

Estos datos demuestran la gran variabilidad entre los ecotipos de esta maleza, colectados en el mismo país. Los ecotipos 1 y 5 están asociados con los cultivos de maíz y las leguminosas; el ecotipo 3 con maíz; el

CUADRO 1. Comparación de varias características de cinco ecotipos de *R. cochinchinensis* en las Filipinas, sembrados en enero de 1978.

| Ecotipo | Pubescencia | Días a floración | No. de macollas | No. de racimos | Frutos por racimo | Altura (cm) | Peso (g) |
|---------|-------------|------------------|-----------------|----------------|-------------------|-------------|----------|
| 1       | Si          | 36               | 30              | 392            | 13                | 176         | 186      |
| 2       | Si          | 80               | 18              | 56             | 26                | 174         | 219      |
| 3       | Si          | 50               | 15              | 206            | 14                | 245         | 245      |
| 4       | Si          | 66               | 52              | 170            | 25                | 165         | 348      |
| 5       | Poca        | 38               | 42              | 164            | 20                | 123         | 175      |

Adaptado de Pamplona y Mercado, 1981a.

ecotipo 4 con caña de azúcar. Se encuentra el ecotipo 2 en los bordes de los caminos y el ferrocarril y en lomillos sin cultivos (Pamplona y Mercado 1982). Los autores especulan que la evolución de estos ecotipos puede estar influida más por asociación con cultivos que por el clima.

Para que una especie se establezca es necesario que se adapte continuamente a condiciones ambientales que varían en un proceso de selección natural. Diferentes habitats presentan diferentes presiones de selección, dando oportunidad para la evolución de diferentes genotipos dentro de una especie dada. Estos genotipos se adaptan a ciertos habitats ecológicos, resultando en diferentes ecotipos. Variaciones de ecotipos pueden ser una respuesta a variaciones en clima o microclima, factores edáficos e interacciones con otras especies de plantas (Pamplona y Mercado 1982).

Pocos autores mencionan la posibilidad de diferentes ecotipos como un factor para explicar diferencias biológicas reportadas en varios estudios. El siguiente cuadro muestra variabilidad en latencia por diferentes ecotipos de *R. cochinchinensis* en las Filipinas.

CUADRO 2. Porcentaje de germinación de semillas de cinco ecotipos de *R. cochinchinensis* con diferentes tiempos de almacenamiento, con o sin envoltura, expuestas a la luz.

| Ecotipo y condición de la envoltura | Tiempo de almacenamiento (meses) |      |      |
|-------------------------------------|----------------------------------|------|------|
|                                     | 3                                | 6    | 9    |
| 1. Con                              | 8.5                              | 15.5 | 47.5 |
| Sin                                 | 86.0                             | 84.0 | 92.5 |
| 2. Con                              | 20.5                             | 90.5 | 90.0 |
| Sin                                 | 91.0                             | 93.5 | 93.5 |
| 3. Con                              | 1.5                              | 30.0 | 40.0 |
| Sin                                 | 89.0                             | 84.5 | 88.0 |
| 4. Con                              | 13.5                             | 93.5 | 89.0 |
| Sin                                 | 87.5                             | 90.0 | 90.0 |
| 5. Con                              | 99.0                             | 93.5 | 92.5 |
| Sin                                 | 100.0                            | 93.5 | 93.0 |

Adaptado de Pamplona y Mercado (1981a).

Estos datos sugieren que resultados contradictorios cuando se trabaja con la misma especie, son explicables si se toma en cuenta la posibilidad de diferentes ecotipos. Además, Pamplona y Mercado (1981b) demostraron que solo el ecotipo 1 no es sensible al fotoperiodismo. Con los demás ecotipos, fotoperíodos de 11 horas con 55 minutos y 12 horas con 55 minutos estimularon la iniciación de la floración, mientras que fue inhibida con 14 horas. Ecotipo 3 produjo mayor número de macollas con fotoperíodo más largo.

El trabajo de Fernández (1974) sugiere que *R. cochinchinensis* está influida por el

fotoperíodo. Al sembrar semilla cada mes durante un año, hubo diferencias en el número de días a la primera macolla (desde 14 días sembrando en marzo hasta 26 días sembrando en setiembre); días a la iniciación de floración (47 al sembrar en octubre y 154 al sembrar en marzo); duración de producción de macollas (desde 41 días al sembrar en setiembre hasta 187 días al sembrar en febrero) y el promedio de macollas producidos (17.8 al sembrar en setiembre contra 99.5 para la siembra en junio). Obviamente, si se hicieran dos investigaciones con la misma semilla, pero sembrando en épocas diferentes, se podría obtener resultados contradictorios, aunque ambas investigaciones fueran bien hechas. La existencia de dos biotipos de esta especie con diferentes épocas de floración como respuesta al fotoperíodo ha sido documentado en Louisiana(\*).

Fisher *et al.* (1987) comprobaron que existen diferencias a nivel de isoenzimas esteratas entre los dos biotipos. Tal vez, podrían resultar en diferencias en la habilidad de adaptarse a distintos nichos ecológicos. También, hallaron diferencias en la cantidad de clorofilas a y b que tal vez indique otras capacidades de adaptarse a nichos con variados grados de sombra.

Normalmente, *R. cochinchinensis* es una planta autofecundada. Sin embargo, Fisher *et al.* (1987), trabajando con los dos biotipos de Louisiana, notaron de vez en cuando, bajo condiciones de estrés, que algunas flores de ambos biotipos quedaron abiertas, al mismo tiempo, con estigmas y estambres expuestos (observaciones personales). Al ocurrir esto, simultáneamente con dos o más biotipos, con un intercambio de polen, podría resultar un híbrido, representando un nuevo genotipo. Los mismos autores lograron hacer cruces entre los dos biotipos de Louisiana. Por electroforesis, examinaron proteínas de semillas y follaje de la prole F2. Ellos concluyeron que sí produjeron híbridos y que hay diferencias multialeloicas entre los dos biotipos de Louisiana.

**Tipo de Suelo.** La relación entre *R. cochinchinensis* y el tipo de suelo no es muy consistente, aunque varios autores (Richards y van Lindert 1968, Labrada 1975, 1979, Thomas y Allison 1975a y 1975b, Vernon 1979 y 1983, Kranz *et al.* 1977; Behrendt y Hanf 1979, Terry 1983) indican que *R. cochinchinensis* es más común en suelos pesados (arcillosos). En

observaciones personales en Centroamérica, notamos la existencia de esta maleza tanto en suelos francos, y francos limosos, como en suelos arcillosos.

En resumen, aunque es una planta de climas tropicales y subtropicales, es claro que hay razón para preocuparnos con su posible adaptación a nuevos ambientes. □

## RESUMEN

*Rottboellia cochinchinensis*, una especie con el mecanismo fotosintético C-4, es maleza seria en climas tropicales y subtropicales de Africa, Asia, Latinoamérica y el Caribe. El área en la cual ha llegado a ser plaga seria se ha extendido rápidamente desde 1970. Existe potencial para el desarrollo de nuevos biotipos que puedan adaptarse a climas más templados. La producción cuantiosa de semillas que germinan en forma escalonada, debido a la latencia, aumenta la dificultad de manejar esta maleza en los cultivos. Es especialmente pernicioso en cultivos anuales en los cuales se depende de los herbicidas para el manejo de malezas. En tales casos, esta maleza puede causar grandes reducciones en los rendimientos de los cultivos. Por suerte, la longevidad de la semilla es relativamente corta (2 a 5 años), lo cual es clave para el diseño de programas para el manejo efectivo de esta maleza.

## BIBLIOGRAFIA

- ADAMS, C.D.; KASASIAN, L. y SEEYAVE, J. 1968. Common Weeds of the West Indies. Bridgetown, Barbados. University of the West Indies. 139 p.
- AGUILAR, H. 1987. Control preemergente de caminadora *Rottboellia exaltata* L.f. en el cultivo de cítricos. III Semana Científica CURLA '87. 18-23 de mayo. La Ceiba, Honduras.
- AISON, S.; JOHNSON, M.K. y HARGER, T.R. 1984. Role of birds in dispersal of itchgrass *Rottboellia exaltata* L.f. seeds in the southeastern U.S.A. Protection Ecology 6:307-313.
- AKOBU, I.O. 1979. Weed control in Nigeria. PANS 25:287-298.
- \_\_\_\_\_. 1987. Weed Science in the Tropics: Principles and Practices. New York, Wiley. 522 p.
- ALVES, A. 1986. Rural development, weeds, weed competition and herbicide usage in Brazil. Taller Regional de Manejo de Malezas en Latinoamérica y El Caribe. FAO. Bogotá, Colombia. Setiembre 22-24.

(\*) Millhollon. Comunicación personal.

## LA RESISTENCIA DE LAS MALEZAS A LOS HERBICIDAS \*

Abelino Pitty\*\*

### ABSTRACT

Weed resistance to herbicides has not developed as fast as with insects, bacteria, and fungi. Possibly this is due to: the way weeds inherit resistance, the long generation time, the low mutation frequency, low selection pressure of herbicides, reduction in fitness of resistant biotypes, plasticity, and non-resistant seed soil bank reserve. Mechanisms of resistance that have been found vary according to herbicide type. In triazines, resistance is due to a change in herbicide binding site that reduces herbicide control. In paraquat, resistant plants exclude the herbicide molecule from the chloroplast avoiding phytotoxicity. In dinitroanilines herbicides resistance is caused by insensibility of tubuline to the herbicide. An alteration of the enzyme acetolactate synthetaza has conferred resistance to sulfonylurea and imidazolinone herbicides. To avoid development of herbicide resistance it is recommended not to use herbicides too residual, rotate herbicides with other types of control, and rotate herbicides with different mechanism of action.

### INTRODUCCION

Este trabajo proporciona al lector centroamericano un resumen de la literatura en inglés sobre la resistencia de las malezas a los herbicidas, ya que es difícil o casi imposible obtener este tipo de información en español. Se limita a la literatura disponible al momento de hacer la revisión, pues no se conoce toda la literatura mundial, sin embargo, gran parte de la literatura revisada es de publicación reciente.

En años recientes la resistencia a herbicidas ha estado recibiendo mayor atención, debido a un aumento en los casos de resistencia. Se conocen actualmente 55 especies de plantas (40 hoja ancha, 15 gramíneas) resistentes a las triazinas (Holt y LeBaron 1990); 10 especies resistentes a paraquat (Fuerst y Vaughn 1990) y una a la trifluralina. Recientemente se han reportado casos de resistencia a sulfonil ureas (Mallory-Smith *et al.* 1990) e imidazolinonas (Primiani *et al.* 1990).

La resistencia es una consecuencia del proceso de evolución. En toda población existen variaciones genéticas y algunos individuos pueden sobrevivir a la aplicación inicial de un plaguicida a la cual la mayoría son susceptibles (Hartwig 1987). Los que sobreviven pueden hacerlo debido a diferencias genéticas que les confiere tolerancia o resistencia y no por el hecho de haberse escapado de recibir el plaguicida.

Se reconocen tres tipos de respuesta de las plantas a un herbicida: susceptibilidad, tolerancia y resistencia. La susceptibilidad es la falta de capacidad de soportar una aplicación de un herbicida, de manera que la planta es dañada. La tolerancia y resistencia describen condiciones en las cuales las plantas soportan el herbicida (Holt y LeBaron 1990). Sin embargo, no existe una definición uniforme de tolerancia y resistencia y ambos términos se usan frecuentemente en forma intercambiable.

La tolerancia se refiere a la variabilidad normal y natural de la respuesta a un herbicida que existe entre las especies de plantas. Esta variabilidad está presente en una población antes de que se use por primera vez un herbicida. Las plantas tolerantes tienen la habilidad de soportar un herbicida pero una dosis más alta mata a la planta; es un bajo nivel de resistencia que es dependiente de la dosis del herbicida.

La resistencia es una respuesta alterada a un herbicida, de una planta que era susceptible, pero que ya no lo es. LeBaron (1987) la define como la habilidad de un biotipo de sobrevivir una aplicación de un herbicida al cual la especie es normalmente susceptible. Se puede decir que resistencia es la forma extrema de tolerancia que puede alcanzar una planta.

\* Publicación DPV-EAP-301.

\*\*Especialista en manejo de malezas, Escuela Agrícola Panamericana, Depto. de Protección Vegetal. Apartado 93. Tegucigalpa, Honduras.

## FACTORES QUE INFLUYEN EN LA SELECCION DE BIOTIPOS DE MALEZAS RESISTENTES A HERBICIDAS

A pesar de que el número de especies de malezas resistentes a herbicidas aumenta considerablemente, son muchos más los casos de especies resistentes a insecticidas, fungicidas, rodenticidas y bactericidas. Los siguientes factores ayudan a que no se desarrolle resistencia a herbicidas tan rápido como ha sucedido con otros plaguicidas.

### Herencia de resistencia a herbicidas.

La herencia de resistencia a atrazina no es de acuerdo a las leyes Mendelianas. La generación F<sub>1</sub> de un cruce entre una planta resistente y una susceptible producirá biotipos susceptibles al herbicida si la madre es susceptible, y biotipos resistentes si la madre era resistente. Es decir, la resistencia se hereda de la madre, sin embargo, esto no es absoluto y a veces se encuentra un 0.1 a 0.2% de plantas resistentes que heredaron esa característica del padre. En este caso se disminuye la diseminación de plantas resistentes ya que se transmite por el polen y su paso de un campo a otro es limitado, si no es por semillas que ya sean resistentes.

Recientemente se reportó que *Abutilon theophrasti* no hereda la resistencia a atrazina de esta manera, sino de acuerdo con las leyes Mendelianas. Un cruce entre una planta resistente y una susceptible produjo plantas que tenían una respuesta intermedia (no eran resistentes ni susceptibles). Un cruce entre estas plantas (F<sub>1</sub>) produjo una proporción de 1:2:1 (resistente:intermedia:susceptible) en la generación F<sub>2</sub>. Las plantas seleccionadas como resistentes, intermedias y susceptibles cruzadas entre ellas mismas produjeron plantas F<sub>3</sub> resistentes si eran resistentes, susceptibles si eran susceptibles y las intermedias segregaron en una proporción de 1:2:1 de resistente:intermedia:susceptible respectivamente (Andersen y Gronwald 1987).

Duración entre generaciones. El desarrollo de resistencia a un plaguicida involucra un cambio en la constitución genética del organismo. Este cambio es transmitido y aumentado de generación en generación, por lo tanto en especies con un tiempo corto entre generaciones, la resistencia aparece más rápidamente que en especies con un tiempo largo entre generaciones. Los insectos tienen más generaciones por año que las malezas y por esto algunos dicen que todavía no han ocurrido suficientes generaciones de malezas para que se manifieste la resistencia a herbicidas. Pero es de notar que dentro del primer año de uso de DDT se reportó resistencia (Gressel y Segel 1978) y esto sucedió en menos genera-

ciones que las que se han presentado para las malezas durante el período de uso continuo de 2,4-D en algunas áreas, sin que se desarrolle resistencia (Gressel 1978).

Frecuencia de mutación. Tomando en cuenta que muchos herbicidas son selectivos y que el modo de acción varía desde detoxificaciones bioquímicas hasta barreras morfológicas, se espera la aparición de biotipos resistentes que estén presentes en las poblaciones naturales de malezas. Los genes resistentes deben estar en la población, esperando ser seleccionados, la frecuencia con la que se encuentran es lo que no sabemos, pero se supone que es bien baja, comparada con los otros organismos.

En casi todas las especies existen genes resistentes a un plaguicida que forman parte de los genes de un organismo, la cantidad presente depende de las frecuencias de mutación. Una excepción es *Staphylococci* y *Streptococci* que no han desarrollado resistencia a la penicilina ya que aparentemente no tienen genes resistentes ni la habilidad de tomar plasmidas que dan resistencia. Es decir, no tienen un gene para poder producir la penicilasa (Gressel y Segel 1978). En cambio *Gonococcus* que antes era controlada, ya no lo es. Además en Africa existe una raza del mosquito de la fiebre amarilla que aún se controla con DDT, posiblemente estos organismos tienen una baja frecuencia de mutación que no permite crear resistencia (Gressel 1978).

Presión de selección. Mientras más alta sea la tasa de mortalidad a un plaguicida, más rápido aparecerán biotipos resistentes, a menos que la tasa de mortalidad sea 100%. La mayoría de los herbicidas se aplican en dosis que dan 90-95% de mortalidad o control. Otros plaguicidas tienen tasa de mortalidad más alta.

La primera reacción de un agricultor cuando un insecticida está perdiendo efecto, es aumentar la dosis y la frecuencia de aplicación. El agricultor a veces aplica una dosis excesiva de insecticidas pensando "si una dosis es buena, dos son mejores" y no se preocupa de daños al cultivo, cosa que no sucede con los herbicidas. Los herbicidas tienen una selectividad relativa, o sea que un herbicida selectivo a un cultivo pueden dañarlo si se aplica en dosis más altas que las recomendadas. Además los herbicidas generalmente se aplican una sola vez al cultivo y los insecticidas y fungicidas, pueden ser aplicados varias veces durante el ciclo del cultivo. De manera que las dosis de herbicidas aplicadas presentan relativamente pocas fluctuaciones, comparado con otros plaguicidas.

Muchos herbicidas son inefectivos pocas semanas después de la aplicación, debido a la degradación en el suelo. Antes se pensaba que esta degradación era inconveniente, ahora se piensa diferente. Este proceso permite que algunas semillas germinen tarde, pues no son afectadas por el herbicida y por lo tanto se desarrollan hasta producir más semillas. Esto no siempre es dañino al cultivo ya que la competencia tardía generalmente es menos importante que la competencia en las primeras etapas del cultivo. Esto permite que muchas plantas susceptibles produzcan semillas que también son susceptibles y que regresan al suelo. Además, semillas susceptibles que son llevadas por el viento, agua, pájaros y animales contribuyen a bajar la presión de selección en una área dada. Usando el criterio de las semillas producidas se supone que la presión de selección o la tasa de mortalidad efectiva está entre 60-80% con herbicidas de residualidad corta. En resumen, cuando la presión de selección es alta, la resistencia aparece rápidamente.

#### Adaptabilidad de biotipos resistentes.

La adaptabilidad describe la ventaja evolucionaria de un genotipo, la cual está basada en el éxito de sobrevivencia y reproducción. La adaptabilidad en este caso se define como la "habilidad de los biotipos resistentes para competir con el biotipo susceptible bajo condiciones no selectivas" (Gressel 1978). Se entiende como condiciones no selectivas, a la competencia en ausencia del herbicida. La baja adaptabilidad se conoce como "costo de selección natural". Se ha encontrado baja adaptabilidad en las especies resistentes en bacterias, hongos, insectos y malezas resistentes a sus correspondientes plaguicidas.

En cualquier población las plantas resistentes a las triazinas forman una pequeña proporción de esa población, sin embargo, la mayoría son plantas susceptibles. Si los dos tipos fueran igualmente adaptados para sobrevivir y reproducirse, esperaríamos que existieran en igual cantidad o proporción. Si no hubiera diferencia en adaptabilidad, una mezcla de igual proporción de semillas resistentes y susceptibles, debería producir igual proporción de semillas resistentes y susceptibles siempre y cuando esté el herbicida ausente. Esto no sucede así y se producen más semillas del biotipo susceptible. Lógicamente, si el herbicida está presente, el biotipo resistente compete mejor que el susceptible.

Si se obtiene una proporción de 35% de semillas resistentes y 65% susceptibles, entonces la adaptabilidad se calcula así:  $35/65 = 0.54$ . La diferencia en adaptabilidad es

alta. En poblaciones de plantas resistentes y susceptibles a triazina mezcladas en igual proporción; el biotipo susceptible ha resultado dos veces mejor adaptado que el resistente, (ejemplo, producción doble de semillas). La mejor adaptabilidad se debe posiblemente a: mejor adaptabilidad de germinación por mejor fecundidad del polen; mejor diseminación, establecimiento, competencia y producción de semillas.

Se ha determinado que un biotipo de Amaranthus retroflexus (bledo) resistente a triazina, produce 40% menos de materia seca que el tipo susceptible, cuando crece sin competencia y sin herbicida. Si crecen las plantas bajo competencia, el biotipo susceptible es más competitivo. La producción de semilla de la planta susceptible también era más alta que la resistente. Esto explica porqué bajo condiciones de campo y sin el herbicida hay más plantas susceptibles que resistentes.

En otra planta (Senecio vulgaris), el tipo susceptible a la atrazina tenía mayor fotosíntesis neta que la resistente. Esto sucedía bajo un amplio rango de niveles de iluminación, temperatura, humedad del suelo, concentración de CO<sub>2</sub> y del desarrollo de la hoja. De esto se deduce que la resistencia se debe a una alteración que causa una ineficiencia en la habilidad fotosintética.

Es aparente que debido a la ineficiencia fotosintética y al vigor reducido de las plantas resistentes a triazinas, estas plantas solamente se benefician cuando crecen en un campo donde las triazinas se usan constantemente. Debido a que son biotipos desarrollados recientemente, es posible que aún no hayan tenido suficiente tiempo para responder a la presión de selección, pero es probable que con más tiempo se puedan convertir en organismos más eficientes, capaces de competir con éxito con el tipo susceptible. Esto en parte explica porqué cuando se suspende un plaguicida, la susceptibilidad al plaguicida de una población reaparece lentamente.

Plasticidad. La plasticidad de una población significa que la producción de semillas (dentro de cierto rango) no es una función directa del número de plantas, sino una función del espacio. Por ejemplo, si 95% de las plantas son eliminadas con el herbicida, la producción de semillas no es 5% de lo que hubiera sido ya que el 5% de las plantas sobrevivientes se expanden para llenar el espacio disponible, produciendo más semillas por planta. Lo cual sucederá con las semillas resistentes y susceptibles, pero en diferente

proporción para cada tipo, basado en su adaptabilidad. Las plantas susceptibles están mejor adaptadas y por lo tanto producirán más semillas.

**Reserva de semilla en el suelo.** Una germinación escalonada de las semillas de malezas, reduce la presión de selección de un herbicida de residualidad corta. Contrario a las semillas de un cultivo, las malezas tienen latencia y germinan en un período de varios años. Las semillas de las plantas susceptibles y mejor adaptadas, continúan germinando y produciendo semillas susceptibles, lo cual diluye el enriquecimiento de semillas resistentes en el suelo. Es de notar que la maleza *Senecio vulgaris*, la primera planta donde se reportó resistencia a la atrazina, no tiene un gran banco de semillas y casi todas germinan en el primer año.

### MECANISMOS DE RESISTENCIA A HERBICIDAS

Es posible el uso de herbicidas en los cultivos, debido a que algunas plantas pueden metabolizar e inactivar el herbicida, evitando su efecto fitotóxico. Las malezas susceptibles no tienen estos mecanismos. Es aparente que la capacidad de metabolizar el herbicida a compuestos inócuos, constituye una base potencial e importante para el desarrollo de resistencia. Sin embargo, los casos documentados de resistencia han sido por otros mecanismos.

**Mecanismo de resistencia a las triazinas.** El primer reporte de resistencia a un herbicida (atrazina) apareció en 1970 sobre la maleza *Senecio vulgaris* (Ryan 1970). Inmediatamente se iniciaron estudios para determinar la base de la resistencia, estos estudios excluyeron como posibles causas la germinación, enraizamiento, penetración y traslocación del herbicida y diferencias en el metabolismo del herbicida a productos no tóxicos (Radosevich y Holt 1982, Lehoczki et al. 1984).

Estudios posteriores indicaron que la fotosíntesis en las plantas susceptibles era inhibida en presencia de atrazina, pero no en plantas resistentes (De Prado et al. 1989). Investigaciones más extensivas indicaron que la diferencia en la sensibilidad a la atrazina entre las plantas susceptibles y resistentes, se debe a diferencias en la membrana del tilacoide.

El mecanismo de resistencia al herbicida, se debe a cambios en la estructura o forma en uno o más de los constituyentes de la membrana. Esta alteración reduce la afinidad

del herbicida por el sitio activo (Arntzen et al. 1982). Algunas plantas resistentes a atrazina han desarrollado resistencia cruzada a otros herbicidas que actúan sobre la fotosíntesis (Fuerst et al. 1986).

El sitio de anclaje de las triazinas es en la proteína QB del fotosistema II. El acople de una molécula del herbicida en esta proteína, reduce el flujo de electrones, lo que desencadena una serie de reacciones que causan la muerte a la planta. Un análisis molecular del bledo (*Amaranthus hybridus*) ha demostrado que la resistencia se debe a un cambio en un aminoácido en la proteína QB. Las plantas susceptibles tienen en la posición 228 el aminoácido serina el cual es reemplazado por glicina en las plantas resistentes (Hirschberg y McIntosh 1983). El aminoácido serina es codificado por la secuencia de las bases adenina-guanina-tirosina y glicina por la secuencia guanina-guanina-tirosina. De manera que el cambio de la base adenina por guanina es responsable de la resistencia al codificar por un aminoácido diferente.

La sustitución de serina por glicina es la posición 228 del polipéptido, cambia la afinidad de la molécula de atrazina. Este cambio delata una implicación directa de la serina en el lugar de anclaje del herbicida o que este aminoácido condicione una estructura terciaria imprescindible para dicha unión. Investigaciones posteriores confirman esta última hipótesis ya que se comprobó que la zona de anclaje para la triazina está entre los aminoácidos 105 y 189. En este anclaje parecen hallarse también otros tres aminoácidos: valina (en la posición 183) fenilalanina (en la posición 219) y leucina (en la 239) cuya modificación confiere resistencia (Báron et al. 1987).

Lehoczki et al. (1984) sugieren que en *Conyza canadensis*, la reducción en el contenido de los lípidos (galactolípidos) en plantas resistentes, contribuye a la resistencia a atrazina.

**Mecanismo de resistencia a paraquat.** Paraquat es un receptor de electrones del sistema I de la fotosíntesis. Los electrones son transferidos de paraquat al oxígeno, formándose radicales de oxígeno y peróxido de hidrógeno que rápidamente causan daño debido a la oxidación de los lípidos de las membranas. En plantas resistentes, el paraquat reacciona con los electrones del fotosistema I, pero el daño es mínimo.

La resistencia a paraquat se ha reportado en 10 especies de malezas (Fuerts y

Vaughn 1990). Existen dos hipótesis que tratan de explicar la resistencia: "hipótesis de depuración de oxígeno" e "hipótesis de la compartimentación". De acuerdo con la primera, la resistencia se debe a una mayor actividad de la dismutasa de superóxido y otras enzimas del cloroplasto que la protegen de las formas tóxicas de oxígeno, formadas en la presencia del paraquat en la luz. Esta tolerancia ha sido correlacionada con un aumento de 50% de dismutasa de superóxido en *Lolium perenne* y el triple del nivel en *Conyza bonariensis*. La dismutasa de superóxido forma peróxido de hidrógeno de los radicales de oxígeno, el peróxido es también tóxico, de manera que las especies resistentes deben tener otras enzimas para detoxificar el peróxido de hidrógeno. Esta hipótesis tiene algunas deficiencias ya que:

- Niveles altos de estas enzimas se han encontrado en algunas especies resistentes pero no en todas.
- El aumento en los niveles de la enzima dismutasa de superóxido es 1.5 veces y 3 veces para las otras enzimas, pero el aumento en resistencia a paraquat es generalmente 100 veces.
- Este mecanismo no puede proveer resistencia a largo plazo a niveles altos del paraquat, porque el desvío de electrones por el paraquat y el uso de energía por el sistema de depuración de oxígeno detendrían el crecimiento en las plantas resistentes. De manera que esta hipótesis puede explicar niveles bajos de resistencia pero no para aquellas que tienen altos niveles.

La segunda hipótesis se basa en la compartimentación del paraquat fuera del cloroplasto. Hay evidencia que en los biotipos resistentes, el paraquat es excluido de su sitio de acción en el cloroplasto y además tiene una movilidad restringida. Si paraquat no penetra al cloroplasto, no puede ejercer su acción fitotóxica (Vaughn et al. 1989).

#### Mecanismo de resistencia a trifluralina.

Varios biotipos de la gramínea "pata de gallina" (*Eleusine indica*) están presentes en el área algodonera de los Estados Unidos y son resistentes a trifluralina (Treflan) y pendimetalina (Prowl) (Mudge et al. 1984).

Existe un biotipo altamente resistente (1 000 a 10 000 veces) a todos los herbicidas del grupo de las dinitroanilinas. Se han encontrado que los biotipos altamente resistentes tienen  $\beta$ -tubulina la cual no está presente en el biotipo susceptible ni en los bio-

tipos con bajo nivel de resistencia (10 a 40 veces resistentes). La tubulina del biotipo resistente es capaz de polimerizarse en microtúbulos (in vitro) en la presencia del oryzalin (herbicida de las dinitroanilinas), pero no la tubulina del biotipo susceptible. Estos datos parecen indicar que la nueva  $\beta$ -tubulina hace estable los microtúbulos e imparte la resistencia a los herbicidas dinitroanilinas (Vaughn y Vaughan 1990):

#### Mecanismo de resistencia a las sulfonil ureas.

El primer reporte de resistencia a este tipo de herbicidas fue en abril de 1987 en Idaho, en la maleza *Lactuca serriola* (Mallory-Smith et al. 1990). En 1988, *Kochia scoparia* se identificó como resistente a clor-sulfuron (Glean) y metsulfuron (Primiani et al. 1990). Biotipos de *Salsola iberica* también se han encontrado como resistentes. El mecanismo de resistencia se atribuye a una alteración en la enzima acetolactato sintetasa lo que la hace insensitiva a la inhibición por las sulfonil ureas e imidazolinonas. Se ha excluido como mecanismo responsable la absorción, translocación y metabolismo del herbicida en la planta.

La maleza gramínea *Lolium rigidum* es resistente a varios herbicidas, inclusive las sulfonil ureas (Powles y Holt 1990). En este caso se cree que el mecanismo se debe a un mayor metabolismo del herbicida en el biotipo resistente, que en el susceptible.

#### **BENEFICIOS DE LA RESISTENCIA A HERBICIDAS Y MANERAS DE EVITARLA**

El estudio de resistencia a las triazinas ha permitido un mayor entendimiento de la fotosíntesis y su inhibición. Las plantas resistentes a herbicidas tienen la posibilidad de ayudar al hombre como una herramienta para determinar el mecanismo de acción de herbicidas, procesos bioquímicos de las plantas, tamizado de nuevos herbicidas, genética y fitomejoramiento. Otro beneficio potencial es la posibilidad de transferir un gen resistente (de una maleza) a otra planta (un cultivo)

Si se considera el costo y tiempo requerido para desarrollar un nuevo herbicida, las limitaciones para desarrollar un nuevo herbicida para cultivos de menor importancia económica y la ventaja de la flexibilidad de usar el mismo herbicida en varios cultivos, se recomienda investigar este método (LeBaron 1987). Sin embargo, existe un problema potencial con el uso de cultivos resistentes, ya que el agricultor podrá usar dosis más altas, acelerándose la selección de malezas re-

sistentes o la transferencia de polen del cultivo resistente a una maleza susceptible (Goodman 1987, Holt y LeBaron 1990).

El desarrollo de resistencia a atrazina ha permitido usar técnicas de fitomejoramiento clásico para introducir esta resistencia en cultivos. Un biotipo resistente de mostaza (*Brassica campestris*) ha permitido el desarrollo de la variedad de canola (*Brassica campestris*) resistente a atrazina (Beverdors y Kott 1987). A pesar de su limitación de buenas características agronómicas, esta variedad está siendo aceptada comercialmente en Canadá.

Algunas compañías están modificando algunos cultivos para introducirles resistencia a algunos herbicidas ya existentes en el mercado. Una variedad de tabaco ha sido modificada con ingeniería genética, la cual es resistente al glifosato (Round up) (Thompson et al. 1987). Esta variedad resiste niveles de 0.9 kg ia/ha de glifosato (Fraley et al. 1987). También se está tratando de codificar el gen responsable de la detoxificación de 2,4-D, para ser introducido en cultivos dicotiledones (Perkins et al. 1987). Se han desarrollado líneas de maíz tolerantes a las imidazolinonas y se está introduciendo este gen en germoplasmas comerciales (Fraley et al. 1987).

Aunque se conocen muchos casos de resistencia a herbicidas, el control de los biotipos resistentes ha sido fácil con el uso de otros herbicidas (Powles and Howat 1990). Sin embargo, para evitar el desarrollo de resistencia se recomienda:

- Limitar el uso de herbicidas de residualidad larga, para bajar la presión de selección.
- Rotar herbicidas con control mecánico, esto disminuye la presión de selección y el control mecánico, elimina las plantas resistentes igualmente que las susceptibles.
- Rotar herbicidas con diferente modo de acción, para bajar la presión de selección y eliminar plantas resistentes a un herbicida. □

## RESUMEN

La resistencia de las malezas a los herbicidas se ha desarrollado en forma mucho más lenta que en insectos, bacterias y hongos. Esto se debe posiblemente a: la forma como se hereda la resistencia en las malezas, el gran lapso entre generaciones, la baja frecuencia de mutaciones, la baja presión de selección de los herbicidas, la reducción en la adaptabilidad de los biotipos resistentes, la plasticidad de las malezas y a la reserva de semillas en el suelo que no son resistentes. Los mecanismos de resistencia encontrados varían de acuerdo al tipo de herbicida. En las triazinas la resistencia se debe a un cambio a nivel molecular en el sitio de acople del herbicida que reduce la efectividad. En paraquat las plantas resistentes excluyen del cloroplasto la molécula del herbicida, de manera que no ejerce su acción fitotóxica. En los herbicidas dinitroanilinas la resistencia se debe a una insensibilidad de la tubulina al herbicida. Una alteración de la enzima acetolactato sintetasa, ha dado resistencia a los herbicidas sulfonil ureas e imidazolinonas. Para evitar el desarrollo de resistencia a los herbicidas se recomienda no usar herbicidas de larga residualidad, rotar un herbicida con otros tipos de control y rotar herbicidas con diferente modo de acción.

## LITERATURA CITADA

- ANDERSEN, R.N. y GRONWALD, J.W. 1987. Noncytoplasmic inheritance of atrazine tolerance in velvetleaf (*Abutilon theophrasti*). Weed Science 35:496-498.
- ARNTZEN, C.J.; PFISTER, K. y STEINBACK, K.E. 1982. The mechanism of chloroplast triazine resistance: Alterations in the site of action. P. 185-214 In: H. M. LeBaron y J. Gressel (eds). Herbicide resistance in plants. Wiley, New York.
- BARON, M.; CHUECA, A. y GORGE, J.L. 1987. Inhibición de la fotosíntesis por herbicidas. Investigación y Ciencia 130:10-17.
- BEVERSDORF, W.D. y KOTT, L.S. 1987. Development of triazine resistance in crops by classical plant breeding. Weed Science 34(suplemento):9-11.
- DE PRADO, R.; DOMINGUEZ, C. y TENA, M. 1989. Characterization of triazine-resistant biotypes of common lambsquarter (*Chenopodium album*), hairy fleabane (*Conyza bonariensis*), and yellow foxtail (*Setaria glauca*) found in Spain. Weed Science 37:1-4.
- FRALEY, R.; KISHIORE, G.; GASSER, C.; PADGETTE, S.; HORSH, R. ROGERS, S.; DELLACIOPPA, G. Y SHATT, D. 1987. Genetically-engineered herbicide tolerance-technical and commercial consideration. 1987 Proceedings British Crop Protection Conference-Weeds 2:463-471.

- FUERST, E.P.; ARNTZEN, C.J.; PFISTER, K. y PENNER, D. 1986. Herbicide cross-resistance in triazine-resistant biotypes of four species. *Weed Science* 34:344-353.
- \_\_\_\_ y VAUGHN, K.C. 1990. Mechanisms of paraquat resistance. *Weed Technology* 4:150-156.
- GRESSEL, J. 1978. Factors influencing the selection of herbicide resistant biotypes of weeds. *Outlook on Agriculture*. 9:283-287.
- \_\_\_\_ y SEGEL, L.A. 1978. The paucity of plants evolving genetic resistance to herbicides: Possible reasons and implications. *J. Theor. Biol.* 75:349-371.
- GOODMAN, R.M. 1987. Future potential, problems, and practicalities of herbicide-tolerant crops from genetic engineering. *Weed Science* 35(suplemento):28-31
- HARPER, J.L. 1957. Ecological aspects of weed control. *Outlook on Agriculture* 1:197-205.
- HARTWIG, E.E. 1987. Identification and utilization of variation in herbicide tolerance in soybean (*Glycine max*) breeding. *Weed Science* 35(suplemento):4-8.
- HIRSCHBERG, J. y MCINTOSH, L. 1983. Molecular basis of herbicide resistance in *Amaranthus hybridus*. *Science* 222:1346-1349.
- HOLT J.S. y LeBARON, H.M. 1990. Significance and distribution of herbicide resistance. *Weed Technology* 4:141-149.
- \_\_\_\_. 1990. Herbicide resistance. *Weed technology* 4:139.
- LeBARON, H.M. 1987. Introduction. *Weed Science* 35 (suplemento):2-3.
- LEHOCZKI, E.; LASKAY, G.; POLOS, E. Y MIKULAR, J. 1984. Resistance to triazine herbicides in horseweed (*Conyza canadensis*). *Weed Science* 32:669-674.
- MALLORY-SMITH, C.A., THILL, D.C. y DIAL, M.J. 1990. Identification of sulfonylurea herbicide-resistant prickly lettuce (*Lactuca serriola*). *Weed Technology* 4:178-185.
- MUDGE, L.C.; GOSSETT, B.J. y MURPHY, T.R. 1984. Resistance of goosegrass (*Eleusine indica*) to dinitroaniline herbicides. *Weed Science*. 32:591-594
- PERKINS, E.J.; STIFF, C.M. y LURQUIN, P.F. 1987. use of *alcaligenes eutrophus* as a source of genes for 2,4-D resistance in plants. *Weed Science* 35(suplemento):12-18.
- POWLES, S.B. y HOWAT, P.D. 1990. A review of weeds in Australia resistant to herbicides. *Weed Technology* 4:178-185.
- PRIMIANI, M.M.; COTTERMAN, J.C. y SAARI, L.L. 1990. Resistance of kochia (*Kochia scoparia*) to sulfonylurea and imidazolinone herbicides. *Weed Technology* 4:169-172.
- RADOSEVICH S.R. y HOLT, J.S. 1982. Physiological response and fitness of susceptible and resistant weed biotypes to triazine herbicides. In: H. M. LeBaron y J. Gressel (eds). *Herbicide resistance in plants*. Wiley, New York. p. 163-184
- RYAN, G.F. 1970. Resistance of common groundsel to simazine and atrazine. *Weed Science* 18:614-616.
- THOMPSON G.A.; HIATT, W.R.; FACCIOTTI, D. STALKER, D.M. y COMAI, L. 1987. Expression in plants of a bacterial gene coding for glyphosate resistance. *Weed Science* 35(suplemento):19-23.
- VAUGHN, K.C. y VAUGHAN, M.A. 1990. Structural and biochemical characterization of dinitroaniline-resistant Eleusine. *ACS symposium series No. 421:364-375*.
- \_\_\_\_; Vaughan, M.A. y Camilleri, P. 1989. Lack of cross-resistance of Paraquat-resistant hairy fleabase (*Conyza bonariensis*) to other toxic oxygen generators indicates enzymatic protection is not the resistance mechanism. *Weed Science* 37:5-11.

## REPRESENTACIONES DEL CATIE EN LOS PAISES

Richard Taylor, Ph.D.  
Representante de CATIE en Costa Rica  
c/o CONYCIT  
San José, **Costa Rica**  
Teléfono: (506) 24-41-72

Bladimiro Villeda, Ing.  
Representante de CATIE en Guatemala  
Apartado 76-A  
Guatemala, **Guatemala**  
Teléfono: 34-77-90

Moisés Darwish, Lic.  
Representante de CATIE en Panamá  
Apartado 6-3786  
Panamá, **República de Panamá**  
Teléfono: 23-76-63

José Andrés Mejía, Ing.  
Representante de CATIE en Nicaragua  
Apartado 4830  
Managua, **Nicaragua**  
Teléfono: 51443 o 51757

Joaquin Larios, M.Sc.  
Representante de CATIE en El Salvador  
Apartado (01)78  
Oficina del IICA  
San Salvador, **El Salvador**  
Teléfono: 23-82-24

Juan Blas Zapata, Ing.  
Representante de CATIE en Honduras  
Oficina del IICA  
Apartado 1410  
Tegucigalpa, **Honduras**  
Teléfono: 31-53-18 o 31-52-27

Rafael Ortiz Quezada, Ph.D.  
Representante de CATIE en  
República Dominicana  
Calle Desiderio Arias No.7  
Bella Vista, Santo Domingo  
**República Dominicana**  
Teléfono: (001-809) 533-0784

---

EDICION:

CENTRO DE INFORMACION PROYECTO MIP

Diseño Gráfico: Domingo Edo. Loaiza  
Digitación de Texto: Yorlene Pérez M.