

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

Junio, 1989

REVISTA DEL PROYECTO MIP/CATIE

No. 12



Programa
de
Mejoramiento
de Cultivos
Tropicales



Centro
Agronómico
Tropical
de Investigación
y Enseñanza

Turrialba, Costa Rica

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

GRUPO DE COORDINACION Y ELABORACION

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

Asesoría y Coordinación:

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

Diseño Gráfico: Mauricio Argueta
Digitación de Texto: Yorlene Pérez

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

Junio, 1989

REVISTA DEL PROYECTO MIP/CATIE

No. 12

CONTENIDO

	Pág.
INFORME DE INVESTIGACION	
Efecto del glifosato en pretrasplante y siembra directa sobre el crecimiento del cultivo de tomate.....	1- 11
José S. Andino; Jorge E. Garro; Rasio de la Cruz MIP/CATIE, Turrialba, Costa Rica	
ENSAYOS Y NOTAS TECNICAS	
El virus 2 del mosaico de la sandía (WMV-2), fluctuación poblacional de vectores y su presencia en El Salvador.....	12- 20
Gonzalo G. Rivas, Universidad Politécnica de El Salvador San Salvador, El Salvador	
Brote de larvas de <i>Rothschildia orizaba</i> (LEPIDOPTERA: SATURNIIDAE) en café, una experiencia en manejo integrado de plagas.....	21- 32
José R. Quezada; Adriano Rodríguez MIP/CATIE, Turrialba, Costa Rica	
Observaciones preliminares en tres agroecosistemas y la presencia de <i>Cercospora</i> sp. en el coyolillo <i>Cyperus rotundus</i> L.....	33- 36
William Gamboa; John Vandermeer ISCA, Managua, Nicaragua	
Períodos críticos de protección y el efecto de infestación del gusano cogollero, <i>Spodoptera frugiperda</i> (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) en maíz bajo riego en Nicaragua.....	37- 47
Allan J. Hruska, Proyecto MIP/MAIZ. ISCA, Managua, Nicaragua	
MATERIAL DIDACTICO	
Métodos de análisis económico para su aplicación en el manejo integrado de plagas.....	48- 66
James B. French, MIP/CATIE, Turrialba, Costa Rica	
Las arañas: biología, hábitos alimenticios e importancia como depredadores generalizados.....	67- 81
Angel A. Chiri, CACP-ROCAP, San José, Costa Rica	
REVISION BIBLIOGRAFICA	
El Control biológico clásico en América Latina en su contexto histórico.....	82-107
Miguel A. Altieri, University of California, Berkeley, USA Javier Trujillo, Colegio de Posgraduados, Chapingo, México Luciano Campos, Universidad de Chile, Santiago, Chile Carlos Klein-Koch, MAG-GTZ, Quito, Ecuador Clifford S. Gold, ICRI-SAF, Andhra Pradesh, India José R. Quezada, MIP/CATIE, Turrialba, Costa Rica	

Programa
de
Mejoramiento
de Cultivos
Tropicales



Centro
Agronómico
Tropical
de Investigación
y Enseñanza

Turrialba, Costa Rica

EFECTO DEL GLIFOSATO EN PRETRASPLANTE Y SIEMBRA DIRECTA SOBRE EL CRECIMIENTO DEL CULTIVO DE TOMATE

José S. Andino*
Jorge E. Garro*
Ramiro de la Cruz**

INTRODUCCION

El combate de malezas en el cultivo de tomate constituye una función de gran importancia, ya que éstas establecen una relación de competencia con el cultivo, tanto en forma directa, como indirecta, al favorecer el desarrollo de plagas y enfermedades. Esto se explica porque las malezas generan un microclima favorable a ellas y se convierten en refugio de enemigos naturales de las plagas del cultivo.

La labor de control de la maleza representa un porcentaje de gastos que varía entre un 4 y 10% de los costos totales de producción del cultivo del tomate. En lo relativo al empleo de mano de obra, sin embargo, los porcentajes de costos de utilización en sólo manejo de las malezas son muy elevados (Rodríguez y Vellani, 1977; De León *et al.*, 1986).

La opción de control químico de las malezas es poco conocida en la región y el uso más corriente se limita a las aplicaciones de herbicidas no residuales antes del trasplante del cultivo. Los compuestos más usados son el paraquat (Gramoxone) para el control de malezas anuales y el glifosato (Roundup) para el control de especies perennes.

La maleza Cyperus rotundus, pimientilla o coyolillo, se ha convertido en la maleza dominante en el cultivo del tomate en áreas tales como la región del Pacífico Seco y algunos valles bajos interiores de Centroamérica y Panamá. En éste país se considera que esta maleza se presenta en por lo menos el 80% del área dedicada al cultivo de tomate (De León *et al.*, 1984).

* Siguen estudios de Posgrado en Fitoprotección. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

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

En El Salvador es necesario realizar desyerbas semanales después del trasplante de tomate para evitar la competencia del coyolillo con el cultivo. En Guatemala, en la zona productora de Zacapa, el agricultor tiene que hacer hasta cuatro desyerbas manuales, inmediatamente después del trasplante del tomate. En Panamá se estima que el 30% de la mano de obra utilizada en el cultivo del tomate se emplea en el control de malezas (De León et al, 1987). Estas prácticas de control de malezas encarecen los costos totales de producción del cultivo.

Por lo menos durante los primeros cuarenta días después del trasplante, el cultivo de tomate debe estar libre de la competencia del coyolillo para evitar reducciones en su rendimiento, según lo establecen los trabajos realizados en La Villa de Los Santos en Panamá (CATIE, 1988).

Para el control del coyolillo en los cultivos de tomate en el área centroamericana y Panamá, se han utilizado el glifosato (Roundup) y en menor intensidad el pebulate (Tilan). Este último se debe incorporar antes de la siembra del tomate, lo cual es difícil debido a que en el área se utiliza el sistema de siembra en lomillo. El glifosato se usa después de la preparación de los lomillos para el trasplante y cuando el coyolillo está en floración temprana. Debido a la escasa residualidad del glifosato en el suelo, será necesario complementar la acción del producto con desyerbas posteriores.

En relación con la competencia o pérdidas en los rendimientos debido al coyolillo, se encontraron reducciones en la producción de tomate del 53% por causa de la maleza (William y Warren, 1975).

Uso del Glifosato para control en coyolillo. El herbicida glifosato (Roundup) es un compuesto de acción sistémica recomendado para el control postemergente de malezas anuales y perennes (Weed Science Society of America, 1979). Por ser un herbicida no selectivo, es decir, que daña a todos los tejidos vegetales verdes que se pongan en contacto con él, por lo tanto debe aplicarse directamente contra las malezas sin salpicar al cultivo (Ivens y Phil, 1988). Aún cuando el glifosato puede usarse antes de la siembra y emergencia del cultivo o mediante aplicadores que frotran la maleza sin entrar en contacto con el cultivo, debe tenerse cuidado de

evitar que cuando la maleza muere, pueda transferir el producto y contaminar el resto del cultivo (Roberts, 1982).

Las características de absorción, movilidad en el suelo y degradación microbial de glifosato lo presentan como un compuesto que no deja acción residual en el suelo (Sprankle, *et al*, 1975). Sin embargo, la etiqueta con las indicaciones para el uso del herbicida en los Estados Unidos no recomienda este herbicida en pretrasplante.

La eficiencia del glifosato en el control del coyolillo ha sido estudiada y demostrada en muchos trabajos realizados en el trópico americano, (CIAT, 1982; Doll y Piedrahita, 1977a; Martínez y Pulver, 1975; CATIE, 1988). Gracias a su acción sistémica, el glifosato no sólo logra afectar la planta con la cual se pone en contacto sino que también afecta las estructuras subterráneas de la maleza (Doll y Piedrahita, 1982; Pulver y Romero, 1976; Hammerton, 1975). De ésta manera se reduce el potencial de la población de coyolillo, principalmente cuando no se hace más laboreo en el campo después de aplicado el herbicida.

Las recomendaciones para el uso del Roundup contra el coyolillo en la etiqueta del producto, indican la dosis de 6 l/ha del producto comercial. Sin embargo en Centroamérica y Panamá el agricultor utiliza únicamente 2.0 ó 3.0 l/ha sin tomar en cuenta el método de siembra (CATIE, 1988).

En El Salvador, Escalante y Doñan (1984), encontraron que el coyolillo se puede controlar en el cultivo del tomate, mediante dos aplicaciones dirigidas de Roundup durante el ciclo del cultivo, usando dosis de 2.5 a 3.0 l/ha. Los mismos autores lograron buenos controles del coyolillo con aplicaciones de glifosato en dosis de 2.85 l/ha del producto comercial, en cultivo de tomate, chile, ejote y pepino. La aplicación se hizo cuando la maleza había florecido en un 50%. Fue necesario hacer tres limpiezas manuales para evitar la competencia de la maleza con el cultivo, debido a la poca duración del producto en la dosis empleada y a la fuerte presión de la maleza en el sitio del experimento.

A pesar de la utilidad del glifosato en el control del coyolillo en cultivos de tomate, los agricultores de la región indican que cuando el tomate se trasplanta, inmediatamente después de la aplicación del glifosato,

se presenta fitotoxicidad en el cultivo. Por ésta razón la labor del trasplante después del uso del glifosato la retrasan entre 8 y 15 días (Escalante y Doñan, 1984). Este intervalo entre la aplicación de glifosato y el trasplante del tomate es la norma entre los agricultores. Esta espera es tiempo que pierde el cultivo en ocupar el sitio, en el caso en que el trasplante se hace inmediatamente después de la aplicación del herbicida.

Existe aún el temor de los agricultores para realizar el trasplante del tomate en suelos recién tratados con glifosato, además en la región se dispone de muy poca evidencia experimental sobre el particular. Algunos estudios sobre el posible efecto residual del glifosato se refieren a la germinación de semillas y emergencia de plántulas (Egley y Williams, 1978; Días y Fleck, 1982). Pero muy poco se conoce sobre el efecto de éste herbicida en cultivos trasplantados.

En un trabajo realizado por Pareja en Zacapa (Informe Interno Proyecto MIP/CATIE Guatemala, 1987), se estableció que en plantas de tomate, trasplantadas inmediatamente después de la aplicación de Roundup, en dosis de 6 l/ha, se presentaban síntomas de fitotoxicidad similares a los causados por el herbicida.

La escasez de evidencias experimentales y la posibilidad de que factores como clima y suelo sean importantes en el posible daño del glifosato al tomate trasplantado, exigen mayor investigación sobre el tema. Además se debe tener en cuenta que el glifosato es una de las herramientas de lucha más importantes contra el coyolillo en cultivos de tomate. Por esta razón se desarrolló el trabajo que se indica a continuación, con el propósito de observar el efecto del glifosato en pre-trasplante sobre el cultivo del tomate, para lo cual se probaron varias dosis del producto y diferentes intervalos para el trasplante y siembra del cultivo.

MATERIALES Y METODOS

La investigación se realizó en la finca "La Montaña", del CATIE en Turrialba, durante los meses de abril, mayo y junio de 1988, en un suelo franco arcilloso, con un pH de 5.0. Durante el experimento las condiciones

climáticas fueron: precipitación total de 481 mm, uniformemente distribuida; temperatura media de 22.7°C y humedad relativa de 88.3%.

El diseño experimental fue de parcelas sub-divididas en bloques completamente al azar y las variables en estudio fueron:

- Tiempo transcurrido entre la aplicación de herbicida y el trasplante o siembra directa del tomate: 15, 12, 9, 6, 3 y 0 días.
- Dosis de Roundup por hectárea: 0, 3.0, 6.0 litros del producto comercial.
- Método de siembra del cultivo: siembra directa y trasplante.

La variable "tiempo" se ubicó en la parcela principal de 115.2 m²; la dosis en la subparcela de 38.4 m²; y el tipo de siembra en la sub-parcela de 19.2 m².

El herbicida se aplicó sobre suelo limpio, con una aspersora experimental AZ, boquillas Tee-jet 8002 a una presión de 40 lb/pulgada² y en una solución de 200 l/ha.

La variedad de tomate utilizada fue Dina y tanto la siembra directa como el trasplante se hicieron sobre lomillos, preparados antes de la aplicación del glifosato. Se fijó una fecha única para la siembra directa y el trasplante, con lo cual se pretendía lograr una población del cultivo de desarrollo uniforme, de tal manera que la comparación entre distintas variables tuviera mayor validez. Las distintas dosis del glifosato se aplicaron con el correspondiente tiempo de anticipación a la fecha fijada para la siembra o el trasplante.

Las prácticas de cultivo y la densidad de plantas se hicieron de acuerdo con las recomendaciones generales. El cultivo se sostuvo hasta los inicios de la floración, época en la cual se suspendió la toma de datos. Las observaciones correspondientes se hicieron sobre los siguientes factores:

- Grado de fitotoxicidad mediante apreciación visual, según la siguiente escala: 1: Sin fitotoxicidad; 5: Muerte de la planta.

- Altura de plantas
- Peso seco de plantas
- Número de plantas vivas y muertas.

Las observaciones se iniciaron 15 días después del trasplante y de la siembra y se repitieron 15 días más tarde.

La primera lectura sobre peso seco, se hizo sólo para las plantas trasplantadas, pues las de siembra directa estaban recién emergidas. Se tomaron al azar cuatro plantas por parcela, a las cuales se les midió la altura y se arrancaron para luego determinar el peso seco.

RESULTADOS Y DISCUSION

Después de realizar las observaciones básicas sobre fitotoxicidad, se suspendió la investigación debido al fuerte ataque de Pseudomonas solanacearum que se presentó al inicio de la floración del cultivo.

El análisis estadístico de las observaciones sobre germinación realizadas a los 15 y 30 días después de la siembra directa, no reflejó diferencias significativas entre épocas, ni entre las dosis de glifosato evaluadas. En el cuadro 1 se indica el porcentaje de plantas emergidas en cada una de las distintas épocas de aplicación de glifosato.

CUADRO 1. Promedio del porcentaje de emergencia de plantas por efecto de las diferentes dosis a través del tiempo(*).

APLICACION DEL HERBICIDA	PORCENTAJE DE GERMINACION
15 DAT	96.11 A
12 DAT	95.56 A
9 DAT	95.00 A
6 DAT	96.67 A
3 DAT	96.11 A
0 DAT	95.56 A

DAT: Días antes del trasplante.

(*) Medias seguidas de la misma letra no difieren significativamente por la prueba de Tukey.

El análisis estadístico de la interacción de época por dosis no fue significativo. Igualmente la calificación sobre el grado de fitotoxicidad, realizada a los 30 días después de la siembra, no mostró que el herbicida causara daño al cultivo en siembra directa.

En el Cuadro 2 se presenta el efecto de las distintas épocas de aplicación del herbicida, sobre el crecimiento y el grado de fitotoxicidad de las plantas trasplantadas. También se indica en éste cuadro la cantidad promedio de plantas muertas por tratamiento. La muerte de las plantas no debe entenderse como debida al efecto del herbicida por cuanto la enfermedad causada por Pseudomonas solanacearum estuvo presente con mucha intensidad. Los análisis estadísticos sobre las plantas muertas y la altura de las plantas, no señalan diferencias entre los distintos tratamientos. Tampoco se presentaron diferencias entre los tratamientos para obtener el peso seco de plantas.

CUADRO 2. Promedio del grado de fitotoxicidad, altura y número de plantas muertas para cada época de aplicación del herbicida, 15 días después del trasplante(*).

APLICACION DEL HERBICIDA (DAT)	GRADO DE FITOTOXICIDAD (1)	ALTURA DE PLANTA (cm)	PLANTAS MUERTAS
15	2.22 AB	12.83 A	2.44 A
12	1.55 B	14.31 A	2.33 A
9	1.44 B	12.47 A	1.33 A
6	1.22 B	13.42 A	1.11 A
3	1.77 AB	12.83 A	2.66 A
0	2.77 A	12.22 A	1.77 A

DAT = Días Antes del Trasplante

(1) En escala de 1 a 5: 1= Plantas sin daño, 5= Plantas muertas.

(*) Medias seguidas de la misma letra no difieren significativamente por la prueba de Tukey.

Se aprecia cierta tendencia hacia un daño mayor, con relación al grado de fitotoxicidad, cuando el trasplante se hace muy cerca de la

aplicación del glifosato. Los tratamientos de trasplante inmediatamente después de aplicar el herbicida y tres días después, mostraron valores altos de fitotoxicidad. Sin embargo el tratamiento de trasplante a los 15 días mostró el valor más alto de daño. Queda la duda sobre un posible enmascaramiento de los síntomas reales de fitotoxicidad, o de que condiciones muy particulares del suelo puedan influir para que el producto cause daño aún con aplicaciones muy distanciadas del momento del trasplante (15 días en el caso de la presente investigación).

Cuando se hizo el análisis estadístico para valores de fitotoxicidad y dosis del glifosato no se encontró significancia. Sin embargo se pudo apreciar que pocas plantas mostraban los síntomas de toxicidad debida al glifosato, las cuales se caracterizan por una clorosis, reducción de tamaño y deformación de las hojas terminales. Estos síntomas fueron observados en plantas trasplantadas inmediatamente después de la aplicación de la dosis alta del herbicida.

CONCLUSIONES

En la presente investigación se pudo observar que cuando se usó glifosato en pre-trasplante o pre-siembra del tomate no se presenta daño al cultivo cuando éste proviene de siembra directa. En el cultivo de trasplante se presentó el síntoma del daño atribuible al glifosato cuando el trasplante se hizo el mismo día de la aplicación. Sin embargo, éste daño no fue consistente, ni presentó diferencias estadísticamente significativas con relación al tratamiento de trasplante 15 días después de aplicado el producto. No obstante, se aprecia una ligera tendencia hacia un mayor daño cuando el trasplante se hace muy próximo a la aplicación del herbicida.

Generalmente se espera que la acción de un herbicida que es absorbido de la solución del suelo sea más activo contra plántulas de origen de semilla sexual que contra las de origen vegetativo, al momento del trasplante a su sitio definitivo, la planta de tomate se encuentra en pleno crecimiento vegetativo. Podría esperarse entonces que la plántula de tomate fuera más sensible a la acción del glifosato en el suelo, que plantas de mayor edad trasplantadas. Quizá por el mejor desarrollo radicular de

la planta trasplantada y por su mayor capacidad de absorción, esta planta toma más herbicida del suelo.

Debido a la naturaleza eléctrica de la molécula de glifosato en solución, se espera que ésta quede fuertemente ligada a las partículas coloidales del suelo. Sin embargo, el hecho de que plantas trasplantadas absorban el herbicida desde el suelo, nos indica que bajo determinadas circunstancias la molécula del producto pasa a la solución del suelo desde donde es tomada por las plantas. No se sabe como los factores de clima, suelo y la interacción planta-suelo puedan participar en el posible fenómeno de absorción o adsorción del glifosato.

Debido a la susceptibilidad de la planta de tomate recién trasplantada a muchos patógenos del suelo y al estrés que origina el mismo trasplante, las manifestaciones de una posible fitotoxicidad del herbicida glifosato a través del suelo y bajo condiciones de campo son difíciles de determinar con precisión. Por ésta razón, se recomienda hacer trabajos en maceteros, en condiciones físicas y químicas del suelo, bien conocidas. Igualmente se deberá eliminar en éstos trabajos cualquier efecto dañino de patógenos a la planta.

Finalmente, aún cuando la compañía productora del glifosato no recomienda su uso en pretrasplante, la gran presión del coyolillo en muchas áreas dedicadas al cultivo del tomate hace que los agricultores acudan a éste herbicida como la mayor ayuda para luchar contra ésta maleza. Se requiere entonces de mayor investigación para lograr una buena utilización del glifosato en pretrasplante del cultivo del tomate, reduciendo al mínimo el peligro de daño al cultivo.

RESUMEN

La especie Cyperus rotundus, coyolillo o pimientilla es la principal maleza en zonas dedicadas al cultivo del tomate en la región. Algunos ejemplos se ven en las áreas de Los Santos en Panamá, Zapotitán en El Salvador, Olancho en Honduras; zonas bajas de la provincia de Guanacaste en Costa Rica; en el valle de Sebaco, Departamento de Matagalpa, Nicaragua y en Zacapa, Guatemala.

Una de las herramientas más útiles para el cultivador de tomate en las áreas infestadas de coyolillo es el herbicida glifosato (Roundup). Este compuesto se usa en postemergencia de la maleza, antes del trasplante del tomate y en menor frecuencia mediante aplicaciones dirigidas en la calle, después del trasplante del cultivo.

En las aplicaciones de glifosato pre-trasplante, el agricultor espera entre 8 y 15 días antes de trasplantar su cultivo. Según las observaciones de los cultivadores, el trasplante inmediatamente después de la aplicación del glifosato causa fitotoxicidad al cultivo. Esta fitotoxicidad se manifiesta por amarillamiento, reducción en tamaño y deformación de las hojas terminales. Según el agricultor, aún cuando el cultivo aparentemente se recupera, la producción sufre retrasos. Fuera de éstas observaciones por parte de los agricultores, existe muy escasa información experimental sobre el posible comportamiento del glifosato sobre el tomate trasplantado inmediatamente después de su aplicación.

Las aplicaciones del herbicida glifosato en presiembra y en pretrasplante, realizadas en la presente investigación permiten resaltar los siguientes aspectos:

- 1- En siembra directa no se observó ningún efecto fitotóxico del herbicida en el cultivo del tomate.
- 2- Para el trasplante del cultivo, los síntomas de fitotoxicidad debidos al herbicida no fueron consistentes y tampoco resultaron estadísticamente significativos.

BIBLIOGRAFIA

- CATIE. 1988. Epoca crítica de competencia tomate vs. Cyperus rotundus. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Serie Institucional. Informe Anual 1987/88 No. 9. pp. 101-102.
- CATIE. 1989. Seminario Taller Rottboellia cochinchinensis Lour y Cyperus rotundus L. Distribución, Problemas e Impacto económico en Centro América y Panamá. 1988. Tegucigalpa, Honduras: MIP-CATIE.
- CIAT. 1982. El coquito (Cyperus rotundus L.). Biología y control. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura tropical. Guía de estudio. 56 p.

- DE LEON, G.; CARRANZA, L.; GORDON, R.; MORENO, A.; NAVARRO, M. 1987. Resultados del programa de Investigación en tomate (Lycopersicon esculentum) y ají (Capsicum annum) en la región de Asuero. Panamá. IDIAP. 6 p.
- DE LEON, G.; NAME, B.; LASSO, R. 1986. Guia para el productor de tomate. Panamá. Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá. 32 p.
- DIAS, C. A.; FLECK, N. G. 1982. Efeitos dos herbicidas Glyphosate e paraquat, aplicados ao solo, sobre a emergencia de feijao e soja e de algunas especies daninhas. Planta Daninha (Brasil) 1: 23-34.
- DOLL, J.; PIEDRAHITA, W. 1982. Effect of glyphosate on the sproutig of Cyperus rotundus L. Tubers. Weed Research 22: 123-128.
- ESCALANTE, W.; DOÑAN, M. 1986. Comparación de herbicidas pre y pos-emergentes para el control de malezas en tomate. XXXII Reunión anual PCCMCA. San Salvador. p.
- EGLEY, G. H.; WILLIAMS, R. D. 1978. Glyphosate and paraquat effect on weed seed germination and seedling emergence. Weed Science 26: 249-251.
- HAMMERTON, J. L. 1975. Experiment with Cyperus rotundus L. II. Effect of some herbicides and growth regulators. Weed Research 15: 177-183.
- IVENS, M. A.; PHIL, D. (Ed.). 1988. The UK Pesticide Guide. London, British Crop Protection Council. p.
- MARTINEZ, M. de J. 1986. Período crítico de interferencia de las malezas con los cultivos de brócoli, tomate y frijol en el Altiplano de Guatemala. In Seminario-Taller, Ciencia de las Malezas. M. R. Pareja. (ed). CATIE, Proyecto MIP, Guatemala. Agosto 3 al 8. 1986. p.
- PULVER, E.; ROMERO, C. 1976. Estudios sobre la absorción foliar y translocación de glifosato en Cyperus rotundus L. Revista Comalfi (Colombia) 2(1):38-46.
- ROBERTS, H. A. (Ed.). 1982. Weed control Handbook: Priciples. 7th ed. British Crop Protection Council. London. Blackwells. p.
- RODRIGUEZ, E.; VELLANI, J. R. 1977. Producción y productividad del tomate en lotes demostrativos en el Valle de Comayagua. Tegucigalpa, Honduras. Secretaría de Recursos Naturales. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. p.
- SPRANKLE, D.; MEGGITT, W. F.; PENNER, D. 1975. Asorption, mobility and microbial degradation of glyphosate in the soil. Weed Science 23: 229-240.
- WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. 1979. Herbicide Handbook. 4th Ed. Champaign, Ill. p. 224-228.
- WILLIAM, R. D.; WARREN, G. F. 1975. Competition between purple nutsedge and vegetables. Weed Science 23: 317-447.

EL VIRUS 2 DEL MOSAICO DE LA SANDIA (WMV-2), FLUCTUACION POBLACIONAL DE VECTORES Y SU PRESENCIA EN EL SALVADOR

Gonzalo Galileo Rivas Platero*

INTRODUCCION

En monitoreos realizados por el autor se observaron plantas de sandía que mostraban la sintomatología característica del Virus 2 del Mosaico de la Sandía (WMV-2); ésta se observó en la Cooperativa Astoria, jurisdicción de San Pedro Masahuat, Departamento de La Paz, durante los meses de diciembre/87 a febrero/88.

La enfermedad presentó una elevada incidencia en las parcelas muestreadas, por ello se consideró de importancia establecer la naturaleza del agente causal involucrado. El vector de la enfermedad, Aphis gossypii (Glover), se detectó durante todo el ciclo del cultivo.

En El Salvador, Fischner (1973) informó sobre la presencia del Virus 1 del Mosaico de la Sandía (WMV-1) el cual afectaba plantaciones de melón y sandía en 3 diferentes localidades; desde ese año hasta la fecha los estudios relacionados con el complejo de virus en cucurbitáceas han sido muy escasos o muy limitados; por esta razón los objetivos del presente trabajo fueron: determinar la fluctuación poblacional de áfidos en el cultivo de sandía; cuantificar la incidencia de virosis en el campo e identificar al agente causal.

REVISION DE LITERATURA

Descrito por Webb & Scott (1965) y Purcifull & Hiebert (1979); el WMV-2 está compuesto de RNA; lo estructuran filamentos flexuosos de alrededor de 725 nm. de longitud. El virus está clasificado como un miembro del grupo de los POTYVIRUS; la partícula viral se relaciona serológica y

*Ingeniero Agrónomo, Profesor de Fitopatología de la Universidad Politécnica de El Salvador. San Salvador, El Salvador.

morfológicamente con el Virus Y de la Papa y otros potyvirus transmitidos por áfidos y con la habilidad de inducir inclusiones citoplasmáticas "pinwheel" en las células hospederas (Hollings y Brunt, 1981; Matthews, 1982) citados por Purcifull, Hiebert y Edwardson (1984). Webb y Scott (1965) establecieron que el punto de inactivación termal es de 60-65 °C para el WMV-2; la longevidad in vitro: 10-20 días y el punto final de dilución: 10^{-2} - 10^{-4} .

El virus es transmitido mecánicamente, muchas especies de áfidos lo transmiten de una manera no-persistente y tiene un moderado rango de hospederas. Causa enfermedades en varias cucurbitáceas, aunque infecta en la naturaleza a distintas leguminosas y especies malváceas. Se encuentra ampliamente distribuido alrededor del mundo. Más de 160 especies dicotiledóneas en 23 familias son susceptibles al WMV-2 (Edwardson, 1974) citado por Purcifull, Hiebert y Edwardson (1984). Smith (1972) cita a las siguientes hospederas: calabaza (Cucurbita pepo) y sandía (Citrullus lanatus).

Este virus ocasiona mosaicos y moteados en el melón, pepino, calabaza, zapallo y sandía. Reduce la producción y calidad de frutos en calabazas y otras cucurbitáceas (Purcifull, Hiebert y Edwardson, 1984).

Las plantas de calabaza inoculadas en la etapa cotiledonal presentan un aclareo de las venas; después las hojas verdaderas manifiestan un moteado sistémico, mosaico y algunas veces, distorsión; en la sandía los síntomas característicos son el mosaico sistémico y la distorsión de hojas (Purcifull, Hiebert y Edwardson, 1984).

El WMV-2 se trasmite de una manera no-persistente por 38 especies de áfidos en 19 géneros, incluyendo Aphis citricola, A. craccivora, A. gossypii, Aulacorthum solani, Macrosiphum euphorbiae, Myzus persicae y Toxoptera citricidus (Adlerz, 1974; Lecoq y Pitrat, 1986); Acyrtosiphon kindoi (Wyman, 1980).

MATERIALES Y METODOS

El experimento se llevó a cabo en el Lote Volador Naranja de la Cooperativa Astoria, San Pedro Masahuat, La Paz, a 40 msnm; los principales parámetros climáticos imperantes durante la realización del ensayo, diciembre 1987 a febrero 1988, se presentan en el Cuadro 1.

CUADRO 1. Información sobre temperatura y humedad relativa en la Cooperativa Astoria.

MES	TEMPERATURA (°C)			HUMEDAD RELATIVA (%)		
	Media	Máxima	Mínima	Media	Máxima	Mínima
Diciembre	26.82	35.10	18.60	64.32	96.10	32.50
Enero	26.01	33.80	18.30	62.93	89.90	35.90
Febrero	26.94	34.90	18.20	64.50	95.10	30.70

El lugar del ensayo cubrió un área de 900 m² dentro de los cuales se establecieron 5 surcos de 15 m. de longitud; las distancias de siembra fueron de 3 m. entre surcos y de 3 m. entre plantas; la variedad de sandía utilizada fue la Charleston Gray.

En el campo se colectó una muestra de tamaño n=25 hojas que mostraban los síntomas de la enfermedad; éstas se enviaron al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, en Turrialba, C.R., para la identificación de la variante del WMV presente en el área de ensayo.

Las poblaciones del vector se registraron mediante el conteo de áfidos en hojas, y la estimación de la incidencia del virus se efectuó a través del registro semanal de plantas enfermas que aparecían con respecto al total de la parcela en estudio (Rivas, 1988).

El sistema de muestreo utilizado fue al azar, se emplearon cinco puntos de muestreo por cada surco; en cada punto se examinaron 2 hojas y se registró el número de áfidos alados y ápteros presentes en cada una de

las hojas; éstos se colectaron con un pincel fino para retirarlos de las hojas, se conservaron luego en alcohol etílico al 70% para su futura identificación taxonómica en el CATIE, Turrialba, Costa Rica.

RESULTADOS

- Identificación de la variante de WMV y el áfido vector presentes en el área de ensayo. El análisis serológico de las muestras foliares enviadas al CATIE, determinó que la variante del Virus del Mosaico de la sandía (WMV) encontrado en el área de estudio era el Virus 2 del Mosaico de la sandía (WMV-2). La clasificación taxonómica de los vectores enviados estableció que este era Aphis gossypii (Glover) (Homóptera: Aphididae).

- Incidencia del WMV-2 en el campo. La figura 1 presenta el progreso de la enfermedad; al inicio de la formación de hojas verdaderas, 16 días después de la siembra (DDS), la incidencia fue del 5%; a los 42 DDS o sea, aproximadamente al inicio de la formación de los frutos, el porcentaje de incidencia fue del 52%; el 100% se alcanzó a los 64 DDS.

- Fluctuación poblacional del vector. Las figuras 2 y 3 presentan la fluctuación poblacional del vector, Aphis gossypii (Glover), en sus estadios no alados y alados; los primeros fueron detectados desde el primer muestreo, 14 DDS, de donde se obtuvo un promedio de 5 áfidos por hoja; posteriormente las poblaciones manifiestan una tendencia ascendente; a los 34 DDS el incremento alcanza valores de 527 áfidos/hoja, y a los 42 DDS llegaron a los 1037 áfidos/hoja. A partir de este momento las poblaciones decrecen paulatinamente, y registran a los 48 DDS 565 áfidos/hoja, hasta llegar a 12.6 áfidos/hoja a los 82 DDS.

Similar comportamiento se observó para el estadio alado; el cual se detectó en la misma fecha, con un nivel de 0.8 áfidos/hoja. Posteriormente las poblaciones aumentan hasta llegar a 50 áfidos/hoja a los 53 DDS. Los muestreos posteriores revelaron una disminución de los niveles poblacionales así: 58 DDS, 11.4 áfidos/hoja; 82 DDS, 0.8 áfidos/hoja.

El recuento de áfidos en hojas indicó que la acumulación poblacional dentro del cultivo es máxima entre los 34-53 DDS para ambos estadios,

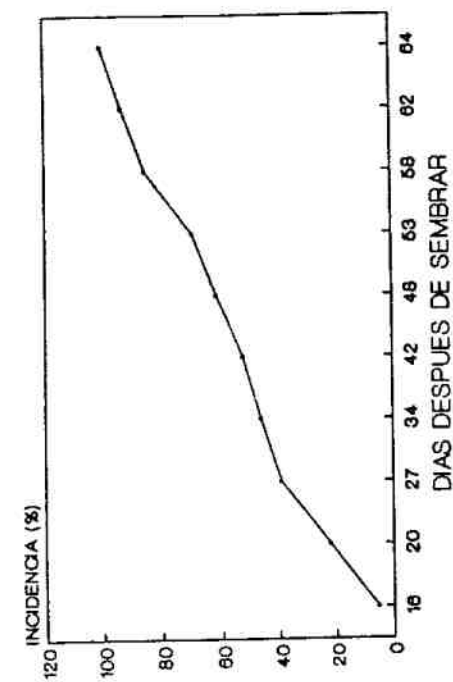


FIGURA 1. INCIDENCIA DEL VIRUS 2 DEL MOSAICO DE LA SANDIA (WNV-2) EN EL CULTIVO DE SANDIA DURANTE EL PERIODO DICIEMBRE 87-FEBRERO 88. COOPERATIVA ASTORIA, SAN PEDRO MASAHUAT, LA PAZ, EL SALVADOR.

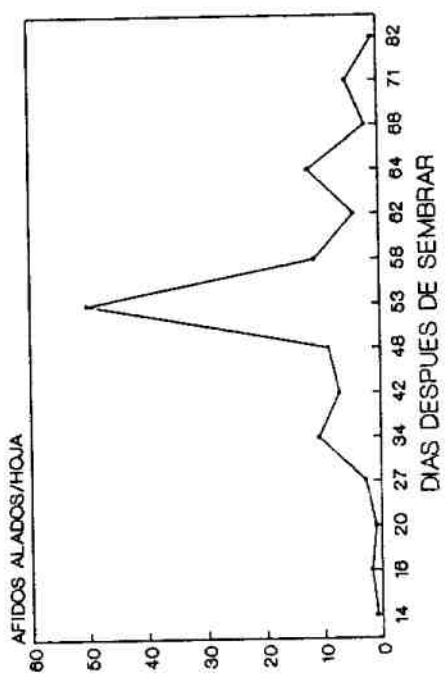


FIGURA 3. AFUENCIA DE *Aphis gossypii*(Glover), ESTADIO: NO ALADO, EN EL CULTIVO DE SANDIA DURANTE EL PERIODO DICIEMBRE 87-FEBRERO 88. COOPERATIVA ASTORIA, SAN PEDRO MASAHUAT, LA PAZ, EL SALVADOR.

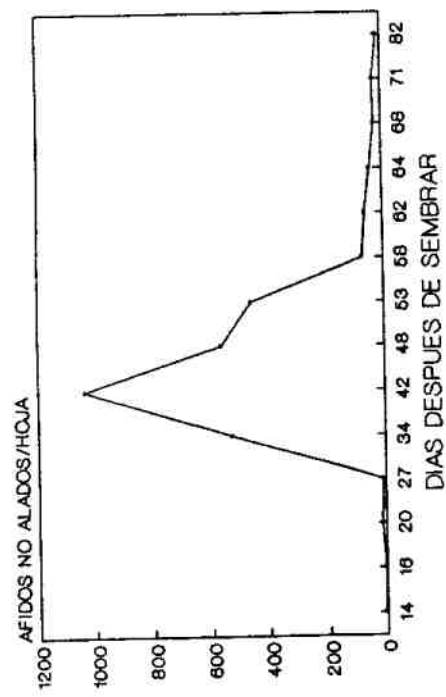


FIGURA 2. AFUENCIA DE *Aphis gossypii*(Glover), ESTADIO: NO ALADO, EN EL CULTIVO DE SANDIA, DURANTE EL PERIODO DICIEMBRE 87-FEBRERO 88. COOPERATIVA ASTORIA, SAN PEDRO MASAHUAT, LA PAZ, EL SALVADOR.

$$Y = 0.9817X + 56.4713 \quad R = 0.6962(*)$$

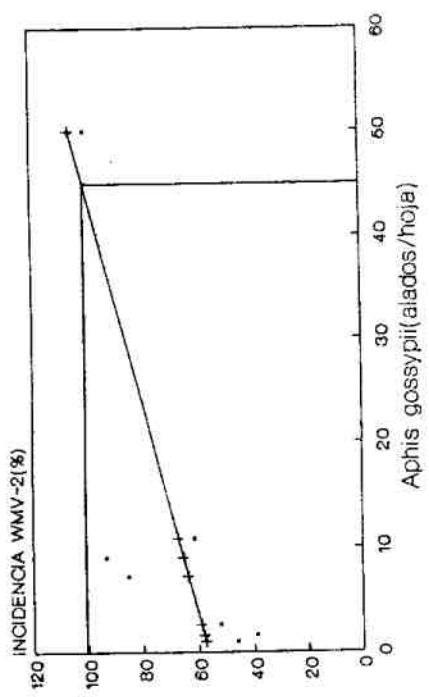


FIGURA 4. RELACION ENTRE EL NUMERO DE AFIDOS ALADOS/HOJA Y LA INCIDENCIA DEL WNV-2. ECUACION DE REGRESION $Y = 0.9817X + 56.4713 \quad R = 0.6962(*)$

período que comprende las etapas fenológicas del inicio de la floración y de la formación de los frutos.

- Niveles poblacionales y su relación con el daño producido sobre la planta hospedera. Se observó que niveles poblacionales mayores de 400 áfidos no alados/hoja provocan encrespamiento y enrollamiento además de excretar líquido azucarado en grandes cantidades, con lo cual cubre las hojas afectadas y altera su aspecto; además de servir como sustrato al hongo denominado Fumagina (Capnodium sp.) el cual dificulta la actividad clorofiliana y respiratoria de la planta.

- Niveles poblacionales vs. Incidencia del WMV-2. Al relacionar los niveles poblacionales de áfidos alados con la incidencia del WMV-2 (Figura 4), considerando un período de incubación del virus de 15 días, se obtuvo que, ambas variables se relacionan estrechamente ($R=0.6962$; $P=0.10$). Niveles poblacionales entre 1-10 áfidos alados/hoja son lo suficientemente grandes como para ocasionar infecciones superiores al 50% de incidencia en el campo; interpolando en la recta de regresión se obtiene que con 45 áfidos alados/hoja la incidencia del WMV-2 es de 100%.

DISCUSION

Raman (1985) establece que las temperaturas altas son ideales para la multiplicación de los áfidos, situación que se observó con la actividad de Aphis gossypii; ya que los rangos de temperatura cercanos a los 30°C fueron favorables para el incremento de la infestación de los áfidos.

La máxima inducción de formas aladas del vector ocurrió a los 53 DDS, fecha posterior al registro de niveles notablemente altos de NO ALADOS (1037 y 565 áfidos/hoja); este suceso se atribuye, posiblemente, al "efecto de grupo", señalado por Blackman, citado por València y Trillos (1986), el cual se produce como consecuencia del daño ocasionado sobre las hojas por los niveles poblacionales anteriores al agotamiento de nutrientes o a la disminución en la calidad del alimento de la planta hospedera, ya que a esta fecha las plantas se encontraban en el período de madurez.

La estrecha relación obtenida entre áfidos alados/hoja y la incidencia del WMV-2, demuestra que la transmisión del virus depende de los niveles poblacionales, virulíferos de campos vecinos, que fluyen hacia el cultivo.

Lastra (1987) manifiesta que la susceptibilidad a un virus disminuye a medida que la planta crece; evento observado en el campo con las plantas infectadas después de los 48 DDS; los incrementos de incidencia resultaron ser menores que los de las infecciones tempranas.

Se desconoce cual sea el hospedero silvestre o reservorio de inóculo del WMV-2, se sospecha que sean cucurbitáceas silvestres de las cuales los áfidos toman las partículas virales y las diseminan entre las plantaciones sanas de sandía. Es necesario continuar con los estudios anuales de la fluctuación poblacional del vector, estimar la incidencia de la enfermedad y determinar pérdidas en la producción.

CONCLUSIONES

- Las poblaciones de Aphis gossypii (Glover) que se detectaron durante todo el ciclo del cultivo, alcanzaron máximos poblacionales entre los 42 y 53 DDS para los estadios alados y no alados respectivamente.
- Se identificó el Virus 2 del Mosaico de la Sandía (WMV-2) como el agente causal de la sintomatología observada en el campo; la incidencia del WMV-2 superó el 50% a los 42 DDS y alcanzó el 100% a los 64 DDS. Hubo una relación significativa $R=0.6962$ ($P=0.10$) entre la incidencia del WMV-2 y los niveles poblacionales de alados/hoja con lo cual se obtiene que niveles entre 1-10 áfidos alados/hoja son lo suficientemente grandes como para ocasionar infecciones superiores al 50% de incidencia en el campo.

RESUMEN

En julio de 1988, se identificó el virus 2 del mosaico de la sandía (WMV-2) tomado de muestras procedentes del área de San Pedro, Masahuat, La Paz, El Salvador. La incidencia de la enfermedad expresada en

porcentajes alcanza valores máximos del 100% entre los 68 y los 71 días después de la siembra. Los síntomas observados causados por la infección del virus fueron: mosaico sistémico; distorsión de hojas; y deformación de frutos.

Con respecto al vector del virus Aphis gossypii (Glover), se determinó que sus poblaciones se incrementan entre los 34 y los 53 días después de la siembra, alcanzando máximos hasta de 50 áfidos alados/hoja y 1037 áfidos no alados/hoja.

La relación entre áfidos alados/hoja y la incidencia del WMV-2 fué significativa con $p = 0.10$ y $R = 0.6962$; indicando que la incidencia del virus depende de los niveles poblacionales de áfidos virulíferos que fluyen hacia el cultivo.

AGRADECIMIENTO

El autor agradece la colaboración del Dr. Ramón Lastra y del Ing. Roger Meneses, del CATIE, Turrialba, Costa Rica, al determinar el componente viral del WMV presente en el área de estudio e identificar al vector Aphis gossypii (Glover) respectivamente; también al Ing. Joaquín F. Larios, Coordinador Proyecto MIP/CATIE, El Salvador; por la revisión del manuscrito y sugerencias para la interpretación estadística de los resultados.

BIBLIOGRAFIA

- ADLERZ, W.C. 1974. Spring aphid flights and incidence of watermelon mosaic viruses 1 and 2 in Florida. *Phytopathology* 64:350-353.
- FISCHNALER D, F.A. 1973. Identificación y distribución del virus 1 del mosaico de la sandía en El Salvador. *SIADES (El Salvador)* 2(3-4):28-31.
- LASTRA, R. 1987. La virología vegetal en el contexto del manejo integrado de plagas. In: *Fundamentos y componentes del Manejo Integrado de Plagas. Artículos selectos del curso "Filosofía y Componentes del Manejo integrado de Plagas"*. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico (Costa Rica) No.136. p. 82-91.
- LECOQ, H.; PITRAT, M. 1986. Specificity of the helper-component-mediated aphid transmission of three potyviruses infecting muskmelon. *Phytopathology* 75:830-893.

- PURCIFULL, D.E.; HIEBERT, E. 1979. Serological distinction of watermelon mosaic virus isolates. *Phytopathology* 69:112-116.
- _____; EDWARDSON, J. 1984. Watermelon mosaic virus 2. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses. No. 293.
- RAMAN, K.V. 1985. Transmisión de virus de papa por áfidos. Centro Internacional de la Papa. CIP. Boletín de Información Técnica (Perú) No.2. 23 p.
- RIVAS PLATERO, G.G. 1988. Fluctuación poblacional de áfidos y su relación como vectores del virus del mosaico de la sandía (WMV). Tesis. Ing. Agr. San Salvador, Universidad Politécnica de El Salvador. 60 p.
- SMITH, K.M. 1972. A textbook of plant virus diseases. 3rd. Ed. New York. Academic Press. p. 566-567.
- VALENCIA, L.; TRILLOS, O. 1986. Afidos de papa: identificación, biología, descripción de daños y métodos de seguimiento. In: Memorias del curso sobre Control Integrado de Plagas de Papa. Bogotá. CIP-ICA. Luis Valencia (ed.) p. 36-47.
- WEBB, R.E.; SCOTT, H.A. 1965. Isolation and identification of watermelon mosaic viruses 1 and 2. *Phytopathology* 55:895-899.
- WYMAN, J.A. 1980. *Acyrtosiphon kondoi*- a new vector of cucurbit viruses in southern California. *Review of Plant Pathology* 59(1):532. Abtr.

BROTE DE LARVAS DE Rothschildia orizaba (LEPIDOPTERA: SATURNIIDAE) EN CAFE, UNA EXPERIENCIA EN MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS*

José Rutilio Quezada**
Adriano Rodríguez***

ABSTRACT

A severe outbreak of Rothschildia orizaba larvae occurred in a coffee plantation near Turrialba, Costa Rica in 1986-87. Nine insecticide applications made in 1986 were completely ineffective in controlling the infestation. From Jan-May 1987, growers were advised to stop spraying, and IPM practices were applied, which included hand collecting of cocoons, and their confinement in specially built field cages to trap the emerging moths while allowing egg and pupal parasites to disperse. Pupal parasitism by Belvosia sp., prob. nigrifrons (Diptera: Tachinidae) was a key mortality factor. By the end of May, 1987, moth populations were reduced to low levels. Disruption of natural biological control by misuse of chemicals is of frequent occurrence in Central America, where implementation of IPM programs is badly needed.

Key words: Rothschildia orizaba, Belvosia sp., Coffee, natural biological control, Costa Rica.

* Presentado al 5 Congreso de Manejo Integrado de Plagas - AGMIP. Guatemala, 1987. Versión revisada.

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

***Auxiliar de Entomología, Proyecto MIP/CATIE, 7170 Turrialba, Costa Rica.

INTRODUCCION

La familia Saturniidae comprende mariposas nocturnas notables por su hermosa apariencia y su tamaño. Sus alas son de colores con tonos marrón a verdoso y ciertos géneros poseen además ventanas transparentes en sus extremos o bordes. Las mariposas emergen de capullos sedosos y fuertes; por lo general las hembras son de mayor tamaño que los machos. Estos son buenos voladores y el apareamiento ocurre en la noche o en la madrugada, poco después de la emergencia. La hembra deposita numerosos huevos blanquecinos en las hojas de sus plantas hospederas. Las larvas de algunas especies alcanzan tamaños de gran proporción, son de color verdoso y están provistas de numerosos tubérculos, armados a menudo de espinas ponzoñosas.

En la zona neotropical son notables los géneros Copaxa, Attacus, Rothschildia y Automeris, este último presenta especies cuyas larvas urticantes son llamadas "gusano ciprés" debido a su color verde y al aspecto y disposición de sus espinas. Aunque las larvas de estos géneros alcanzan tamaños considerables, rara vez pueden manifestarse como plagas, en primer lugar porque sus plantas hospederas suelen ser árboles con abundante follaje; por otro lado, todos los estadios de desarrollo, desde huevo a pupa, son atacados por un complejo de enemigos naturales muy efectivos.

El género Rothschildia está representado por varias especies en toda la región de Mesoamérica. Sus plantas hospederas incluyen árboles y arbustos, en forma especial euforbiáceas, anacardiáceas como Spondias spp. y ocasionalmente café, Coffea arabica.

En 1986-87 se produjo una severa infestación de R. orizaba en un cafetal de Aquiares de Turrialba, Costa Rica (Figs. 1 y 2). A pesar de haberse hecho nueve tratamientos con plaguicidas, la plaga persistió durante el año 1986. De enero a mayo, 1987, se logró restaurar el equilibrio biológico de las poblaciones mediante la aplicación de medidas culturales y biológicas, en lo que constituyó un caso demostrativo sobre los principios y tácticas del manejo integrado de plagas.

MATERIALES Y METODOS

Observaciones preliminares. La finca en donde se presentó la infestación tenía 560 ha cultivadas con café de la variedad Caturra, sembrado al sol y está localizada a 1.100 msnm, con una temperatura promedio anual de 22°C y una precipitación de 2.500 mm. El ataque de las larvas era severo en una superficie de 10.5 ha, el cual dejó arbustos casi completamente defoliados, con poblaciones de hasta 50 larvas por arbusto. Había numerosas oviposiciones, larvas en distintas fases de desarrollo y abundantes capullos pendientes de las ramas inferiores (Fig. 3).

Prácticas de control previas. El problema se originó a comienzos de 1986, cuando se notó el brote de larvas. En mayo se hizo una aplicación de Sumithión (Fenitrotión), seguida por seis aplicaciones más del mismo producto entre los meses de agosto a noviembre. La presencia de las larvas en los últimos meses del año entorpeció las labores de cosecha del café, sobre todo por el temor de los trabajadores ante lo que llaman "gusano ciprés", atribuyéndoles el ser urticantes. En diciembre se hicieron dos aplicaciones más de metomil (lannate). Como el problema subsistiera a principios de 1987, los propietarios de la finca hicieron contacto con el CATIE. A mediados de enero del mismo año, se iniciaron las actividades descritas en este trabajo.

Diagnóstico del problema. De acuerdo con experiencias previas con Rothschildia aroma en El Salvador (Quezada, 1967 y 1973; Quezada et al, 1973), resultaba evidente que el brote de larvas se debía a un desequilibrio entre las poblaciones de la mariposa y las de sus enemigos naturales. Era necesario, entonces, determinar la especie de satúrnido presente, así como evaluar el estado del parasitismo. De acuerdo con los autores ya citados, las poblaciones se encuentran en equilibrio cuando existe un 70% de parasitismo, sobre todo el de Belvosia nigrifrons (Diptera: Tachinidae) que, unido a otros factores de mortalidad, sólo permiten la emergencia de un 10% de mariposas de sus capullos.

Se siguió la metodología utilizada por Quezada (1967), mediante la cual se muestrearon 100 capullos, tomados al azar entre los arbustos y colocados en bolsas plásticas para llevarlos al laboratorio, en donde

fueron examinados para determinar su estado (por ejemplo, si habían emergido ya una mariposa o parásitos, o si se encontraba una pupa sana, etc.). Los capullos que contenían pupas de mariposas o de moscas parásitas se depositaron en jaulas para esperar su emergencia. Los muestreos se continuaron semanalmente y también se colectaron oviposiciones, las que se confinaron para esperar la emergencia de larvas o de posibles parásitos ovípagos.

Se determinó que el parasitismo inicial era muy bajo (27%), probablemente debido a las continuas aplicaciones de insecticidas, mientras que la presencia de pupas sanas de la mariposa se elevaba a 58%. Esto explicaba en buena parte la constante presencia de una alta población de larvas. La mariposa resultó ser Rothschildia orizaba y su parásito tachinado el Belvosia sp., prob. nigrifrons. Las larvas, contrario a la creencia general, no resultaron ser urticantes.

Tácticas de control. La primera recomendación dada a los propietarios fue la de suspender todo tratamiento químico, con el propósito de permitir que las poblaciones de enemigos naturales aumentaran y se incrementara así la mortalidad en todas las etapas de desarrollo de la plaga. Los muestreos semanales servirían para monitorear cualquier cambio en las poblaciones.

Con ayuda de trabajadores de la finca, se procedió también a recoger capullos en forma masiva. Los capullos fueron colocados en jaulas de 1 x 1 x 2 m, provistas de malla de alambre (2 x 1 cm) para retener las mariposas que emergieran y a la vez permitir a los parásitos el salir de ellas y dispersarse en la plantación. Las jaulas tenían portezuelas y repisas de malla para manipular y dar cabida a un buen número de capullos con un mínimo de aglomeración (Figs. 4 y 5). También se cavaron agujeros en el suelo (2/mz., de 0.80 x 0.40 mts, con 0.50 de profundidad), provistos del mismo tipo de malla, para colocar los capullos y asegurar la libre salida de los parásitos.

Trabajos de laboratorio. Además del procesamiento de capullos y su confinamiento adecuado, se hicieron observaciones sobre la biología de la mariposa y algunos de sus parásitos. Los insectos emergidos copulaban

pronto, lo que permitió obtener datos sobre sus hábitos, estadíos larvales, comportamiento y ciclo biológico. Los huevos frescos de la mariposa sirvieron para estudiar también a sus parásitos ovípagos, los cuales los aceptaban para ovipositar en ellos.

Las oviposiciones de R. orizaba colectadas en el campo y confinadas en el laboratorio revelaron la existencia de cuatro parásitos ovípagos (un trichogramátido, dos encírtidos y un eupélmido). A los parásitos emergidos se les alimentó con miel y agua, ofreciéndoles huevos frescos de R. orizaba para estudiar su ciclo biológico, como se mencionó anteriormente.

RESULTADOS

R. orizaba completó su ciclo así: de huevo a formación de capullo, 26-30 días; de capullo a emergencia de adulto, 28-33 días, lo que coincide bastante con lo observado en el caso de R. aroma, descrito por Quezada (1967).

Como se muestra en el Cuadro 1, el parasitismo se mantuvo bajo durante enero y febrero. Fue en marzo cuando comenzó a elevarse, mientras que la proporción de pupas sanas de la mariposa declinaba. Al mismo tiempo, otros factores de mortalidad entraban en juego, entre ellos la presencia de hongos y bacterias patogénicas y la acción de depredadores (no identificados, pero cuya acción era evidente al encontrarse capullos rotos y pupas desgarradas). El máximo de parasitismo por Belvosia se alcanzó en abril con un 54%, y una mortalidad total de 81%, situación que se mantuvo de manera análoga en el mes de mayo, cuando el problema estaba ya resuelto.

Cuando se inspeccionaban las jaulas a mediados de la mañana, siempre se observaban moscas Belvosia entre los capullos. Algunos de los parásitos aún se encontraban expandiendo sus alas o calentándose antes de abandonar las jaulas. También se encontraban mariposas emergidas, algunas copulando u ovipositando sobre los capullos o la madera de las jaulas. Esta situación también permitió hacer el hallazgo de parásitos ovípagos del orden Hymenoptera, siendo el más frecuente Anastatus sp. (Eupelmidae), cuya apariencia y comportamiento se asemejan al de algunas hormigas. Se

les veía moverse entre las masas de huevos, en las que también se notaban agujeros de emergencia de tales parásitos. Otros parásitos ovípagos detectados incluyeron a Trichogramma sp. (Trichogrammatidae), Tetrastichus sp. (Eulophidae) y Telenomus sp. (Scelionidae).

La mortalidad natural de R. orizaba se manifestaba en un acelerado descenso en el número de oviposiciones encontradas, la gradual disminución de larvas presentes en los arbustos y la escasez cada vez más notable de capullos recién tejidos. La depredación de capullos parece ser más intensa de lo que se pudo registrar, ya que de acuerdo con Janzen (1982), los zorrillos, Mephitis macroura, y otros vertebrados consumen muchos capullos. Los trabajadores de Aquiares declararon haber visto a muchas oropéndolas (Aves: Icteridae) capturando capullos y volando con ellos a las ramas de los árboles, donde los destrozaban con sus picos.

En los 15 muestreos semanales hechos entre enero y mayo se recogieron y procesaron 1611 capullos, tal como se muestra en el Cuadro 1. Los resultados se presentan en forma gráfica en la Fig. 6.

CUADRO 1. Mortalidad y sobrevivencia de pupas de R. orizaba.
(Enero - Mayo, 1987).

MES	MUESTREOS Nº	CAPULLOS Nº	PUPAS SANAS X %	PUPAS PARASITADAS X %	OTRAS CAUSAS MORT. X %
Enero	1	55	58	27	15
Febrero	4	375	67.2	28.1	4.7
Marzo	4	413	50.1	45.2	4.7
Abril	4	416	23.2	54.0	22.8
Mayo	3	352	22.4	39.6	38.0

TOTAL 1611

CONCLUSIONES

Este caso resulta muy ilustrativo en relación con los principios y tácticas del manejo integrado de plagas y puede tener relevancia para los cafetaleros de otros países. El ecosistema del cafetal no se conoce bien en lo que concierne a toda su complejidad. Las plantaciones tradicionales albergan una flora y fauna muy variadas, en donde rara vez se dan brotes de plagas (Fig. 7). Las alteraciones sufridas por el ecosistema con las plantaciones de café al sol, no son bien conocidas y con seguridad vuelven al cultivo proclive a desbalances como el descrito en este trabajo. Se necesita estudiar la biología y ecología de los principales organismos que habitan el cultivo, para determinar cuales especies son plagas claves y cuales sólo lo son en potencia. El estudio de los organismos benéficos permitirá aprovechar al máximo su potencial. El conocimiento de la efectividad de los enemigos naturales nativos de R. orizaba permitió manipularlos con certeza para resolver en cuatro meses un problema que se había perpetuado durante casi un año con el uso unilateral de plaguicidas. Es necesario también estudiar la fenología del cultivo, con lo cual se podrá estimar su capacidad para resistir el daño de las plagas, así como ayudar a establecer los niveles críticos por medio de métodos adecuados de muestreo.

Es evidente que la depredación juega un papel importante en la regulación de las poblaciones, ya que se intensificó en las etapas finales del trabajo. Sería interesante explorar en el futuro ese componente del control natural de R. orizaba como una línea de investigación de valor teórico y práctico.

En cuanto a las tácticas del MIP, estas deberán aplicarse en forma apropiada, lo cual no excluye el uso de los plaguicidas, previo conocimiento de los posibles efectos de su aplicación y las maneras de corregirlos. Por ejemplo, en el combate de la broca del fruto del café, Hypothenemus hampei, además de las prácticas de pepena y repase, que son labores culturales muy efectivas, hay épocas cuando es necesario hacer uso del tiodán (endosulfán). Esto puede desbalancear el control biológico natural al destruir los organismos benéficos, lo cual puede producir por ejemplo, brotes de escamas (Selenaspidus articulatus, Saissetia oleae,

Coccus viridis, etc.), piojos harinosos (Planococcus sp.), áfidos (Toxoptera sp.), la mosca prieta (Aleurocanthus woglumi) y aún de defoliadores tal como ocurrió en Costa Rica con R. orizaba. Todas las especies mencionadas tienen enemigos naturales efectivos (depredadores, parásitos y organismos patógenos).

Al aplicar un plaguicida, cuando esto se hace necesario, y después de unas dos semanas, se debe inspeccionar el cultivo en forma regular para detectar posibles brotes de plagas secundarias. Los organismos benéficos pueden repoblarse trayéndolos de áreas en donde se están reproduciendo libremente (plantas ornamentales, para el caso). Los tratamientos químicos en manchón, o solamente en los surcos que los necesiten, ayudan a mantener áreas de refugio de enemigos naturales. Incluso existe la posibilidad de importar depredadores o parásitos exóticos para luchar contra plagas nativas o importadas (control biológico clásico). En el caso de lepidópteros defoliadores se puede usar el control microbiológico (virus o bacterias como Bacillus thuringiensis en Dipel, Javelin y otras formulaciones), lo cual evita brotes de plagas secundarias.

Algunas tácticas usadas legítimamente contra una plaga pueden ser antagónicas con otras. Tal es el caso de los productos de cobre usados en el combate de la roya del café, Hemyleia vastatrix. Estos fungicidas se emplean en la destrucción de hongos patógenos, pero por el otro lado producen brotes de minador, Leucoptera coffeella o de ácaros, Panonychus sp.

Todo esto apunta a la necesidad de enfocar los problemas fitosanitarios de manera integral e interdisciplinaria. La formación de equipos de especialistas tales como fitopatólogos, entomólogos, especialistas en malezas, economistas, biólogos y agrónomos, resulta muy estimulante, a la vez que genera soluciones más completas y perennes a los problemas de la fitoprotección.

El manejo integrado de plagas, con su enfoque ecológico, fundamenta sus principales tácticas en la conservación de los recursos naturales. La preservación de tales recursos garantiza el patrimonio genético de la flora, fuente de variedades resistentes y de producción mejorada, así como

la preservación de organismos benéficos nativos con potencial para su uso en la lucha biológica contra las plagas.

El manejo integrado de plagas, al optimizar el uso de los productos químicos y usar las diferentes tácticas que tiene en su arsenal, puede lograr que se produzcan mejores cosechas, con más ganancias para los productores y a su vez contribuir a superar la calidad ambiental y, por ende, el bienestar y estabilidad de los países.

RESUMEN

Un severo brote de larvas de Rothschildia orizaba ocurrió en una plantación de café cerca de Turrialba, Costa Rica en 1986-87. Durante 1986 se hicieron nueve aplicaciones de insecticidas que resultaron completamente inefectivas. Entre los meses de enero a mayo, 1987, se aconsejó la suspensión de las aplicaciones y se ofrecieron alternativas de manejo integrado de plagas (MIP) que incluyeron la recolección de capullos y su confinamiento en jaulas apropiadas para retener las mariposas emergidas y permitir a la vez el escape y reproducción de parásitos de huevos y pupas.

El parasitismo de pupas por Belvosia sp. (prob: nigrifrons) resultó ser el factor clave para mortalidad. A fines de mayo, 1987, las poblaciones de la mariposa se redujeron a niveles muy bajos. La perturbación del control biológico natural por el mal uso de plaguicidas ocurre con frecuencia en América Central, en donde se necesita impulsar con urgencia programas de manejo integrado de plagas (MIP).

REFERENCIAS CITADAS

- JANZEN, D.H. 1982. Guía para la identificación de mariposas nocturnas de la familia Saturniidae del Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica. Brenesia (Costa Rica) 19/20:255-299.
- QUEZADA, J.R. 1967. Notes on the biology of Rothschildia aroma (Lepidoptera:Saturniidae) with special reference to its control by pupal parasites in El Salvador. Annals of the Entomological Society of America 60(30):595-599.
- _____. 1973. Insecticide applications disrupt pupal parasitism of Rothschildia aroma populations in El Salvador. Environmental Entomology 2(4):639-641.

____; ALEGRIA, J.R. y VELASCO, J.D. 1973. Efecto de los insecticidas en el equilibrio natural de poblaciones de *Rothschildia aroma* Schaus (Lepidoptera:Saturniidae) en El Salvador. *Revista de Biología Tropical* (Costa Rica) 21(1):11-125.



FIG. 1. Larva de *Rothschildia orizaba* en follaje de café.



FIG. 2. Hembra adulta de *Rothschildia orizaba*



FIG. 3. Capullo de *Rothschildia orizaba* (flecha) colgando de rama de café.

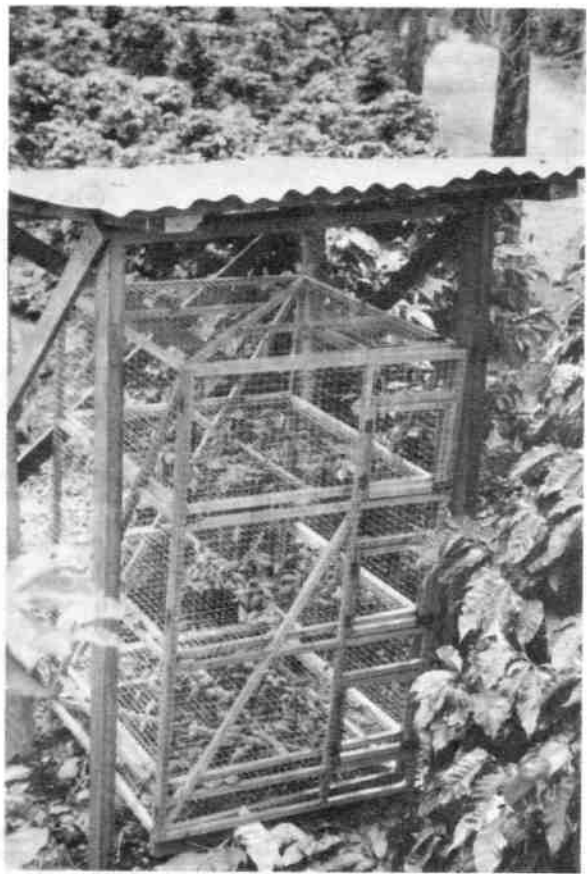


FIG. 4. Jaula usada para confinar capullos de *Rothschildia orizaba*. Las mariposas que emergen se retienen en la jaula, mientras que los parásitos ovípagos y pupales logran dispersarse en el cafetal.



FIG. 5. Malla de alambre que retiene a las mariposas y permite la salida de los parásitos.

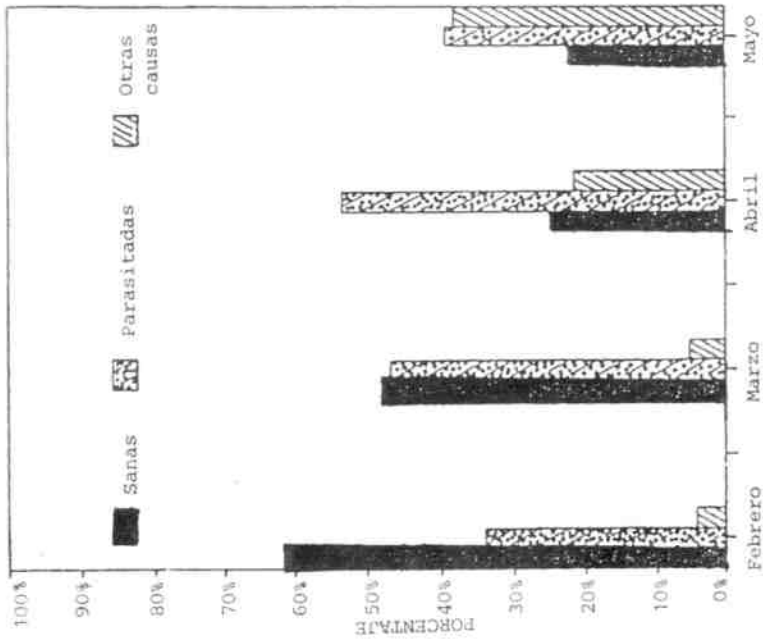


FIG. 6. Porcentaje de sobrevivencia y mortalidad, (por parasitismo y otras causas) de *Ricinus communis* (a *oñzaba* (Aguiares, Turrialba, Costa Rica, Febrero-mayo 1987).

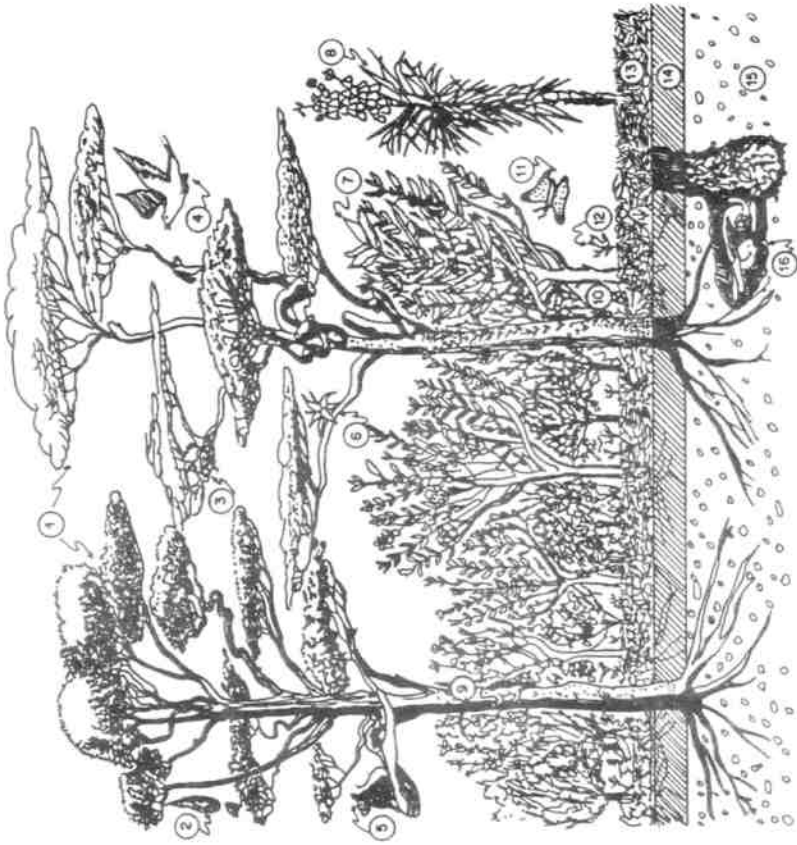


Figura 7. Algunos elementos del complejo ecosistema del cafetal.

- 1- Arboles de sombra. 2- Nido de chiflotas. 3- Nido de quacachías. 4- Pájaro.
 - 5- Tocuzán. 6- Bromelia. 7- Arbusto. 8- Arbusto de izole. 9- Logorfiño. 10- Liqueños y musgo. 11- Mariposa. 12- Hierba "Mejorana". 13- Copa de hojarasca. 14- Copa superior del suelo. 15- Copa inferior del suelo. 16- Conejo en su madriguera.
- (Dibujos René A. Rivera P.).

OBSERVACIONES PRELIMINARES EN TRES AGROECOSISTEMAS Y LA PRESENCIA DE Cercospora sp. EN EL COYOLILLO Cyperus rotundus L.

William Gamboa*
John Vandermeer**

INTRODUCCION

El coyolillo Cyperus rotundus, es una maleza perenne que ataca muchos cultivos en varios países, según Holm et al (1978). En Nicaragua es una maleza que ha invadido la gran mayoría de los cultivos, principalmente en la zona del Pacífico donde le favorecen las condiciones ecológicas para su buen crecimiento y desarrollo, constituyéndose de esta manera en una amenaza para los cultivos, lo cual ha provocado la utilización de diferentes métodos de control principalmente la aplicación irracional de herbicidas.

Varios autores han buscado alternativas de control biológico de esta Cyperacea, y han comprobado que el C. rotundus es afectado por la chicharrita Santanus faciatius (Dabek, 1979), por virus, hongos y nemátodos, según Holm et al (1978) y por el virus del mosaico del Abaca (Gavara y Eloga 1970), citados por Dabek (1979).

En el presente trabajo, se informa por primera vez la presencia de Cercospora sp. en el C. rotundus, en agroecosistemas de maíz y frijol, en los cuales el coyolillo representa un importante componente.

OBSERVACIONES Y RESULTADOS

En el Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias, Managua, Nicaragua, se realizó en julio de 1986 un experimento sobre competencia de frijol y coyolillo. Durante la recolección del material vegetativo de C. rotundus, para la elaboración de este experimento, se observó que algunas plantas presentaban manchas pequeñas circulares en sus hojas con un halo

* Profesor de la Escuela de Producción Vegetal y

**Profesor de la Dirección de Investigación y Posgrado, Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias, Apartado 453, Managua, Nicaragua.

clorótico y en el centro un color grisáceo. Conforme se desarrollaba la enfermedad las manchas se oscurecían. Las hojas con sintomatología avanzada se tornaban amarillentas y provocaban posteriormente la rotura de las mismas.

Se tomaron muestras de plantas de C. rotundus afectadas y se determinó que el agente causal era Cercospora sp. No se encontró ningún otro patógeno asociado con el C. rotundus.

Para estudiar la incidencia de la enfermedad del coyolillo bajo diferentes sistemas de cultivo, se tomaron siete muestras al azar, cada una de las muestras con 10 plantas, en un campo con solo coyolillo y cultivos de frijol y maíz, ambos sistemas infestados por el C. rotundus.

Las plantas de coyolillo afectadas por Cercospora sp se clasificaron y evaluaron en: sanas, con síntomas iniciales y síntomas avanzados.

El Cuadro 1, señala los resultados obtenidos en los campos inspeccionados en donde se encontró un promedio de 68.5% de plantas de C. rotundus afectados por Cercospora sp y un 31.4% de plantas sanas, en los sistemas maíz-frijol, ambos asociados con el coyolillo. El sistema con coyolillo mostró un 20% de plantas sanas y 80% con Cercospora sp.

Sin embargo, la enfermedad presentó en los sistemas maíz y frijol con coyolillo, un 57.1% de síntoma avanzado y con solo coyolillo un 20%. En ningún caso se observó la presencia de Cercospora sp. en el maíz o frijol.

Se realizó la prueba de Chi-cuadrado, para determinar el desarrollo de Cercospora sp. en la maleza, en los tres sistemas observados, ($X^2 = 56.4$, $gl = 4$ $P < 0.01$) el cual nos indica que la presencia de la enfermedad está en dependencia del sistema. También se encontró un efecto altamente significativo entre los valores obtenidos para plantas sanas de coyolillo, síntoma inicial y síntoma avanzado con ($X^2 = 9.4$, $gl = 2$ $P < 0.01$) para los sistemas maíz-coyolillo y frijol-coyolillo, y un valor de ($X^2 = 37.6$, $gl = 2$ $P < 0.01$) para el sistema solo coyolillo, esto demuestra que hubo un efecto de la enfermedad dentro de los sistemas.

DISCUSION

El mejor desarrollo de Cercospora sp. en el follaje del coyolillo cuando esta asociado con el frijol o maíz, se debe posiblemente a las condiciones de luminosidad, temperatura y humedad imperantes dentro de estos sistemas, los cuales favorecen la enfermedad y no ocurre lo mismo cuando está en el sistema con coyolillo, donde el hongo muestra un menor desarrollo (Cuadro 1). Esto indica que las condiciones del ambiente no le favorecen, principalmente porque esta expuesto a una mayor aireación e insolación.

CUADRO 1. Incidencia de Cercospora sp., sobre el coyolillo Cyperus rotundus L.

No. Muestras	MAIZ-COYOLILLO			FRIJOL-COYOLILLO			COYOLILLO		
	Sanas	Síntoma		Sanas	Síntoma		Sanas	Síntoma	
		Inicial	Avanzado		Inicial	Avanzado		Inicial	Avanzado
1	5	1	4	1	1	8	1	8	1
2	3	1	6	4	0	6	2	6	2
3	2	3	5	3	1	6	0	6	4
4	1	0	9	4	1	5	2	5	3
5	2	2	6	5	2	3	3	6	1
6	4	0	6	3	1	6	3	5	2
7	5	1	4	2	2	6	3	6	1
TOTAL	22	8	40	22	8	40	14	42	14
%	31.4	11.4	57.1	31.4	11.4	57.1	20.0	60.0	20.0

Los resultados demuestran que Cercospora sp. provoca un daño altamente significativo en el C. rotundus, sin embargo, no se puede afirmar que este patógeno logre afectar suficientemente el crecimiento del coyolillo, debido a las características y capacidad de recuperación del follaje que presenta esta maleza, pero probablemente Cercospora sp. logra reducir su capacidad de competencia, lo cual no deja de ser una ventaja para el desarrollo de los cultivos.

Estudios más profundos de este patógeno, sobre su acción en varios agroecosistemas y su especificidad podrían indicar sus posibilidades como un agente de control biológico y parte de un programa de control integrado de estas maleza.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El mayor desarrollo y daño de Cercospora sp. en el C. rotundus, se obtuvo en el trabajo con los sistemas maíz-coyolillo y frijol-coyolillo, que en trabajo con el el sistema solo coyolillo.
- Teniendo en cuenta el efecto del ambiente sobre el desarrollo de Cercospora sp., se recomienda realizar estudios complementarios en los microclimas de los agroecosistemas, especialmente en investigaciones sobre la humedad relativa y la iluminación.
- Es necesario establecer categorías que permitan llevar a un valor de la aintensidad de la enfermedad Cercospora.

RESUMEN

En campos experimentales del Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias, Managua, Nicaragua, se detectó la presencia de Cercospora sp. en el follaje de Cyperus rotundus, la cual causaba amarillamiento y rotura de las hojas. Los resultados indican que en los sistemas de maíz-coyolillo, frijol-coyolillo y solo coyolillo se encontraron plantas de C. rotundus, con incidencia de Cercospora sp. en un 68.5 y 80% respectivamente. Sin embargo, dentro de los sistemas maíz y frijol, ambos asociados con el coyolillo presentan un 57.1% de síntoma avanzado y en el sistema solo coyolillo el 20%. En ningún caso se observó la incidencia de la enfermedad en plantas de maíz o frijol. Se espera que con estudios posteriores más profundos sobre el daño que provoca Cercospora sp al coyolillo se puede obtener una alternativa de control biológico sobre esta maleza.

LITERATURA CITADA

- DABEK, A.J. 1979. Cyperus rotundus L. Hospedante natural de la chicharrita Santanus fasciatus en Jamaica. Boletín Fitosanitario. FAO. 27(3):123-124.
- HOLM, L.G. et al. 1978. Cyperus rotundus L. Cyperaceas familia de los Cyperos. Boletín Fitosanitario. FAO 26(3):73-92.

PERIODOS CRITICOS DE PROTECCION Y EL EFECTO DE INFESTACION DEL
GUSANO COGOLLERO, Spodoptera frugiperda (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EN
MAIZ BAJO RIEGO EN NICARAGUA*

Allan J. Hruska**

INTRODUCCION

En un esfuerzo por autoabastecerse de granos básicos, Nicaragua ha empezado a cultivar maíz bajo riego. Esta práctica se inició en 1985, sin embargo dos años después, aún no se había desarrollado un programa de manejo integrado de plagas en este sistema.

Se conocen bien cuáles son las plagas principales en maíz bajo riego, por lo tanto el primer paso en el desarrollo de un programa MIP es la determinación del nivel de daño económico y de los períodos críticos, o sea aquellos en los cuales la plaga causa daño económico durante el ciclo del cultivo. Tanto el nivel de daño económico como los períodos críticos son guías para el uso racional de insecticidas, ayudan a evitar aplicaciones que no se justifican económicamente y proporcionan criterios al productor, para tomar decisiones que le permitan obtener mayores ganancias.

El nivel de daño económico se basa en la relación entre la densidad poblacional de la plaga y el rendimiento del cultivo. Esta relación puede variar en épocas o zonas de cultivo diferentes, debido a la dinámica poblacional de la plaga y al efecto de las condiciones ambientales, como la temperatura, la lluvia y el viento.

Una de las plagas principales de maíz bajo riego es el gusano cogollero, Spodoptera frugiperda. Esta plaga ataca el maíz desde la etapa de la plántula hasta la etapa de la espiga. Las larvas eclosionan e inmediatamente penetran en el cogollo donde pasan todo su ciclo de larva

* Texto revisado de la Conferencia presentada en el 1er. Congreso Centroamericano, México y el Caribe de Manejo Integrado de Plagas. Guatemala, Guatemala, 5-7 de agosto, 1987.

**Entomólogo Económico, Proyecto MIP/MAIZ, Escuela de Sanidad Vegetal, Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Apartado 453. Managua, Nicaragua.

alimentándose con las hojas tiernas. Las recomendaciones corrientes para el control de S. frugiperda en maíz bajo riego en Nicaragua, consisten en aplicar insecticidas cada cinco días, de tres a cinco veces durante la etapa del cogollo (MIDINRA, 1984).

Los objetivos del presente estudio son:

1. Determinar cuales son los períodos críticos de infestación por S. frugiperda en maíz bajo riego, y 2. Dentro de los períodos críticos, establecer cual es el efecto de la infestación por esta plaga, sobre el rendimiento.

MATERIALES Y METODOS

Se realizó el ensayo en el Centro Nacional de Investigación de Granos Básicos "San Cristóbal", ubicado en el Km. 13 1/2 Carretera Norte, Managua, Nicaragua, el 4 de marzo 1987. Se sembró maíz de la variedad NB-6, a razón de siete plantas/metro, a 80 cms entre surcos. Se aplicó abono formula completa 12-24-10 a razón de dos qq/mz al momento de la siembra y herbicida Atrazina (tres lts/mz). A los 30 días se aplicó urea (45% N) a razón de dos qq/mz y se aporcó.

Se usó un diseño experimental con ocho bloques completos al azar y 20 tratamientos. Cada parcela estaba constituida por tres surcos de maíz de cuatro metros de longitud. Se recolectaron todos los datos del surco central.

Los 20 tratamientos consistieron en combinaciones diferentes de dos factores, el período de infestación y el nivel de infestación dentro de cada período. Hubo tres períodos de infestación; entre 5-17 días después de la germinación (DDG), entre 17-31 DDG, y entre 31-45 DDG, y tres combinaciones de los tres períodos. Dentro de cada período de infestación hubo cuatro niveles de infestación: 100%, 70%, 40% y 0% de las plantas infestadas. El tratamiento con 100% de infestación en los tres períodos fue repetido dos veces para contar con 20 parcelas por bloque, (tratamientos 16 y 20) (Cuadro 1).

CUADRO 1. Los 20 tratamientos del ensayo. (Las líneas indican infestación y números los % de plantas infestadas por *S. frugiperda* dentro de cada período).

PERIODO Y NIVEL DE INFESTACION

TRAT.	DDG			
	5	17	31	45
1	100%			
2	70%			
3	40%			
4		100%		
5		70%		
6		40%		
7				100%
8				70%
9				40%
10	100%	100%		
11	70%	70%		
12	40%	40%		
13		100%		100%
14		70%		70%
15		40%		40%
16	100%	100%		100%
17	70%	70%		70%
18	40%	40%		40%
19				
20	100%	100%		100%

Dado que la infestación natural de *S. frugiperda* fue 100% de las plantas se crearon los períodos y niveles de infestación mediante la aplicación de un insecticida (Chlorpyrifos, 1 lt/mz) en forma de cebo mezclado con aserrín. Se aplicó el insecticida a mano directamente en el cogollo. Un día antes de la aplicación se hizo un recuento en plantas escogidas al azar, para determinar el porcentaje de plantas a ser protegidas para mantener el nivel esperado.

A los cuatro DDG se registró el número de plantas en cada parcela, y a los 10, 23, 30, y 39 DDG se hizo un recuento para determinar el nivel de infestación en cada parcela. Se anotó si la planta fue infestada o no,

infestación en cada parcela. Se anotó si la planta fue infestada o no, buscando las larvas o señales de su presencia en el cogollo.

A los 115 DDG se cosechó el surco central de cada parcela, se anotó el número total de plantas, el número de plantas quebradas y el número de plantas acamadas. Se pesaron las mazorcas buenas (>33% de la mazorca con grano) y se determinó el peso del grano al 15% de humedad en cada parcela.

Dado que los datos poseen una distribución normal, se hizo un análisis de varianza sobre el porcentaje de plantas que sobrevivieron de cuatro hasta 10 DDG, para examinar el efecto de la infestación temprana en la sobrevivencia de las plantas.

Se usó la prueba Duncan para determinar los períodos de la infestación que tenían efecto significativo. Se hizo un análisis de varianza, con los siete tratamientos que llevaban infestación máxima en cada combinación de períodos de infestación sobre rendimiento. Se usó la prueba Tukey para determinar diferencias significativas entre los tratamientos. La relación entre porcentaje de plantas infestadas y rendimiento, fue determinada mediante el uso de los períodos de infestación que tenían un efecto significativo sobre el rendimiento y se hizo un análisis de regresión. Se determinó la fecha que dio la mejor predicción de rendimiento, utilizando un análisis de regresión de pasos.

RESULTADOS

Efecto del período de infestación. La aplicación hecha a los cinco DDG no ejerció un efecto significativo en la sobrevivencia de las plántulas hasta 10 DDG utilizando los cuatro tratamientos que llevaban una infestación del 100% de las plantas, infestadas durante el primer período, más los cuatro que llevaban 0% (ANDEVA, $F=4.37$; g.l.=1,103; n.s.).

Hubo un efecto significativo del período de infestación sobre el rendimiento, utilizando los siete tratamientos que llevaban 100% de las plantas infestadas en los períodos diferentes (ANDEVA, $F=3.53$; g.l.=6,38; $p<.01$). Los tratamientos que estaban infestados por dos o tres períodos,

tenían promedios significativamente más bajos que los tratamientos que no llevaban infestación o llevaban solamente un período (Cuadro 2).

CUADRO 2. El efecto del período de infestación (líneas) sobre el rendimiento (grano, 15% humedad). Promedios (desviación estándar) seguidos por la misma letra no difieren según la prueba de Tukey ($p > .05$).

PERIODO DE INFESTACION DDG					
TRAT.	5	17	31	45	RENDIMIENTO (GRAMOS/PLANTA)
1					69.76 A (11.82)
4					64.95 A (19.66)
19					59.11 A (27.83)
7					58.73 A (13.84)
5					51.72 B (8.82)
13					41.12 B (10.51)
16,20					38.67 B (16.77)

Efecto del nivel de infestación sobre el rendimiento. Se utilizaron los tratamientos que llevaban infestación en dos o tres de los períodos porque solo ellos tenían efecto sobre el rendimiento. El análisis de regresión de pasos indicó que de las cuatro fechas de infestación, 23 DDG dió la mejor predicción de rendimiento. Se comparó una regresión lineal y una cuadrática, resultando ser la regresión lineal el mejor modelo porque tuvo

un r^2 ajustado mayor que la cuadrática. La ecuación del modelo lineal fue:

rendimiento (g/planta)=87.84-0.384 (% de las plantas infestadas) $r^2=.458$;
(Fig. 1).

EFFECTO DE INFESTACION POR S. FRUGIPERDA EN MAIZ A LOS 23 DDG

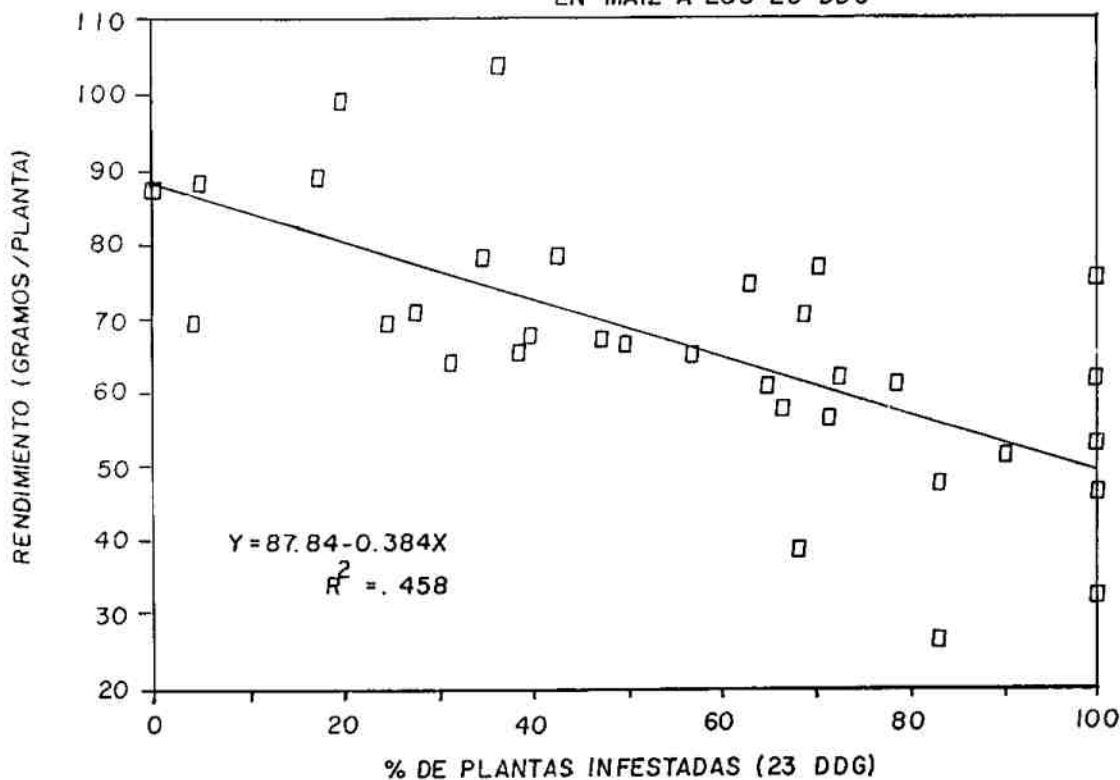


Fig. 1. El efecto del nivel de infestación sobre el rendimiento.

DISCUSION

Período de infestación. La relación entre la densidad poblacional y el rendimiento cambia durante el ciclo del cultivo. En algunas etapas el cultivo puede resistir o compensar por daño, pero en otras el cultivo es más sensible al ataque. Hay casos en etapas de cultivos donde aún una infestación alta no causa mucho daño, entonces el NDE sería alto. Pueden existir períodos de infestación donde nunca se debe aplicar, porque la planta puede aguantar un 100% infestación sin reducir el rendimiento.

Durante este tipo de período, se deben omitir aplicaciones de insecticidas, porque son innecesarias.

Hasta el presente no se habían determinado cuales son los períodos más críticos de infestación de S. frugiperda en maíz bajo riego. Las recomendaciones para controlar plagas insectiles en maíz bajo riego en Nicaragua consisten en aplicar insecticidas cinco veces, con intervalos de cinco días, de las cuales tres están dirigidas únicamente contra S. frugiperda (MIDINRA, 1984), y las otras veces dirigidas contra S. frugiperda y Dalbulus maidis. Hay productores en Nicaragua que aplican hasta ocho veces contra S. frugiperda en maíz. El costo de tantas aplicaciones es muy alto, no sólo en términos de daño a la salud humana, contaminación al medio ambiente, y la creación de resistencia a los insecticidas, sino también en lo concerniente a su costo en divisas que el gobierno debe atender por la importación de los insecticidas.

Los resultados obtenidos no revelan un período de infestación más crítico que los otros dos en su efecto sobre el rendimiento (Cuadro 2), pero se encontró una tendencia a que la infestación, durante los períodos más tardíos, causara mayor efecto negativo al rendimiento. No obstante estos resultados y sus posibles interpretaciones, se deben realizar y apoyar estudios complementarios que permitan confirmar lo anterior.

Los resultados obtenidos demuestran que no es necesario proteger todo el ciclo desde la plántula hasta la espiga para mantener el rendimiento. Con sólo dos aplicaciones de insecticida se logra un rendimiento igual al que se obtendría si se aplicara tres veces (Cuadro 2). Parece que el daño se acumula durante el ciclo, pero la planta tiene la capacidad para compensar el daño de S. frugiperda durante uno de los tres períodos de infestación probados. Se puede decir que dos aplicaciones de insecticida dirigidas al cogollo son suficientes para lograr un rendimiento máximo.

Efecto de la infestación sobre el rendimiento. La forma de la relación entre el porcentaje de las plantas infestadas y el rendimiento, fue diferente a la encontrada en la época de siembra de primera. En el pre-

sente estudio, el efecto de infestación liviana fue más severo que en la siembra de primera. En el caso de la primera, el modelo de regresión fue curvilíneo sin baja en rendimiento hasta con un 40% de las plantas infestadas (Hruska, et al., 1987).

Este estudio bajo riego indicó que cuando el 100% de las plantas estaban infestadas, el rendimiento bajó en un 45%. El efecto de infestación fue severo también en comparación con otros estudios en condiciones de lluvia natural, donde se encontraron reducciones de 15-30% cuando el 100% de las plantas estaban infestadas (Obando, 1976; Obando y Van Huis, 1977; y Van Huis, 1981).

La diferencia en la forma de la función rendimiento/infestación y el efecto de la infestación sobre el rendimiento podría ser debido a que la presión de ataque fue mucho mayor en seco que en la primera, la infestación máxima en la primera fue 75%, y cuando el porcentaje de infestación aumenta el número de larvas por planta aumenta también. También podría ser que el efecto negativo de la defoliación en seco es peor como consecuencia de la temperatura alta y la humedad baja, lo cual causa una pérdida mucho mayor de agua de las hojas dañadas en seco que en primera.

Con la función rendimiento/infestación se podría calcular el nivel de daño económico (Hruska y Rosset, 1987). Sabemos que el NDE se basa en el costo de las medidas de control, el valor del cultivo, y la función infestación/rendimiento. Cuando se cambia cualquiera de estos factores, se altera el NDE.

La política oficial del país tiende a estimular la producción agropecuaria, y bajo ella es posible el suministro de los insumos de producción a cualquier productor a precios favorables. En estas condiciones el gobierno interviene en los precios de los insecticidas, comprándolos en el mercado internacional en dólares y vendiéndolos al productor nicaragüense en moneda nacional, a una fracción mínima de su precio internacional. Los precios que pagan los productores corresponden al 5% del costo que cubre el gobierno. Por ejemplo el gobierno paga US\$10 por un litro de Chlorpyrifos y se vende al productor nicaragüense por el equivalente de US\$0.50.

Al mismo tiempo que los precios de los insumos son bien bajos, los precios de la producción son elevados en el país, debido a que la demanda interna por la producción es mucho mayor que la producción nacional y a que no es posible importar el producto faltante para cubrir la demanda. La proporción entre el costo del insecticida y el precio del maíz es US\$0.52 (precio de un galón de Chlorpyrifos al productor, equivalente al valor de un quintal de maíz para el productor), mientras que en los Estados Unidos la proporción es 13.45 (Hruska y Gladstone, 1987b).

Aunque se considera que el subsidio a los insumos ayuda a estimular la producción agropecuaria en el país, la subvención se convierte más bien en una espada de doble filo. La deformación en la proporción entre los costos de las medidas de control y el valor de la producción, también promueve el uso irracional de los insecticidas.

Por ejemplo, si se calcula el NDE utilizando la función infestación/rendimiento en la Figura 1, con los costos de las medidas de control y el rendimiento, el NDE es 2% de las plantas infestadas.

Si se considera este NDE como un criterio para aplicar, un productor nicaragüense de maíz bajo riego, estaría en el campo aplicando insecticida casi a diario. Un NDE de 2% de las plantas infestadas es mucho menor que cualquier otro nivel calculado en estudios similares, cuyos valores varían entre 20 y 50% de las plantas infestadas (Sarmiento y Casanova, 1975; Young and Gross, 1975; Obando, 1976; Van Huis, 1981).

Si se calcula el NDE utilizando los precios internacionales para el insecticida y el maíz, el nivel de daño económico será 20% de las plantas infestadas. Este cálculo no incluye el valor internacional del petróleo y la maquinaria, porque el país los recibe a precios favorables, en calidad de ayuda internacional. Si calculáramos con todos los precios internacionales, el NDE sería aún más alto.

La idea fundamental del establecimiento del NDE es la de racionalizar económicamente el uso de los insecticidas. Para un productor nicaragüense de maíz bajo riego, lo racional sería aplicar contra S.

frugiperda cuando hay 2% de las plantas infestadas. Pero no constituiría uso racional para el país, que además de pagar el subsidio entre el precio internacional del insecticida y el precio al productor, tenga que pagar también los costos adicionales del uso excesivo de insecticidas los cuales incluyen daño a la salud humana, contaminación del medio ambiente, creación de resistencia a los insecticidas en las plagas, y la destrucción de la fauna benéfica.

Entonces se puede concluir que el cálculo del NDE no funciona bien bajo las condiciones económicas en Nicaragua. Se requiere un modelo que incluya los costos y beneficios directos al productor en el corto plazo, pero también las utilidades para el país a largo plazo. Un método propuesto por Hruska y Gladstone (1987b) consiste en calcular cuáles son estos costos y modificar el precio del insecticida para que su empleo sea racionalizado por el productor y que esta utilización coincida con el uso racional para el país a largo plazo.

CONCLUSIONES

- La recomendación de aplicar 3-5 veces contra S. frugiperda en maíz bajo riego en Nicaragua parece excesivo en las condiciones actuales. Tres aplicaciones protegieron la planta durante todo el ciclo desde la plántula hasta la espiga. Pero sólo sería necesario proteger a la planta durante 2/3 de este ciclo para obtener rendimientos iguales a los que se alcanzarían con un control completo. Por lo tanto, sólo hay que aplicar dos veces.
- Cuando el maíz estuvo infestado por 25 o más días durante la época de plántula hasta la espiga, por cada 10% de las plantas infestadas a los 23 DDG, hubo una reducción de 4.5% en el rendimiento. Cuando el 100% de las plantas fueron infestadas, el rendimiento bajó en un 45%.
- No es posible recomendar un NDE con base en los costos actuales en Nicaragua. Debido a la política del gobierno de promover la producción agropecuaria, hay un fuerte subsidio para los insecticidas y los NDE resultan muy bajos. Pero hay un costo social muy alto para el país como

resultado del uso excesivo de insecticidas lo cual se debe incluir en el NDE. Una vez que se pueda calcular el costo social, será posible recomendar un nuevo NDE.

LITERATURA CITADA

- HRUSKA, A.J.; GLADSTONE, S.M. 1987a. El período crítico de protección para el taladrador del maíz, Diatraea lineolata en maíz. Managua, Nicaragua. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. 18 p.
- _____; GLADSTONE, S.M. 1987b. The economic threshold and the political economy of pest management decisions in Nicaragua. Managua, Nicaragua. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. 10 p.
- _____; GLADSTONE, S.M.; LOPEZ, R. 1987. El período crítico de protección para el gusano cogollero, Spodoptera frugiperda, en maíz en la primera. Managua, Nicaragua. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. 12 p.
- HRUSKA, A.J.; ROSSET, P.M. 1987. Estimación de los niveles de daño económico para plagas insectiles. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 5:30-44.
- OBANDO S., S.R. 1976. Umbrales permisibles de daño foliar en maíz. XXII Reunión Anual del PCCMCA, San José, Costa Rica.
- MINISTERIO DE DESARROLLO AGROPECUARIO Y REFORMA AGRARIA (MIDINRA). 1984. Guía Técnica para la Producción de Maíz con Riego. Managua, Nicaragua.
- SARMIENTO, J.; CASSANOVA, J. 1975. Búsqueda de límites de aplicación en el control del cogollero de maíz, Spodoptera frugiperda. Revista Peruana de Entomología 18:104-107.
- YOUNG, J.R.; GROSS, H.R. 1975. Insect control in summer-planted sweet and field corn in South Georgia. Meeting of the Entomological Society of America. New Orleans. 3 p.
- VAN HUIS, A. 1981. Integrated pest management in the small farmer's maize crop in Nicaragua. Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen. 81-6.

MÉTODOS DE ANÁLISIS ECONÓMICO PARA SU APLICACIÓN EN EL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS*

James B. French**

INTRODUCCIÓN

Los programas de investigación en protección vegetal se han enfocado tradicionalmente a un corto plazo, dirigidos a la solución de los problemas de plagas más inmediatos, utilizando como principal método de control los plaguicidas. (En este documento se entiende como plagas: malezas, insectos, patógenos, nemátodos y vertebrados). Los programas de manejo integrado de plagas (MIP) en cambio, poseen un enfoque a largo plazo, cuyo objetivo es desarrollar métodos de manejo del agroecosistema buscando reducir la población de la plaga y su impacto en forma ecológicamente estable y sostenible.

Los programas MIP se basan en un mejor conocimiento del agroecosistema, incluyen las plagas y sus enemigos naturales, y enfatizan en la planificación de su manejo. La estrategia de un programa MIP busca desarrollar un plan de protección eficaz, ecológicamente más consciente, económicamente mejor y socialmente de mayor aceptación.

Un plan de protección debe estar basado en las metas y objetivos que tiene el productor para la finca y su familia. Estas son muchas y variadas e incluyen metas económicas, sociales, psicológicas e interacciones entre sí. A pesar de la cantidad y la complejidad de las metas, todo productor se interesa en aumentar la cantidad de ingreso para el negocio y la familia. Esto tiene mayor importancia para el productor a medida que compra sus insumos y vende sus productos en los mercados.

* Basado en material presentado en el Cursillo Internacional de Manejo Integrado de Plagas, Universidad del Valle de Guatemala, del 3 al 4 de agosto de 1987, Guatemala, C.A.

** Economista Agrícola, CATIE, Proyecto Manejo Integrado de Plagas, 7170 Turrialba, Costa Rica.

El ingreso neto es el valor total de los cultivos producidos, menos el costo total de producirlos y mide las ganancias para el productor relacionadas con cualquier actividad de producción. Cualquier táctica o plan de manejo que aumente las ganancias, sin afectar otras metas, sería más deseable por parte de los productores. Entonces, un plan de manejo integrado de plagas debería buscar el aumento de las ganancias para los productores, y además realizar los otros puntos de la estrategia mencionados arriba.

A continuación se explican cuatro tipos de evaluación económica útiles en el desarrollo y aplicación de programas de MIP, los cuales pueden sintetizarse así:

- a) El presupuesto parcial permite evaluar modificaciones en lo practicado por el agricultor, determinando la técnica que genera un mayor aumento en el ingreso neto.
- b) La función de producción permite determinar el nivel del insumo (plaguicidas) que optimiza el ingreso neto.
- c) El umbral económico es un criterio de decisión para el empleo de plaguicidas que permita asegurar su uso únicamente cuando sea económicamente justificable.
- d) La toma de decisiones MIP bajo condiciones de riesgo e incertidumbre, es un método de análisis que le permite evaluar técnicas alternativas, basadas en los valores esperados cuando los eventos (presencia de la plaga) y las consecuencias (rendimientos o ingresos) no son ciertos.

EL PRESUPUESTO PARCIAL

El presupuesto es una técnica de análisis útil, por lo general, en la planificación de una finca. Permite comparar entre actividades alternativas basadas en sus beneficios y costos, de tal manera, que se seleccionan actividades que aumentan al máximo el ingreso neto. Para el caso de MIP en particular, el presupuesto es útil como instrumento de análisis para elegir entre varios métodos de manejo según su contribución a las ganancias.

Los investigadores, los extensionistas y finalmente los agricultores se interesan en comparar los ingresos netos que obtienen de aplicar métodos nuevos o no ensayados de manejo de plagas, con los métodos de manejo practicados por los productores. Para evaluar nuevas tácticas de manejo es preciso examinar las variaciones en los gastos y los ingresos asociados con las nuevas tácticas. Para lograr esta evaluación se elabora el presupuesto, función que consiste en llevar a cabo la tabulación de los gastos y de los ingresos asociados con la actividad.

Cuando se proponen modificaciones en las tácticas de manejo de plagas practicadas por los agricultores, las pueden evaluar económicamente de resultados experimentales utilizando la técnica de análisis de presupuesto parcial (Perrin et al, 1976). El análisis con esta técnica permite evaluar diferentes métodos de manejo tales como controles culturales, controles químicos, variedades resistentes, criterios de decisión sobre la aplicación de plaguicidas y Programas MIP que incluyen varios de estos métodos.

El procedimiento incluye la cuantificación y valoración de los insumos, que varían entre las tácticas. Por ejemplo, presume que la modificación consiste en la introducción de una práctica que el productor no realiza actualmente, como el uso de umbrales de decisión antes de aplicar los plaguicidas. Esta práctica requiere la realización regular de conteo de la plaga. También implica un cambio en el número de aplicaciones de los plaguicidas. Entonces, para realizar el análisis es necesario valorizar, en el caso de la táctica nueva, la mano de obra utilizada para los conteos de plagas y para las aplicaciones de los plaguicidas; el producto químico aplicado; y el valor del equipo usado.

Para la táctica practicada actualmente, se valorizan los insumos utilizados en la aplicación de los plaguicidas; mano de obra, plaguicidas y equipo. Asimismo, se valoriza la producción para las dos aplicaciones, ya que esta también varía. No es necesario cuantificar y valorizar los insumos que no fluctúan entre tácticas.

El presupuesto parcial permite determinar cuál de las opciones evaluadas incrementa mayormente el ingreso neto. Sin embargo, no señala si la actividad productiva (ej. sembrar maíz) es económicamente rentable o

aceptable; es decir, si provee un ingreso neto positivo y admisible por el agricultor. Para lograr ésto, sería necesario incluir todos los costos. Tampoco provee información sobre el nivel de riesgo relacionado con las opciones, ni el retorno a factores limitantes, que también tienen importancia en la selección de la mejor alternativa.

Para aplicar el presupuesto parcial es necesario valorar correctamente los factores y productos. La definición de los conceptos necesarios para aplicar el presupuesto parcial a la evaluación de experimentos pueden revisarse en Perrin, et al. (1976) y French, J. y Meseguer, M. (1986).

Ejemplo de presupuesto parcial en el manejo de plagas. Especialistas han propuesto el uso de herbicidas en la producción de maíz, en lugar de mano de obra para realizar el control de malezas durante épocas de escasez de mano de obra (CATIE, 1984). Los datos pertinentes al análisis del presupuesto parcial aparecen en el Cuadro 1.

Las únicas variables incluidas son las que difieren entre los dos métodos de manejo. El agricultor no usa herbicidas, mientras que la alternativa sí. Aunque los dos requieren actividades de chapia, la cantidad de mano de obra requerida es diferente. Las actividades que aparecen bajo costos variables de oportunidad usan estrictamente mano de obra familiar. Le dan un valor a la mano de obra familiar equivalente a lo que tendrían que pagar a un obrero en la zona por realizar esa misma labor. Este es el valor de oportunidad ya que la mano de obra es escasa en la zona y las familias podrían trabajar en otra finca a ese mismo precio.

El único costo monetario es el costo de los herbicidas. El ingreso neto parcial de la alternativa es mucho mayor que el del agricultor. Esto significa que el agricultor podría aumentar su ingreso en \$CA500.75 si adopta la alternativa que incluye herbicidas. Sin embargo, en este análisis no se consideran otros factores socioeconómicos que pudieran afectar la aceptabilidad de una táctica nueva como el riesgo y la disponibilidad de crédito para comprar los herbicidas. Se deberían tomar en cuenta estos

CUADRO 1. Comparación de presupuesto parcial entre una táctica nueva y la del agricultor para controlar malezas (por ha)*.

CONCEPTO	T A C T I C A S	
	AGRICULTOR	ALTERNATIVA
BENEFICIOS		
Rendimiento (hg/ha)	1.388.00	4000.00
Ingreso bruto (\$0.15 ha ⁻¹)	208.20	600.00
COSTOS VARIABLES PARCIALES (C.V.)		
<u>C.V. de oportunidad**</u>		
- Aplicación herbicidas		
Número de jornales	--	2
Total (\$4.50 jornal ⁻¹)	--	9.00
- Chapia de malezas		
Número de jornales	7	6
Total (\$4.50 jornal ⁻¹)	31.50	27.00
- Cosecha		
Número de jornales	3.50	6.50
Total (\$4.50 jornal ⁻¹)	15.75	29.25
<u>C.V. monetarios</u>		
- Herbicidas	--	14.00
COSTOS VARIABLES TOTALES	47.25	79.25
INGRESO NETO PARCIAL	160.95	520.75

* CATIE, 1984.

**C.V. de oportunidad, se refiere a insumos no comprados en el mercado y no fácilmente valorizados. En este caso mano de obra familiar.

otros factores antes de que se pueda juzgar si una táctica nueva es realmente deseable y adoptable por los productores.

FUNCIONES DE PRODUCCION

La función de producción es una relación técnica entre los factores que influyen la producción y el nivel de producción. Esta relación da la cantidad de producción que corresponde con diferentes niveles y combinaciones de los factores. Su conocimiento permite determinar los niveles de los factores de producción que optimizan la producción y, al conocer los valores correspondientes, optimizan también las ganancias.

La función de producción se representa teóricamente así: $Y=f(x)$ en donde: Y es el nivel de producción, f representa la función teórica que determina la relación y x es el nivel de factor que influye en la producción. En el caso de plagas, la densidad de la plaga es el factor que influye directamente en la producción por medio del daño que causa. Las tácticas de manejo influyen indirectamente en la producción por medio de sus efectos sobre la densidad y tasa de crecimiento de la plaga. Esta influencia sobre la plaga puede ser directa, reduciendo la densidad o la tasa de crecimiento como es el caso de plaguicidas o indirecta, alterando la función de producción como sería el caso de variedades resistentes. El impacto final al implementar las tácticas de manejo es aumentar la producción al bajar la población de la plaga o su daño. Nuestro interés económico es poder evaluar las pérdidas asociadas con las plagas y así determinar los beneficios asociados con su control.

Se pueden usar las técnicas de función de producción para los siguientes propósitos en la evaluación y planificación de programas de manejo de plagas: determinar la dosis de plaguicida que maximiza ganancias; evaluar el uso de plaguicidas por los productores; estimar el nivel de pérdidas económicas asociado a unas plagas a nivel de una región; determinar criterios de decisión a ser usados por el productor para la realización de un control racional de las plagas (nivel de daño económico, umbrales económicos y de decisión). Para realizar lo anterior, es necesario estimar la función de producción correspondiente a cada caso. Esto se

puede lograr utilizando la técnica estadística de regresión lineal o múltiple. Se basa la estimación en datos experimentales, de campo o de las fincas de los productores, dependiendo del propósito del análisis.

Para determinar la dosis de plaguicidas que maximiza ganancias es necesario estimar la relación entre el nivel de plaguicidas y el correspondiente nivel de producción. La relación teórica sería: $Y=f(\text{Plaguicidas})$. Sin embargo, hay que recordar que el plaguicida afecta a la producción indirectamente, por medio de su habilidad para reducir la densidad de la plaga o su tasa de crecimiento. Si hay variaciones en la densidad poblacional de la plaga, la relación entre el plaguicida y la producción también va a variar, afectando la función estimada. Entonces determinar la dosis de plaguicidas económicamente óptima, directamente en la función, como se plantea aquí, sería un método relevante solo cuando la densidad poblacional de la plaga es un problema continuo y se presenta por encima de un nivel crítico.

Bajo estas condiciones se puede estimar la función utilizando datos experimentales. Los tratamientos corresponderían a diferentes niveles de la dosis del plaguicida bajo estudio. Se determina el nivel de plaguicidas que optimiza ganancias por la siguiente relación: $P_y \frac{dY}{d \text{Plaguicidas}} = \text{Costo de plaguicidas}$, donde P_y es el precio del producto y, $\frac{dY}{d \text{Plaguicidas}}$, representa el incremento en la producción con respecto al aumento en la dosis de plaguicida (el producto marginal de plaguicidas) determinada por la función estimada y el costo de plaguicidas, corresponde al precio pagado por unidad del plaguicida. La dosis que maximiza ganancias es aquella donde el aumento en ingreso, lado izquierdo de la ecuación, es igual al aumento en costos, el lado derecho de la ecuación.

Utilizando la condición de optimización se puede evaluar el uso de los plaguicidas por parte de los productores (ICAITI, 1977). Se basa el análisis en datos provistos por los productores sobre las actividades realizadas por ellos en sus propias parcelas. La función de producción estimada con estos datos, representaría la tecnología practicada por los productores (French y Calvo, 1988). Se puede determinar si el uso de los plaguicidas tiene impacto significativo sobre la producción. También, se puede evaluar la cantidad de plaguicidas usada por los productores contra

la cantidad que maximiza ganancias. Esto permite evaluar económicamente la hipótesis de un uso excesivo por parte de los productores.

Otro método de análisis que usa la función de producción es la estimación de pérdidas asociadas con las plagas. Por medio de la función estimada, se pueden determinar las pérdidas en la producción debido a una plaga específica, o su daño en el caso que sea difícil hacer conteo de la plaga. Esta es útil en la determinación de nivel de pérdidas económicas causadas por plagas específicas en un área delimitada sea una parcela, una finca o una región (Teng, Krupa, 1980; Chiarappa, 1971). Esta información sirve a los planificadores e investigadores para evaluar los problemas de plagas y detectar cuales problemas son económicamente más serios.

La relación estimada entre la plaga, o su daño, y la producción se conoce como la función de daño. Esta función es necesaria para la determinación de umbrales de decisión, lo cual se trata en la siguiente sección (Hruska y Rosset, 1987).

Estimación del nivel óptimo de los plaguicidas. En 1976 se realizó una evaluación del uso de plaguicidas en la producción de algodón en Centroamérica (ICAITI, 1977). Una parte del estudio se dedicó a la determinación de los niveles óptimos de plaguicidas en la producción de algodón. Para lograr eso fue necesario determinar la relación entre rendimiento y plaguicida. Se especificó la siguiente relación:

$$Y = f(fe, pl, tf)$$

donde rendimiento Y (100 libras de algodón semilla por Mz) es una función de fertilizante, fe, plaguicidas pl (libras de ingrediente activo) y tamaño de la finca, tf. Se estimó la relación a nivel de finca usando datos de Nicaragua de los años 1974/1975. Fijando los valores de fertilizantes y tamaño de la finca a sus promedios en la ecuación estimada se obtuvo la siguiente relación:

$$Y = 23.57 + .3412 pl - .00142 pl^2.$$

El producto marginal de plaguicidas es:

$$Pma = dY/dpl = .3412 - .00284 pl$$

Para determinar el nivel óptimo, se incluyen los precios del algodón ($P_a = \$13/100$ libras) y los de los plaguicidas aplicados ($\$1.86/\text{libra}$). El nivel óptimo del uso de plaguicidas se determina resolviendo la siguiente relación por pl, donde el término entre paréntesis es el producto marginal de plaguicidas dY/d plaguicidas:

$$\$ 13 (.3412 - .00284 \text{ pl}) = \$1.86.$$

El nivel óptimo de plaguicidas (pl) es 69.7 libras/mz o 45.2 kg/ha.

El nivel promedio del uso de plaguicidas en Nicaragua durante ese período fue 50 kg/ha. Este promedio resultó un poco por encima de lo óptimo. En el mismo período el uso medio de Nicaragua, El Salvador, Guatemala y Honduras fue de 62.4 kg/ha, bastante por encima de lo óptimo. Estos datos indican que el uso de plaguicidas no estaba en el nivel que maximizara el ingreso neto y por lo tanto había una sobredosis de plaguicida en la región.

Nivel óptimo, la función de producción y la técnica de presupuesto parcial. Anteriormente se explicó cómo se puede usar la función de producción para determinar el nivel económicamente óptimo de un control, basado en datos experimentales, ej. plaguicidas. Esto requiere estimar la relación entre nivel de plaguicidas y la producción utilizando el análisis de regresión. Sin embargo, se puede usar la técnica de presupuesto parcial para aproximarse al nivel óptimo. La ventaja de esto es obvia, no tener que estimar exactamente la función de producción. La desventaja es que no permite estimar el nivel óptimo. Se limita a los niveles utilizados como tratamientos en el experimento. Al aplicar el presupuesto parcial a este análisis, se calculan los ingresos netos parciales para cada nivel del plaguicida incluido en el experimento.

El nivel del factor que señale el mayor ingreso neto parcial, dados los precios usados, sería el nivel económicamente óptimo. Se puede ver un ejemplo de esto en el Cuadro 2, donde se presentan los resultados de un experimento, cuyo propósito fue determinar el nivel óptimo de nematicida en el cultivo de frijol de seco. Al observar los valores de ingreso neto parcial, se concluye que 1,50 Kg. de nematicida por Ha es el óptimo.

Se podrían utilizar estos mismos datos y estimar la función de producción correspondiente. Con esto se podría determinar con más precisión la dosis de nematicida entre 1,25 y 1,75 kg/ha que rinde mayores ganancias.

CUADRO 2. Aplicación de diversas proporciones de nematicidas en la producción de frijoles de secano.

Nematicida (kg/ha)	Rendimiento (kg/ha)	Ingresos Totales ^{1/} (\$/ha)	Costos Variables Parciales ^{2/} (\$/ha)	Ingresos Netos Parciales (\$/ha)
2,00	1 010	141,40	28	113,40
1,75	1 000	140,00	25	115,00
1,50	980	137,20	22	115,20
1,25	950	133,00	19	114,00
1,00	900	126,00	16	110,00
0	400	56,00	0	56,00

1/ El precio de los frijoles es de 0,14 dólares por kg a la salida de la explotación.

2/ El precio del nematicida es de 12 dólares por kg y el costo de una aplicación de 4 dólares.

Fuente: Reichelderfer, K. H. et al. (1985).

UMBRALES ECONOMICOS

La filosofía del manejo integrado de plagas tiene como una de sus metas racionalizar el uso de los plaguicidas. Por tal motivo, se ha desarrollado la técnica del umbral económico. Esta técnica es una regla de decisión para un control económicamente eficiente de la plaga. La aplicación del control de la plaga se hace cuando la población de ésta sobrepasa el umbral. El concepto, en general, consiste en soportar la presencia de la plaga hasta el punto en que cause suficiente daño como para que el beneficio de su control justifique el costo de dicho control. El umbral económico entonces, será el nivel mínimo de la población donde el beneficio marginal del control es igual a su costo marginal. Esta definición del umbral económico es similar a lo que se conoce en la literatura entomológica como niveles de daño económico.

Se puede clarificar aún más este concepto al visualizar la dinámica de la población de una plaga tal como se presenta en la Figura 1. Se observa en la fig. 1a que la población es biológicamente estable alrededor de un promedio natural (línea rayada). También existe un nivel de población que es suficientemente alto al comenzar a causar daño a la planta de la cual baja el rendimiento (línea continua). Este no es el momento de aplicar el control contra la plaga; la población es apenas suficientemente alta como para causar daño y generalmente el valor del daño es menor que el costo del control a este nivel de población.

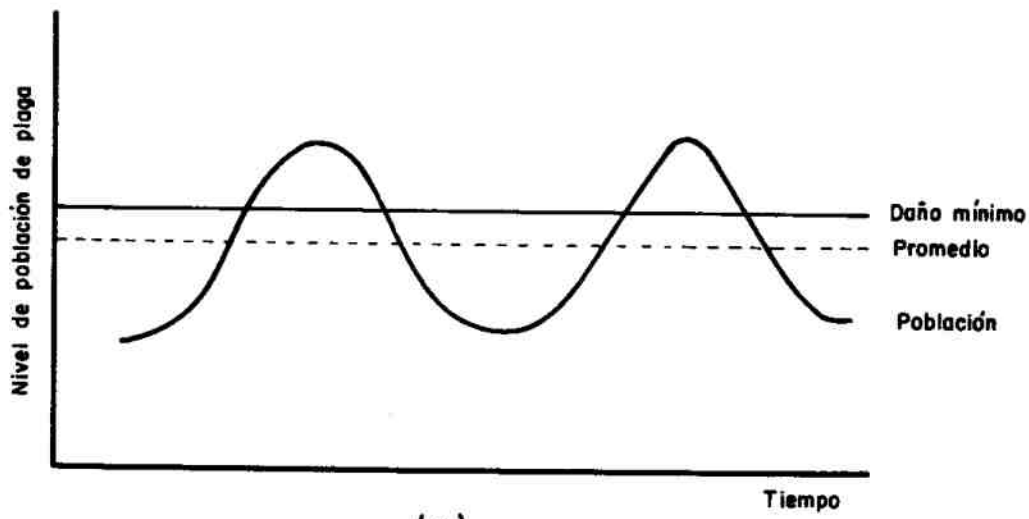
La Figura 1b, presenta el umbral económico junto con el daño mínimo. Una vez que la población alcanza el umbral, el beneficio del control es mayor a su costo y por tanto, se debe aplicar el control. El umbral económico es mayor que el nivel de daño mínimo siempre y cuando el control tenga un costo positivo. Hasta que el daño potencial y el beneficio del control sea mayor que el costo de éste, será económicamente rentable controlar la plaga.

Para estimar el umbral económico se necesita disponer de información sobre las siguientes relaciones:

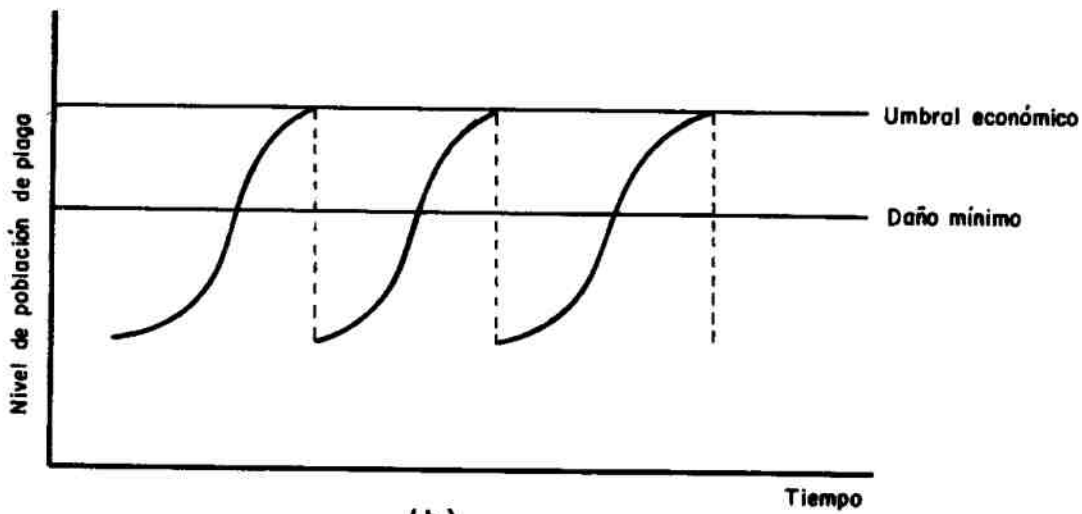
- La relación entre la población (D) y los rendimientos representados por $R(D)$ (función del daño).
- La relación entre el control y la población de la plaga k ; (eficacia del control).
- Los costos del control aplicado (C).
- El valor promedio del producto (P). Con esta información se puede determinar el umbral económico.

A fin de desarrollar umbrales que sean realistas y adecuados para el uso de los pequeños y medianos agricultores, se deben representar los precios reales que afrontan. Esto es necesario para asegurar que los umbrales y las cantidades de plaguicidas usados sean económicamente óptimos según las condiciones reales de los agricultores.

El precio promedio del producto se basa en el valor que normalmente recibiría el agricultor en el puesto de venta. Este podría estar localizado en el mercado nacional o local o en la finca misma. Dentro de este precio



(a)



(b)

Figura 1 Dinámica de una plaga y umbrales económicos

es necesario tomar en cuenta diferencias por la calidad del producto, un factor de suma importancia en el manejo integrado de plagas. También es necesario considerar que aunque el gobierno asigna un precio oficial para muchos productos, frecuentemente no compra el producto a ese precio y el agricultor debe venderlo a un precio menor. Por lo tanto este precio menor del producto, es el que debe usar en la determinación del umbral económico. Se debería usar el precio promedio, porque refleja lo que el agricultor espera recibir. Esto se puede basar en el promedio de datos históricos, siempre corrigiendo para compensar la inflación.

El costo de controlar o combatir la plaga incluye el precio del plaguicida por ingrediente activo y el valor de su aplicación. Sin embargo, al precio del plaguicida hay que agregar un costo por su adquisición y un valor por el uso del capital operativo. El costo de adquisición representa lo que se paga por el transporte de los insumos desde el mercado hasta la finca. Obviamente a mayor cantidad del producto que se compra, menor el costo por unidad de este. También, cuanto más lejos esté la finca del comprador, más alto será el costo de los plaguicidas por unidad.

El costo del uso del capital operativo corresponde al valor del dinero que se usa para la compra del insumo. Si el dinero es prestado se representa el costo por la tasa de interés del préstamo durante el período del cultivo. Si es dinero propio de la finca, se usa el costo de oportunidad que serán los intereses que se podrían obtener al prestar el dinero a otro por el período comprendido desde la compra del insumo hasta la venta de la producción.

El costo de la aplicación del plaguicida incluye el valor de la mano de obra utilizada, el costo de operación de la maquinaria y el valor del alquiler de la bomba de espalda. Si esta es propia, se debe incluir el valor por la depreciación del equipo.

Ejemplo de determinación del umbral económico. Se presenta un modelo sencillo que sirve para determinar el umbral económico de una plaga y se ofrece un ejemplo de su aplicación. El precio del cultivo es P. Se representa la población de la plaga por D. La función de daño R se

expresa como la cantidad de pérdida por unidad de la plaga D. Para cualquier nivel de la plaga D, el valor de la pérdida se expresa así:

PRD.

El efecto del control (plaguicida) se expresa por k, y se define como la reducción porcentual de plagas por cantidad del control aplicado. Entonces la expresión siguiente representa el beneficio marginal del control de la plaga.

PRDk

El costo del control y su aplicación por unidad, C representa el costo marginal del control de la plaga. El umbral económico es el nivel de la plaga en donde el beneficio marginal del control de la misma es igual al costo marginal de su control, o

$$PRDk = C.$$

El umbral se determina por la siguiente relación:

$$D^* = C/kPR.$$

Se nota por esta relación sencilla que cuanto mayor sea el costo del control, mayor será el umbral y menor la aplicación de los plaguicidas. Entonces, cuanto mayor sea el costo del transporte, del capital o de su aplicación, mayor será el nivel de daño que el agricultor debe tolerar y menor su utilización de plaguicidas.

Como ejemplo de la determinación del umbral, se presenta un caso de malezas en la producción de soya (Reichelderfer, et al. 1985). El precio de la soya es \$.18/kg., la función de daño se expresa en términos de daño de 45 kg de soya, por maleza, por fila de 10 metros en promedio. La efectividad del herbicida es 80 por ciento, por aplicación y el costo de aplicación es \$46. El umbral se define así:

$$\begin{aligned} D^* &= \$46/ (.80) (.18) (45) \\ &= 7.10 \end{aligned}$$

Entonces cuando se determina un promedio de 7.10 malezas/10 metros se debe aplicar herbicidas. Para una mayor discusión sobre como determinar umbrales en la práctica consulte el trabajo de Hruska y Rosset, (1987).

LA TOMA DE DECISIONES MIP EN SITUACIONES DE RIESGO E INCERTIDUMBRE

Hasta este punto se supone que todas las relaciones son conocidas y fijas. En realidad, la agricultura se caracteriza por su incertidumbre y riesgo debido al factor biológico (variabilidad en la producción) y a la naturaleza de su industria. Esta incertidumbre dificulta la toma de decisiones sobre el manejo de la finca. Una de las principales fuentes de la variabilidad en la producción a nivel de finca son las plagas. Existe variabilidad en la población de la plaga y muchas veces es difícil o imposible determinar o estimar dicha población. Hay variabilidad en el daño que causa la plaga y en la mayoría de los casos la relación entre la plaga y la producción es desconocida. La dinámica de la plaga es variable y en muchos casos es tal, que una vez que entra la plaga en el cultivo los daños se vuelven excesivos y por tanto el riesgo es demasiado (p.e. muchas enfermedades).

La incertidumbre y el riesgo influyen en las decisiones que el agricultor debe tomar para controlar las plagas. En general, el agricultor implementa controles que le aseguren protección contra dichos riesgos (Carlson, 1984). La mejor protección es aquella que provee defensas directamente a la planta, tal es el caso de las variedades resistentes. Sin embargo, no existen variedades que garanticen suficiente protección a la mayoría de las plagas a la vez. En consecuencia el agricultor aplica plaguicidas como una medida profiláctica para proteger su cultivo de la posibilidad de la presencia de la plaga. Esta práctica, se presta para que el agricultor abuse de los plaguicidas, incurriendo además en un alto costo de producción. Este costo toma también diferentes modalidades tales como: la contaminación del ambiente; el desarrollo de resistencia de las plagas a los plaguicidas; e impactos negativos a la salud de los trabajadores, agricultores y consumidores del producto.

Bajo situaciones de incertidumbre y riesgo se puede usar la técnica de análisis de las decisiones para evaluar alternativas de manejo. Cada

posibilidad se conoce como un evento, por ejemplo, un ataque intenso de una plaga. Asociado con cada evento hay una probabilidad de su ocurrencia. Estas probabilidades pueden basarse en datos históricos cuando estén disponibles, por ejemplo datos históricos de una estación experimental. Si éstos no están al acceso se pueden usar datos subjetivos aportados por los agricultores o por los técnicos de la zona. Por ejemplo, los productores podrán estimar la probabilidad de un ataque severo o ligero de una plaga clave.

Basados en las probabilidades de los eventos y en el resultado de cada uno de ellos, medido por la producción o el ingreso correspondiente, se puede calcular el valor esperado asociado con una táctica de control específico. La táctica que presente un mayor valor esperado será la preferida por el agricultor siempre y cuando, él esté dispuesto a absorber el valor mínimo que pueda ocurrir. En el Cuadro 3, se presenta un ejemplo donde se evaluaron dos alternativas en el manejo de Phytophthora infestans en papa; atomizar y no atomizar. Hay dos eventos posibles, un ataque ligero de la enfermedad y uno intenso. El valor esperado es la suma de las probabilidades de cada evento multiplicado por el resultado, ingreso neto. El mayor valor esperado en este ejemplo, da la táctica de no atomizar donde, el agricultor recibirá el promedio de \$1.440 por año. Sin embargo, dos de cada diez años él tendrá una pérdida de \$800. Si él no estuviera dispuesto a soportar o asimilar esa pérdida, entonces preferiría la alternativa de atomizar.

La importancia de la Información. La situación anteriormente descrita supone que el agricultor carece de información que le ayude a predecir algo sobre el evento. El no tiene manera de determinar la intensidad del ataque antes de que ocurra. Si contara con la información apropiada y supiera con anticipación la llegada de un ataque ligero, escogería la táctica que le señala un mayor ingreso neto, o sea la de no atomizar. Si por el contrario ocurriera un ataque intenso, la técnica escogida sería la de atomizar.

Se puede lograr que el agricultor mejore su toma de decisiones, proporcionándole información que le permita predecir o estimar con anticipación la posibilidad y el grado de severidad de un ataque. Monitoreos

CUADRO 3. Matriz de resultados monetarios, en dólares, del control de Phytophthora infestans en un campo de papas de 5 ha.

NO INFORMACION

INTENSIDAD DE INFESTACION	PROBABILIDAD	MEDIDAS ADOPTADAS	
		NO ATOMIZAR	ATOMIZAR
Ligera	0.8	2.000	1.300
Intensa	0.2	-800	500
Valor esperado		1.440	1.140

Fuente: Reichelderfer, K. H. et al. (1985).

INFORMACION: PREDICCIÓN DE UN ATAQUE INTENSO

INTENSIDAD DE INFESTACION	PROBABILIDAD	MEDIDAS ADOPTADAS	
		NO ATOMIZAR	ATOMIZAR
Ligera	0.5	2.000	1.300
Intensa	0.5	-800	500
Valor esperado		600	900

Situación modificada por el autor de la de no información.

regulares de las plagas permiten estimar la población de la plaga en el campo. Esta información con un criterio de decisión como el del umbral económico, permite determinar si la intensidad del ataque es suficientemente severa como para justificar en términos económicos la aplicación del control. Para muchas plagas, particularmente las enfermedades, el monitoreo es difícil por el problema de su diagnóstico o por el problema de su dinámica. En estas situaciones se deben identificar otros factores relacionados con la plaga que permitan predecir su ataque. Un ejemplo de esto es el uso de información sobre el clima para predecir la posibilidad del ataque de las enfermedades.

La disponibilidad de la información a los agricultores tiene el objetivo de cambiar sus probabilidades subjetivas sobre los eventos. En el Cuadro 3 se ve lo que podría ocurrir si se le presentara información al agricultor. El modificaría sus probabilidades subjetivas basado en la confianza que él tiene en la fuente de la información. En el ejemplo, hay una predicción de un ataque intenso de Phytophthora infestans. Después de la modificación de sus probabilidades, se ve que la táctica de atomizar le da el mayor ingreso neto esperado. No es que el agricultor conscientemente mida sus probabilidades y haga los cálculos, sino que él actúa como si realmente los hiciera.

En este ejemplo, la información le hizo cambiar su táctica de control. En las situaciones donde regularmente hay uso excesivo de plaguicidas, la disponibilidad de información puede causar una reducción en su uso y un aumento en el ingreso neto.

REFERENCIAS

- CARLSON, G.A. 1984. Risk Reducing Inputs Related to Agricultural Pests. Proceedings of a Seminar Sponsored by Southern Regional Project 5-180, New Orleans, Louisiana, March 1984. Dept. of Agricultural Economics, University of Illinois, AE-4579, pp. 164-75.
- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1984. Alternativa de Manejo para el Sistema Maíz-Maíz, Guácimo-Pocora, Costa Rica. Descripción y evaluación en fincas pequeñas. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- CHIARAPPA, L. (ed). 1971. Crop Loss Assessment Methods. FAO. Manual on the evaluation and prevention of losses by pests, diseases and weeds. Commonw. Agric. Bureaux, Farnham, England. (Looseleaf).
- FRENCH, J. B.; CALVO, G.A. 1988. Caracterización de la tecnología de producción de plátano por pequeños productores de San Carlos, Costa Rica y de Progreso Panamá. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica). No.10:28-38.
- _____; MESEGUER, M. 1986. Determinación de umbrales económicos: El método de presupuesto parcial. In Curso Intensivo "Estrategias Potenciales para el Manejo Integrado de Plagas", San Salvador, El Salvador, Proyecto MIP/CATIE, 15 p.
- HRUSKA, A.J.; ROSSET, P.M. 1987. Estimación de los niveles de daño económico para plagas insectiles. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica). No.5:30-44.
- ICAITI. 1977. An Environmental and Economic Study of the Consequences of Pesticide Use in Central American Cotton Production (Final Report). ICAITI Project No. 1412, Guatemala, Jan. 1977.
- PERRIN, R. K. et al. 1976. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos, un Manual Metodológico de Evaluación Económica. México D. F., CIMMYT. 54 p.
- REICHELDERFER, K.H. et al. 1985. Directrices económicas para la lucha contra las plagas en la agricultura. Estudios FAO. Producción y Protección Vegetal No.58. 32 p.
- TENG, P. S.; KRUPA, S. V. (eds.). 1980. Crop Loss Assessment. Proceedings of E.C. Stohman Commemorative Symposium Miscellaneous Publication. 7-1980. Agricultural Experiment Station, University of Minnesota.

LAS ARAÑAS: BIOLOGIA, HABITOS ALIMENTICIOS E IMPORTANCIA COMO DEPREDADORES GENERALIZADOS

Angel A. Chiri*

INTRODUCCION

Las arañas constituyen uno de los grupos de artrópodos terrestres más comunes prácticamente en todos los confines del globo. A pesar de su visibilidad y abundancia, este importante orden de depredadores es casi totalmente ignorado por una porción significativa de biólogos, fitoprotccionistas y agrónomos. Las arañas suelen suscitar temor, repulsión, e incluso aracnofobia en casos extremos. Aún entre los entomólogos, un número muy reducido demuestra algún interés en el grupo y, todavía son menos, aquellos que se han dedicado a su estudio. En América Latina, en términos generales los agrónomos y fitoproteccionistas sólo poseen conceptos vagos sobre las arañas y, a lo sumo, reconocen únicamente algunas de las especies más comunes. Esto contrasta con el creciente reconocimiento del importante papel que desempeñan como depredadores de plagas agrícolas en países como China, Las Islas Filipinas, Indonesia y Estados Unidos. El fin principal de este artículo es, por lo tanto, difundir algunas características importantes del comportamiento de las arañas y contribuir al mejor entendimiento del grupo, incluyendo al reconocimiento de su papel como depredadores de plagas insectiles.

CLASIFICACION

Las arañas pertenecen al orden Araneae, clase Arachnida, subfilo Chelicerata, filo Arthropoda. La clase Arachnida incluye otros órdenes afines como el de los alacranes o escorpiones y el de los ácaros. El orden Araneae comprende tres subórdenes, uno de los cuales está representado por una sola familia cuya distribución se limita al Asia. En el continente Americano, todas las arañas pertenecen a los subórdenes Orthognatha y Labidognatha. Estos subórdenes se distinguen principalmente con base en

*Entomólogo CICP-ROCAP, Apartado 10.053-1000 San José, Costa Rica.

la forma como se articulan y mueven las quelíceras y al número de pulmones lamelados existentes. En el suborden Orthognatha, las quelíceras se mueven en un plano paralelo al eje longitudinal de la araña y los pulmones lamelados son cuatro, mientras que en el suborden Labidognatha, las quelíceras se mueven en un plano más o menos transversal y los pulmones lamelados son sólo dos. Se distinguen las familias con base en diversas características morfológicas, tales como número y posición de los ojos (fórmula ocular), número de garras tarsales, presencia de espinas o setas especializadas, y muchas otras. Hasta la fecha se han identificado aproximadamente 30,000 especies de arañas a nivel mundial, las cuales se agrupan en unas 50 familias.

MORFOLOGIA Y FISILOGIA

Al igual que los demás arácnidos, las arañas tienen el cuerpo dividido en dos regiones, el cefalotórax y el abdomen. El cefalotórax se deriva de la unión del segmento cefálico y del torácico. En su exterior, esta región contiene por lo general ocho ojos simples u ocelos, un par de quelíceras, un par de enditas coxales, un par de pedipalpos, y cuatro pares de patas. El abdomen está unido al cefalotórax por medio de un delgado pedicelo y porta en su extremo posterior tres pares de espineretas u órganos hiladores. En el vientre y cerca a su extremo anterior se encuentra el surco epigástrico, el cual es una ranura transversal que contiene las aperturas de los pulmones lamelados. En las hembras también aparece el orificio genital. Internamente, el cefalotórax encierra el cerebro, el estómago succionador y los divertículos, mientras que el abdomen es depositario del corazón, los pulmones lamelados, las tráqueas, las glándulas secretoras de seda y, en las hembras, los ovarios.

Al alimentarse, la araña inyecta junto con el veneno que ayuda a subyugar a la presa, enzimas que en muchos casos, inician el proceso de digestión externamente. Algunas arañas trituran su presa con las quelíceras y las enditas coxales, a la vez que absorben todo el material líquido, dejando al terminar una masa compacta de material quitinoso, no digerible. Otras simplemente absorben el contenido líquido de su presa, dejando el exoesqueleto intacto y vacío. El material ingerido termina de

ser digerido en el estómago y luego es almacenado temporalmente en las ramificaciones del divertículo. Los desperdicios metabólicos de las arañas tienen un alto contenido de nitrógeno, y son compuestos de derivados de guanina. Este material líquido pasa al exterior por la cloaca o ano, situado cerca del extremo posterior del abdomen, en su superficie ventral y a corta distancia del primer par de espineretas.

El sistema de circulación de las arañas es abierto. La sangre, cuyo pigmento principal es hemocianina, circula a través del corazón tubular dorsal que mantiene el flujo sanguíneo mediante una serie de contracciones rítmicas. La mayoría de las arañas poseen dos diferentes sistemas respiratorios. El primero funciona por medio de uno o dos pares de pulmones lamelados. Estos órganos están constituidos por una serie de láminas o lamelas, dispuestas como las páginas de un libro y con cada "hoja" separada de las contiguas por medio de diminutos pilares, lo que permite la circulación del aire.

El segundo sistema respiratorio opera mediante un conjunto de tráqueas que se inicia en una sola apertura en la superficie ventral. Internamente, la tráquea es un tubo que se ramifica en forma progresiva en microtubos de un diámetro cada vez menor. El intercambio de gases se produce a nivel de los microtubos terminales.

LA SEDA Y SUS USOS

Las arañas producen la seda hasta por siete diferentes clases de glándulas y está constituida principalmente por la proteína denominada fibroína. La seda es secretada al exterior mediante tres pares de espineretas. Estas son pequeñas estructuras alargadas y móviles, situadas en el extremo posterior del abdomen y que la araña emplea como los dedos de una mano para manipularla. La seda se produce en el estado líquido, pero se polimeriza y endurece al ser extraída mecánicamente por la propia araña, utilizando las patas traseras o simplemente pegando el material viscoso a cualquier superficie y alejándose inmediatamente, llevando a rastras la hebra. Las arañas utilizan diversos tipos de seda para realizar diferentes funciones.

Algunas familias, como Araneidae, Therediidae, y Agelenidae, dependen de las telas que tejen para capturar su presa. Estas telas pueden ser elaboradas con seda viscosa, seca o con ambas. Las arañas utilizan otros tipos de seda, generalmente seca y resistente, para construir sacos ovígeros, los cuales pueden tener una estructura bastante compleja y consistir de más de una envoltura. La seda también es utilizada para construir refugios temporales preparados por arañas cazadoras; refugios utilizados durante las mudas; refugios diseñados para proteger la progenie recién eclosionada; pequeñas telas cuya función es recibir la gota de esperma que el macho secreta y después absorbe con el palpo en preparación para la cópula; hebras rastra que las arañas siempre llevan consigo para mantener un contacto permanente con el substrato y, finalmente, las hebras que las arañuelas de muchas especies utilizan para desplazarse con la ayuda del viento.

VENENO

Con la excepción de la familia Uloboridae, todas las arañas poseen glándulas de veneno. Aparentemente hay otra familia en el Asia que carece de estas glándulas, pero no fue posible identificarla en la literatura disponible. Las secreciones glandulares son empleadas por las arañas para inutilizar o paralizar la presa, facilitar su captura y prevenir que ésta pueda agredir y hasta matar a la araña en sus esfuerzos por defenderse. También usa el veneno como medio para protegerse de los ataques de otros depredadores.

De las miles de especies que habitan el continente americano, son contadas aquéllas que pueden considerarse potencialmente peligrosas para el hombre. En Mesoamérica pueden considerarse de cuidado sólo aquellas de los géneros Latrodectus, (Therediidae), Phoneutria (Ctenidae), y Loxosceles (Loxoscelidae). El veneno de Latrodectus y Phoneutria tiene efectos neurotóxicos. La mordedura de Latrodectus mactans suele producir sudor, náusea, salivación, mareo y dolores abdominales. En ciertos casos pueden causar la muerte por asfixia al paralizar los músculos respiratorios en niños pequeños, ancianos y personas que padecen debilidad causada por alguna enfermedad, lo que muy rara vez ocurre. El veneno de

Loxosceles es principalmente hemolítico-necrótico, el cual causa destrucción local de tejido y pequeñas heridas que, de no recibir tratamiento médico oportuno, se extiende y profundizan por semanas y meses.

Loxosceles laeta, la especie más grande y venenosa del género, es común en las costas del Perú y Chile y se supone que se introdujo en forma accidental a varias localidades de los Estados Unidos y Centro América. Además del daño ya descrito, esta especie puede causar la muerte por hemorragias internas y obstrucciones renales debido a la acumulación de hemoglobina. Tanto Latrodectus mactans y L. geometricus como Loxosceles laeta están bien adaptadas para vivir en habitaciones humanas, sobre todo en rincones oscuros, detrás de cuadros, cartones, cajas y, en general, situaciones similares que ofrezcan seguridad. En el Brasil, la araña lobo Lycosa raptoria es también bastante venenosa, su mordedura produce una destrucción parcial de tejido, lo cual constituye una notable excepción en el género.

La vasta mayoría de las arañas son inofensivas para el hombre por varias razones. Su veneno puede ser poco ponzoñoso, o se produce en cantidades insuficientes para causar daño. También las quelíceras pueden ser demasiado pequeñas o débiles para perforar la piel humana, o simplemente porque su distribución, hábitos o poca abundancia no las pone en contacto con los seres humanos. La picadura de algunas arañas puede causar dolor o adormecimiento local y de corta duración, como en el caso de los géneros Chiracanthium (Clubionidae), Phiddipus (Salticidae), Araneus (Araneidae), Peucetia (Oxyopidae). Además, se conoce que Chiracanthium causa una leve destrucción de tejido.

HABITOS ALIMENTICIOS

Sin excepción, todas las arañas son carnívoras, y se les encuentra prácticamente en cualquier situación en donde puedan hallar presas, tales como en el follaje de las plantas, el suelo, la hojarasca y la basura orgánica, las grietas de las rocas, las cuevas, las habitaciones y otras construcciones humanas, las superficie de lagunas y en el caso de una especie, en moradas subacuáticas.

Son muchas y variadas las estrategias de las cuales se valen las arañas para capturar a su presa. Se pueden clasificar artificialmente las familias del suborden Labidognatha en dos grupos, de acuerdo a si utilizan o no una tela para capturar a su presa. Las arañas que tejen pasan la mayor parte de su vida dentro de los confines de su tela. Aquellas que se trasladan durante parte del día a refugios contruidos a corta distancia de la tela, mantienen un permanente contacto con ésta mediante una o más hebras de seda. Las telas son utilizadas para atrapar, detener temporalmente o confundir a sus presas, en especial a insectos. Típicamente, cuando una araña de la familia Araneidae detecta las vibraciones causadas por algún insecto atrapado en las hebras pegajosas de su tela circular, se le acerca cautelosamente hasta determinar su tamaño y vigor. Si el insecto es relativamente pequeño, la araña lo atrapa inmediatamente y comienza a devorarlo en el acto, o se lo lleva al centro de la tela para engullirlo. Si el insecto es grande y de cuidado, la araña procede a enredarlo con copiosas cantidades de seda, manipulada con habilidades con sus patas traseras.

Durante este proceso la araña inmoviliza la presa mediante rápidas mordidas. Cuando está bien envuelta e indefensa, la araña se la lleva al centro de la tela para devorarla, o si en el momento está saciada, simplemente la deja adherida a la tela hasta sentir hambre. Es común encontrar telas de araneidos adornadas con insectos completamente envueltos en seda, listos para ser devorados.

Las arañas de la familia Therediidae tejen un complejo laberinto formado con fuertes hebras pegajosas, el cual constituye una trampa muy eficiente para capturar insectos y otros artrópodos. Las telas de los tereidiidos más grandes, como Latrodectus spp. y Tidarren spp., enredan y detienen a escarabajos y langostas de buen tamaño. Al atacar, la araña termina de inmovilizar a su presa enredándola aún más con una seda pegajosa extraída y manipulada con rapidez con las patas traseras. Las telas de la familia Linyphiidae son construidas en un plano horizontal, tienen forma convexa, plana o cóncava pero son menos pegajosas y resistentes que las de la familia anterior.

La araña, que se mantiene suspendida debajo de su tela, ataca y captura rápidamente, desde abajo, a los pequeños insectos que caen sobre ésta. La familia Agelenidae, teje su tela con una seda seca, no pegajosa. Esta tela tiene la forma de una pequeña manta, construida en un plano horizontal o con una leve inclinación, que conduce a un refugio tubular, en forma de embudo, en donde permanece la araña. Por encima de esta tela, la araña construye un sistema de hebras entrecruzadas, cuya función es interceptar el vuelo de pequeños insectos, haciéndolos que caigan por un instante a la manta. Cuando esto sucede, la araña corre velozmente y atrapa a su presa sin darle tiempo para escapar.

Numerosas familias de arañas capturan su presa sin utilizar tela alguna. Sin embargo, sus hábitos de depredación son bastante variables. Las arañas lobo (Lycosidae) y errantes (Ctenidae), por ejemplo, son fuertes y activas cazadoras, con una visión excelente, persiguen con agilidad su presa, hasta atraparlas. Las arañas corredoras de las familia Clubionidae y Gnaphosidae, cuya visión es inferior a la de las dos familias anteriores, deben buscar activamente hacer contacto con su presa antes de proceder a atacarla velozmente. Las arañas saltadoras (Salticidae), dotadas de la mejor visión entre los artrópodos terrestres, comienzan por acechar a su presa, luego se les acercan lentamente, como lo haría un gato al cazar, y cuando están lo suficientemente cerca, dan un salto y caen sobre ella. Ciertas especies de arañas lince (Oxyopidae) tienen hábitos de depredación similares a los de Salticidae, pero otras, como los adultos de la araña lince verde, Peucetia viridans prefieren permanecer inmóviles, en alguna flor u hoja expuesta, esperando la proximidad de algún insecto para capturarlo. Las arañas cangrejo (Thomisidae) también sorprenden y emboscan a su presa. Normalmente, esta araña permanece en absoluta quietud por largos períodos en alguna flor, esperando a que algún insecto esté lo suficientemente cerca para atraparlo con un veloz movimiento de sus poderosas cuatro patas delanteras, mientras que con las traseras se aferra fuertemente a la planta.

LAS ARAÑAS EN EL CONTROL DE LAS PLAGAS INSECTILES

Debido a su gran abundancia y a que su dieta consiste casi exclusivamente de insectos, las arañas constituyen un importante factor de mortalidad de éstos. Su contribución al control natural de plagas agrícolas se está reconociendo cada día más en diversas partes del mundo, lo que a su vez ha motivado en los últimos años un creciente interés en el estudio del grupo.

Con algunas excepciones, las arañas son depredadores polífagos que capturan prácticamente todo lo que pueden atrapar sin riesgo de sí mismas, lo que no excluye insectos parasitoides, depredadores y polinizadores. Esto último, por sí sólo, no las hace perjudiciales. Las arañas han convivido armoniosamente con los insectos y otros artrópodos terrestres desde finales del Paleozóico, unos 300 millones de años, y han contribuido al equilibrio ecológico característico de los ecosistemas naturales. Los entomólogos dedicados al control biológico o al manejo integrado de plagas, por tradición, han prestado escasa atención a la acción y posible contribución de las arañas. Esto se debe en parte al reconocimiento de su inhabilidad para regular las poblaciones de un determinado insecto, justamente por ser depredadores polífagos e incapaces de responder numéricamente a los cambios de densidad poblacional de su presa.

Lo anterior también se explica porque la mayoría de las arañas tiene una sola generación por año y, por lo tanto, carecen de la capacidad para incrementar sus poblaciones en respuesta a un súbito aumento en la densidad poblacional de una determinada presa (respuesta numérica), tal como sucede con muchos insectos parasitoides y algunos insectos depredadores. Sin embargo, muchas arañas, sobre todo las que tejen, pueden aumentar hasta cierto punto su consumo de determinado insecto a medida que la abundancia de éste aumenta (respuesta funcional). También suelen capturar más insectos de los que pueden consumir, sobre todo cuando alguna especie es especialmente abundante, lo que provoca un resultado similar. Las telas de Araneidae y Theridiidae continúan atrapando insectos, aún después de que las arañas que las habitan están saciadas y ya no responden más a la presencia de nuevas presas. Los insectos más grandes y fuertes, logran escapar, los más pequeños y débiles, mueren adheridos a la

tela. A menudo, una araña saciada muerde, envuelve y "almacena" presas extras, aunque jamás llegue a consumirlas.

Debido a las características y limitaciones mencionadas, es improbable que cualquier especie de araña, por sí sola, pudiera llegar a "controlar" determinada especie de insecto plaga, dentro de un contexto económico. Tampoco resultaría práctico, al menos con la tecnología actual, intentar criarlas y liberarlas como agentes de control biológico. Sin embargo, se percibe una creciente evidencia de que el complejo de especies de arañas en muchos agroecosistemas, cuando actúan en conjunto, desempeña un papel importante en la conservación de un balance natural en la población insectil que también lo habita. En otras palabras, la comunidad de arañas actúa como un mecanismo de amortiguación, el cual contribuye a evitar desequilibrios que pudieran conducir al incremento excesivo de algunas especies de insectos.

Mientras mayor sea la diversidad y la abundancia de enemigos naturales, mayor tiende a ser la estabilidad en las poblaciones insectiles que habitan un determinado ecosistema y viceversa. De esto se infiere que aquellos cultivos relativamente perennes y menos alterados por prácticas agrícolas, tales como árboles frutales, cafeto y cacao, ofrecen condiciones propicias para la existencia de comunidades de arañas ricas en diversidad y abundancia, y los que más se benefician de su presencia.

Otros cultivos tales como el arroz (varios países asiáticos), el algodón (China), y la soya (Estados Unidos), soportan una amplia variedad de grupos de arañas. Muchos agroecosistemas, sin embargo, desaparecen periódicamente con la cosecha, lo que añadido a las actividades de labranza, deshierba, destrucción de rastrojos y otras prácticas culturales, causa la eliminación periódica de gran parte de la población de artrópodos depredadores que los habita. Aunque las arañas son buenos colonizadores, la corta duración de muchos cultivos, añadido al frecuente uso de insecticidas, no permite que éstas logren alcanzar el alto grado de diversidad y abundancia que es posible en cultivos más perennes. Sin embargo, es posible y sumamente deseable proteger tanto a las arañas como a los demás artrópodos benéficos, mediante la adopción de prácticas MIP y el uso

racional de plaguicidas, para así fomentar su proliferación y fortalecer su aporte al control natural de las plagas insectiles.

BIBLIOGRAFIA

- COMSTOCK, J.H. 1948. The spider book. Ithaca, Cornell University Press. 729 p.
- FOELIX, R.F. 1982. Biology of spiders. London. Harvard University Press. 306 p.
- HARWOOD, R.H. 1974. Predatory behavior of Argiope aurantia (Lucas). American Midland Naturalist 91:130-139.
- HOLLING, C.S. 1961. Principles in insect predation. Annual Review of Entomology 6:163-182.
- KASTON, B.J. 1972. How to know the spiders. Dubuque, Iowa, Brown, 272 p.
- LEVI, H.W. y LEVI, L.R. 1987. Spiders and their kin. New York, Golden, 160 p.
- PUTMAN, W.L. 1967. Prevalence of spiders and their importance as predators in Ontario peach orchards. Canadian Entomologist 99:160-170.
- ROBINSON, M.H. 1969. Predatory behavior of Argiope argentata (Fabricius). American Zoology 9:161-173.
- RIECHERT, S.E. y LOCKLEY, T. 1984. Spiders as biological control agents. Annual Review of Entomology 29:299-320.
- SAVORY, T.H. 1960. Spider webs. Scientific American 202:114-124.
- TURNBULL, A.L. 1960. The prey of the spider Linyphia triangularis (Clerck) (Araneae, Linyphiidae). Canadian Journal of Zoology 38:859-873.
- TURNBULL, A.L. 1973. Ecology of the true spiders (Araneomorphae). Annual Review of Entomology 18:305-348.
- WHITCOMB, W.H. 1974. Natural populations of entomophagous arthropods and their effect on the agroecosystem. In Maxwell, F.G. y Harris, F.A. Proceedings of the Summer Institute on Biological Control of Plant Insects and Diseases. Mississippi, Jackson University Press. pp 150-169.
- _____. 1980. Sampling spiders in soybean fields. In Kogan, M. y Herzog, D.C. Sampling methods in soybean entomology. New York. Springer-Verlag, pp. 544-558

Arañas tejedoras de telas circulares (Araneidae):

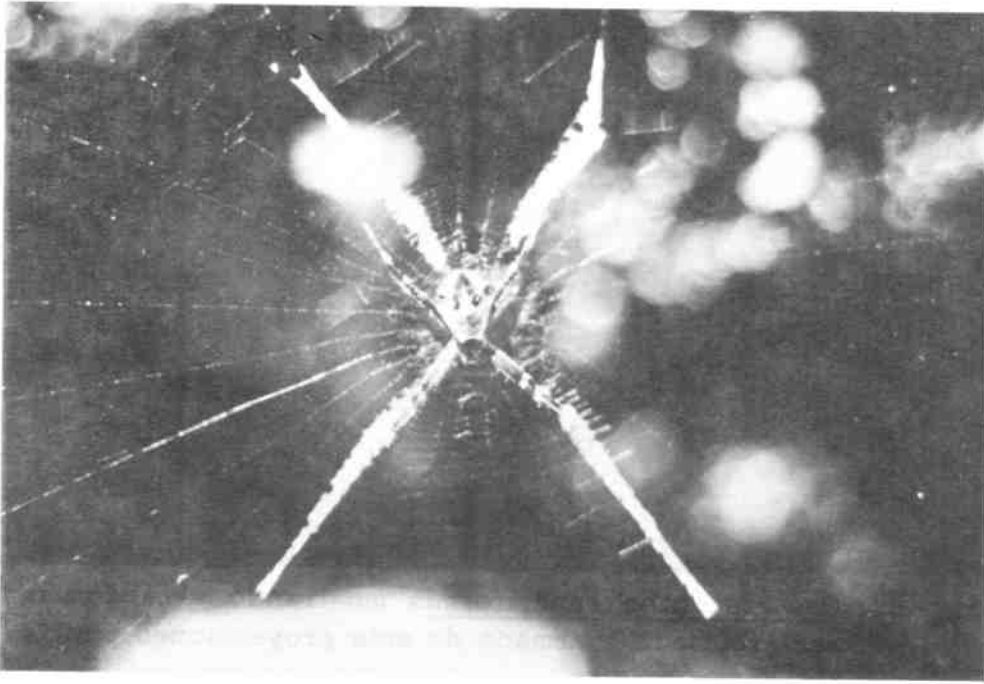


Fig. 1. Argiope argentata en el centro de su tela y en una posición que corresponde al stabilimentum en forma de aspa.

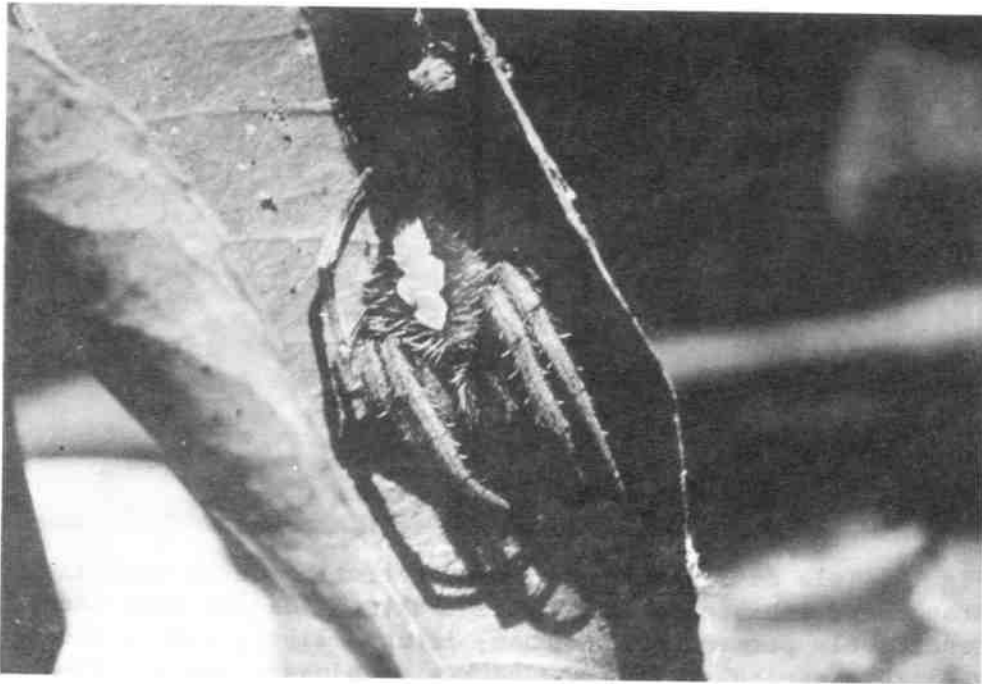


Fig. 2. Araneus sp. en un refugio cercano a su tela.



Fig. 3. *Gasteracantha cancriformis* mostrando el abdomen esclerotizado y armado de seis proyecciones puntiagudas.

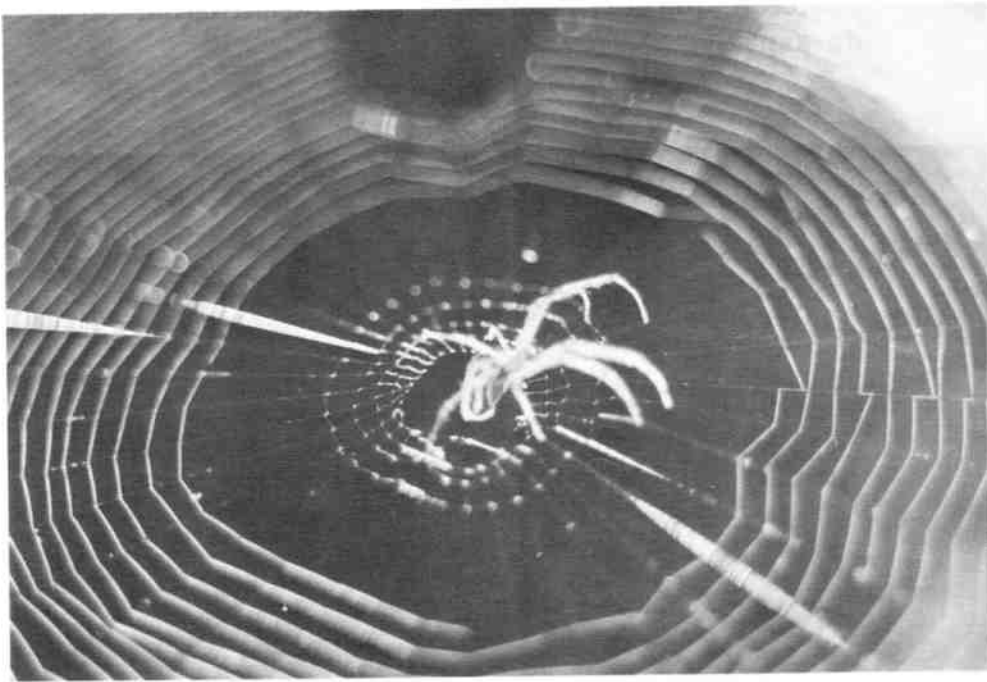


Fig. 4. Tela de *Leucauge* sp., característica de la familia Araneidae, exhibiendo la zona central, tejida con seda seca, donde suele permanecer la araña; la zona libre, que la rodea; y la zona espiral tejido con hebras pegajosas, que constituye la mayor parte de la tela.

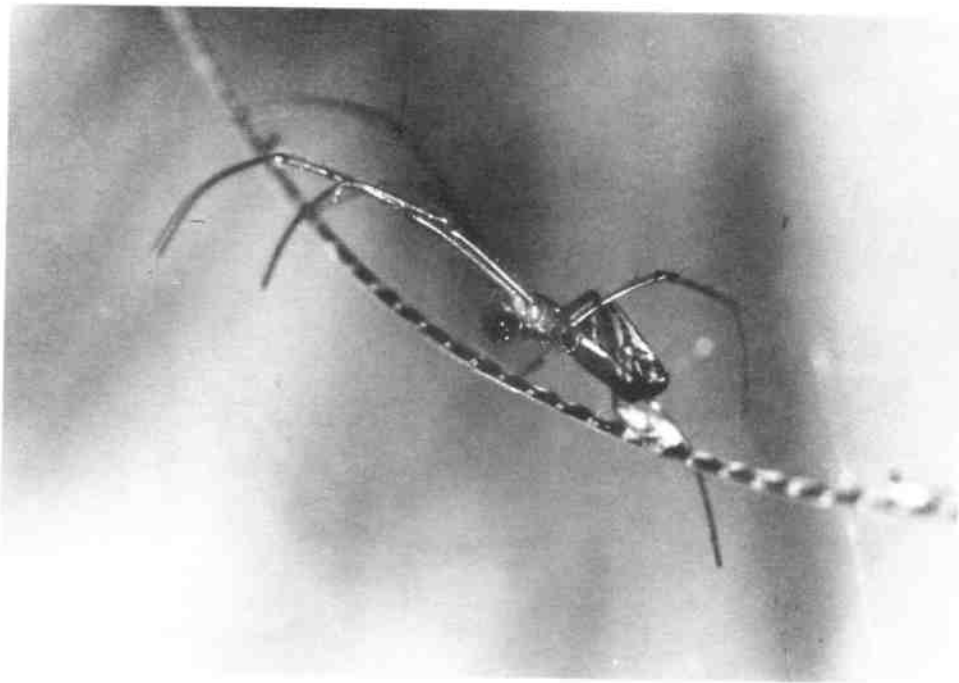


Fig. 5. Leucauge sp. mostrando el abdomen alargado y estrecho.

Arañas cazadoras y emboscadoras.



Fig. 6. Araña lobo, Lycosa sp. (Lycosidae).

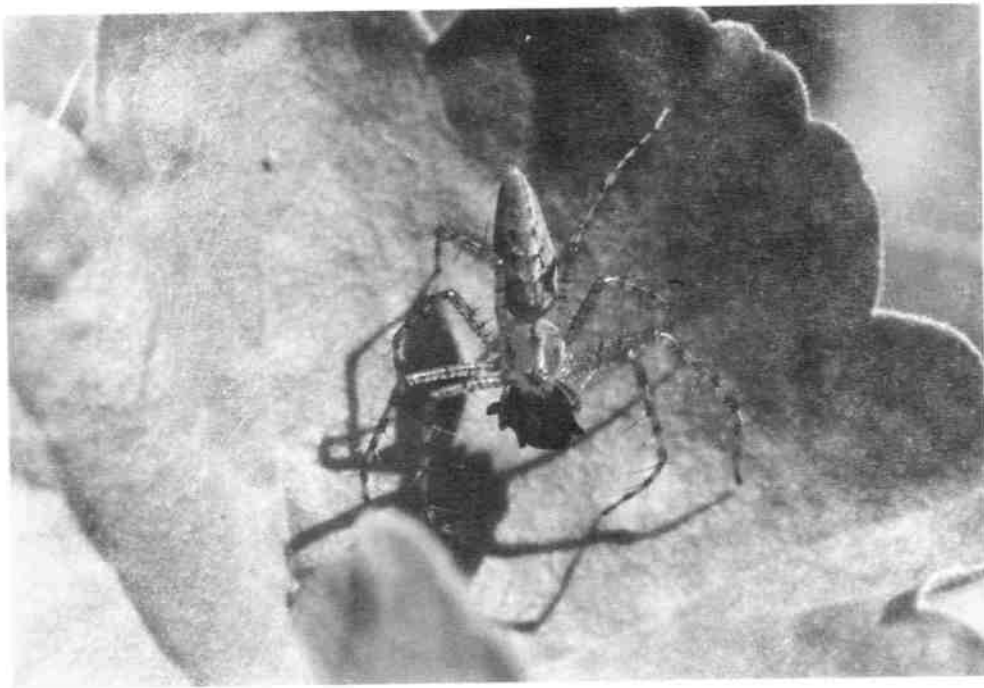


Fig. 7. Araña lince, Peucetia viridans (Oxyopidae).

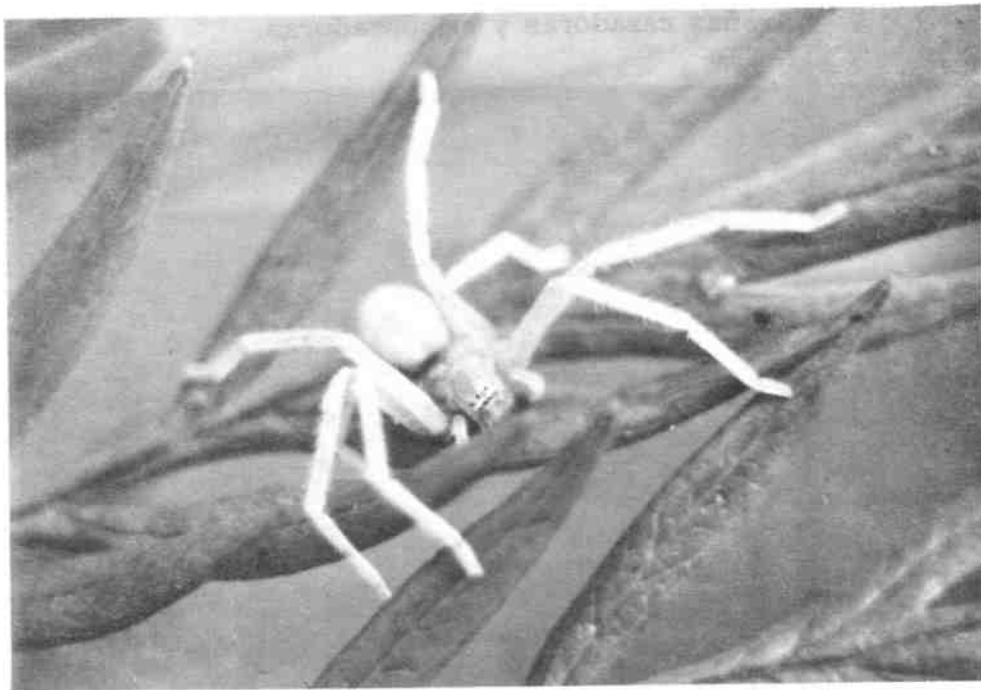


Fig. 8. Araña cangrejo gigante, posiblemente Olios sp. (Heteropodidae).

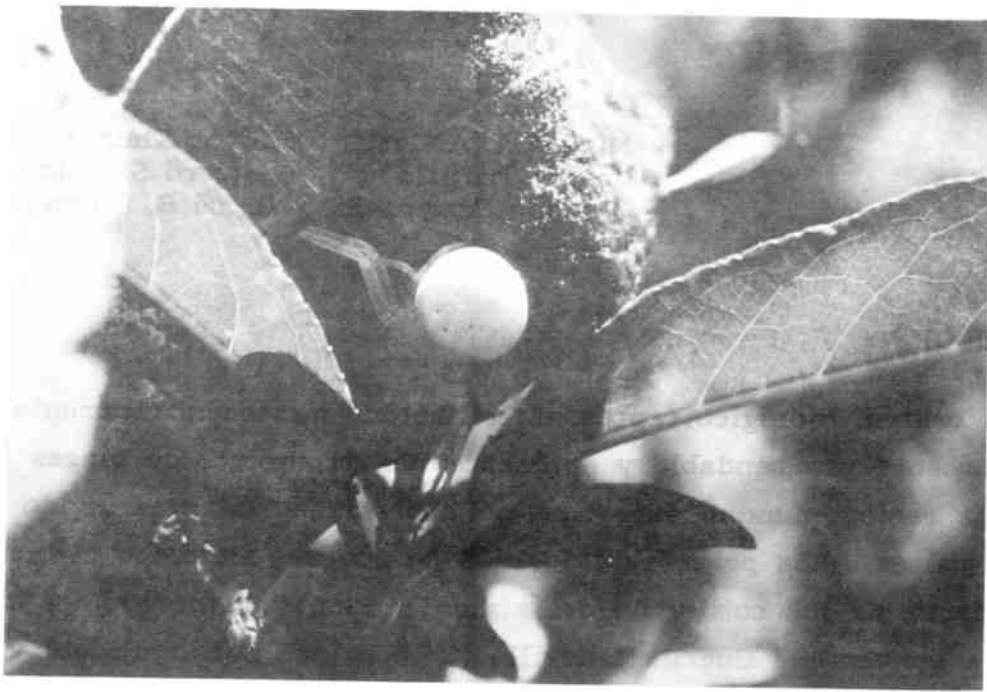


Fig. 9. Araña cangrejo, Misumenoides sp. (Thomisidae).

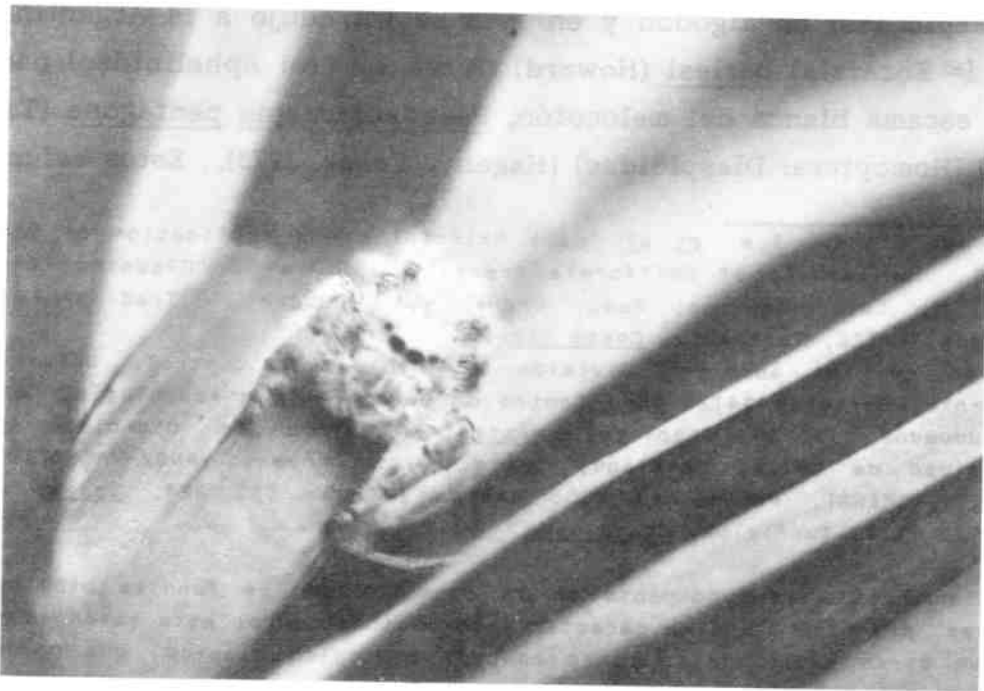


Fig. 10. Araña saltadora (Salticidae).

EL CONTROL BIOLÓGICO CLÁSICO EN AMÉRICA LATINA EN SU CONTEXTO HISTÓRICO*

Miguel A. Altieri** Carlos Klein-Koch
 Javier Trujillo Clifford S. Gold
 Luciano Campos S. José R. Quezada

INTRODUCCION

El control biológico representa el método más económicamente viable, ecológicamente recomendable y autosostenido de control de plagas insectiles en la región, aunque este tipo de control es aún restringido a unos cuantos países. Los primeros esfuerzos de control biológico clásico en la región datan de los comienzos del siglo veinte. Por ejemplo, en 1903 Hippodamia convergens Guérin-Meneville (Coleoptera: Coccinellidae) y Rhizobius ventralis (Erichson) (Coleoptera: Coccinellidae) se introdujeron a Chile provenientes de California para el control de insectos escamas (González y Rojas, 1966). En 1904 se introdujeron enemigos naturales al Perú para controlar la escama blanca Pinnaspis strachani (Cooley) (Homoptera: Diaspididae) en algodón y en 1908 se introdujo a la Argentina Prosopaltella (= Encarsia) berlesi (Howard) (Hymenoptera: Aphelinidae) para combatir la escama blanca del melocotón, Pseudaulacaspis pentagona (Targioni-Tozzetti) (Homoptera: Diaspididae) (Hagen y Franz, 1973). Estos esfuerzos se

* Tomado de: Fisher, T.W. et al (ds.) Principles and Application of Biological Control. University of California Press. Capítulo 32 "Classical Biological Control in Latin America; Past, Present and Future". Trad. O. Arboleda-Sepúlveda, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

**Filiación de los autores: Division of Biological Control, University of California, Berkeley 94720 USA; Centro de Entomología y Acarología, Colegio de Postgraduados, 56230 Chapingo, México; Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Chile, Santiago, Chile; GTZ, Convenio PNSV-MAG-GTZ, Quito, Ecuador; ICRISAT, Patancheru P.O. Andhra Pradesh 502 324, India; Proyecto MIP/CATIE 7170, Turrialba, Costa Rica.

N.T. Este trabajo se fundamenta en la consulta de las fuentes bibliográficas disponibles, principalmente de carácter internacional. Por esta razón se reconoce que faltan otras experiencias sobre control biológico clásico, que no han sido suficientemente difundidas o que permanecen en registros institucionales al alcance de grupos reducidos de expertos.

No obstante estas limitaciones, se considera que el trabajo estimulará a los expertos nacionales a compartir con sus colegas en forma regular, sus experiencias, resultados y avances a través de mecanismos de comunicación de mayor alcance.

complementaron con el establecimiento de insectarios especializados en México en 1928, Chile (La Cruz) en 1929 y más tarde en Perú (CICIU), Argentina (INTA-Castelar, CIRPON), Brasil, Colombia y Nicaragua.

La mayoría de los primeros trabajos en control biológico se concentraron en las plagas de los cítricos, en gran parte Homoptera, debido principalmente a que fueron los cítricos los que marcaron el comienzo de la historia del control biológico en 1888. Este trabajo se inició y recibió el apoyo de la Division of Biological Control University of California, Riverside, el cual fue por décadas un centro mundial para la cría y distribución masiva de enemigos naturales de las plagas de los cítricos. Otros esfuerzos se iniciaron más tarde en orden de magnitud decreciente, en caña de azúcar, manzana, melocotón, olivo, alfalfa, algodón y otros cultivos intensivos.

Los principales logros de la región en programas de control biológico clásico incluyen la mosca prieta de los cítricos Aleurocanthus woglumi Ashby (Homoptera: Aleyrodidae) en México y Centroamérica; el barrenador de la caña de azúcar Diatraea saccharalis (F.) (Lepidoptera: Pyralidae) en Cuba, Perú, Brasil y el Caribe; la escama harinosa, Icerya purchasi (Mask.) (Homoptera: Margarodidae) en Chile; el pulgón lanífero de la manzana Eriosoma lanigerum (Hausm.) (Homoptera: Aphididae) en Uruguay, Chile y Argentina; la escama negra, Saissetia oleae (Oliver) (Homoptera: Coccidae) controlada por Aspiditophagus (Metaphycus) lounsburyi (How.) (Homoptera: Encyrtidae) en Chile y Perú, y otras especies de escamas de la familia Pseudococcidae e insectos en diferentes países. (González, 1976; MacPhee et al. 1976).

Con la incursión de los insecticidas químicos después de la Segunda Guerra Mundial, el interés en el control biológico declinó notablemente por espacio de unas dos décadas en América Latina. Sin embargo, recientemente se despertó un entusiasmo por el control biológico, pero en esencia como una estrategia más del Manejo Integrado de Plagas, en vista de los costos ambientales asociados con muchos insecticidas organoclorados, y en atención a las restricciones impuestas por los Estados Unidos y Europa sobre los niveles de residualidad en productos exportables tales como carne,

legumbres y frutas, i.e. en 1981 más de 1,105,000 Kgs de carne de América Central fueron rechazados por los Estados Unidos.

EMPLEO DE LOS PLAGUICIDAS Y SUS CONSECUENCIAS

En el período 1980 a 1984 América Latina importó cerca de 430 millones de dólares en plaguicidas y se espera que esta suma se triplique durante los próximos diez años, especialmente en Brasil, México, Argentina y Colombia (Maltby, 1980). El uso de insecticidas organoclorados, con la excepción del endosulfuro, es posible que decline. Sin embargo el uso de organofosfatos, carbamatos y especialmente, los piretroides, crecerá considerablemente (Tabla 1). Es de notar que en los países de América Latina y el Caribe es mínima la formulación y la producción de plaguicidas a nivel local, por tanto estos países deben depender de la importación de la mayor parte de los plaguicidas químicos de países industrializados (González, 1976).

El cultivo de mayor inversión y uso de plaguicidas es el algodón, en América Latina, a razón de 6Kg por hectárea. Hace pocos años en El Salvador y Guatemala el 75% de los plaguicidas utilizados se dedicaban al algodón el cual recibía hasta 35 aplicaciones por estación. Tal excesivo número de tratamientos con plaguicidas generó serios problemas de salud pública, así como desequilibrios ecológicos. Cultivos de manzana y pera aún reciben entre 8 y 16 tratamientos por estación en los países del cono sur (Chile, Argentina, Uruguay y sur de Brasil) y la mayor parte de árboles frutales en países tropicales y subtropicales son fumigados rutinariamente para protegerlos contra la mosca de la fruta. Entre los cultivos hortícolas el tomate y la papa son considerados como los de mayor uso de plaguicidas (Maltby, 1980).

Se percibe en la región un interés generalizado sobre el impacto de los plaguicidas y sus residuos tóxicos en la salud pública y ambiental, sin embargo, hay comparativamente poca información disponible sobre las dimensiones de la contaminación ambiental (Burton y Philigene, 1984). Esta ausencia de datos ha conducido a algunos diseñadores de políticas, a creer que debido a la relativamente baja tasa de consumo de plaguicidas proyectada en la región, los plaguicidas no ocasionarán un considerable

deterioro ambiental o no afectarán seriamente el crecimiento continuo de la agricultura (Murdoch, 1980). La escasa información y datos disponibles, sin embargo contradicen este punto de vista (Leonard, 1986).

Entre 1971 y 1976 más de 19.000 envenenamientos con plaguicidas fueron registrados en América Central, la mayor parte de ellos en Guatemala y El Salvador. En países como Nicaragua más de 3000 casos de envenenamientos y alrededor de 400 muertes ocurrieron anualmente durante el período 1962-1972. En Costa Rica el promedio anual de envenenamiento con plaguicidas es de 550. Paration ha sido ampliamente reconocido como el responsable en la mayoría de los casos de intoxicación (Almeida y Pereira, 1963). Las concentraciones de organoclorados en la sangre humana, tejidos adiposos y leche materna han alcanzado niveles alarmantes en muchos países (ICAITI, 1977).

Los pocos estudios de monitoreo de plaguicidas conducidos en los ecosistemas del área, han confirmado básicamente aspectos similares a los observados en otros lugares. En las áreas de cultivo de algodón en Centro América, ha resurgido la malaria principalmente por el hecho de que los mosquitos vectores de la enfermedad han desarrollado resistencia a los plaguicidas (Leonard, 1986). Residuos de insecticidas organoclorados han sido detectados en peces y otras variedades de especies invertebradas, especialmente en estuarios y en las áreas cercanas a los cultivos de algodón (Giam *et al.* 1971). Hasta 1970 alrededor de 35 casos de resistencia a insecticidas habían sido ya detectadas, incluyendo plagas importantes de algodón, bananos y granos almacenados (González, 1976).

La tecnología de los plaguicidas químicos se ha expandido rápidamente en América Latina mientras que la capacidad de estos países para asegurar su uso efectivo y seguro se mantiene a un nivel mínimo. El uso de plaguicidas está creciendo velozmente, y los exportadores de los países industrializados están incrementando sus ventas a los países de América Latina. Muchos de los plaguicidas considerados demasiado dañinos para ser de uso no restringido en las naciones de occidente están siendo importados todavía en Latinoamérica. Ejemplos de esto incluyen DBCP, leptophos y BHC. Bajo la ley actual de algunos países productores de estos plaguicidas, es perfectamente legal para las compañías la exportación de estos

productos. Algunos países de la región no han implantado legislación alguna para regular la importación, su uso doméstico y las prácticas del deshecho de estos materiales plaguicidas. Aún contando con leyes, los gobiernos frecuentemente carecen de las infraestructuras y de los mecanismos requeridos para hacerlas cumplir. Además, muchos países rara vez cuentan con el personal médico y las facilidades necesarias para el diagnóstico y el tratamiento de casos de envenenamiento con plaguicidas. Los programas para el entrenamiento de agricultores sobre el uso correcto de plaguicidas y los métodos alternativos de control de plagas son a menudo inadecuados (Bottrell, 1984).

El creciente uso de los plaguicidas es estimulado por los subsidios que los gobiernos ofrecen a los agricultores, los cuales reducen los costos de estos productos y facilitan su suministro. En países tales como Honduras, Colombia y Ecuador, la tasa de subsidios puede llegar hasta el 45% del costo total al detalle (Repetto, 1985).

Estos subsidios son lo suficientemente generosos como para afectar la decisión de los agricultores en el uso de los plaguicidas. Al reducir el costo financiero, los subsidios levantan las ganancias netas esperadas de una voluminosa y más frecuente aplicación de plaguicidas, e induce a los agricultores a sustituir métodos de control de plagas no químicos por controles químicos. Al mismo tiempo, estos subsidios privan a los gobiernos de valiosas sumas de divisas y de fondos que podrían ser mejor utilizados en actividades de monitoreo, capacitación, regulación, investigación y extensión orientadas hacia la búsqueda y la adopción de métodos alternativos de control más seguros, efectivos y menos peligrosos.

La dinámica del uso de plaguicidas en América Latina debe ser considerada a la luz de la estructura social y económica del sector agrícola. Los dos principales sectores agrícolas dominantes son: Un sector de producción en gran escala, dedicado a la exportación de productos, con tecnología de altos insumos y a cargo de alrededor del 20% de productores que controlan cerca del 80% de la tierra. El otro sector compuesto por productores en pequeña escala dedicados a la producción de subsistencia y a la generación de productos de consumo local. Estos productores

constituyen alrededor del 80% del total de los agricultores pero controlan solamente el 20% de la tierra utilizando tecnología de bajos insumos.

Una apreciable proporción de este sector campesino se debate en la absoluta pobreza, alcanzando hasta un 50% en países tales como Paraguay, Venezuela, Perú, Honduras, Haití, Ecuador, Colombia, Bolivia y Brasil. Su acceso a la tecnología de altos insumos, tales como los plaguicidas, está altamente restringido debido a los costos, a pesar de las políticas de subsidios. Por ejemplo en México solo el 11% de los campesinos ha adoptado el uso de los plaguicidas, mientras que un 77% de los productores a gran escala si los han adoptado (Ortega, 1986). Claramente se advierte que la tecnología de los plaguicidas ha ignorado al productor en pequeña escala y beneficia mayormente al sector agrícola comercial dedicado al mercado de consumo inmediato y a los productores de exportación. Si los campesinos no adoptan los plaguicidas, usualmente no es por ignorancia, sino más bien porque la tecnología no responde a sus necesidades ni se ajusta a sus condiciones ecológicas y socioeconómicas (Chambers y Ghildyal, 1985).

PERFILES NACIONALES DEL CONTROL BIOLOGICO CLASICO

Argentina. De 1900 a 1979 se importaron 46 especies de enemigos naturales para controlar 21 especies de plagas. De estos 46 enemigos naturales importados, 18 se establecieron y 14 de ellos lograron un control parcial, mientras que cuatro alcanzaron un control completo. Siete de las 21 plagas principales destinadas al control biológico permanecen bajo este tipo de control. Entre las introducciones exitosas se pueden mencionar: Prospaltella (=Encarsia) berlesi contra la escama blanca del melocotón, Aphelinus mali (Haldeman) (Hymenoptera: Aphelinidae) contra el áfido lanígero de la manzana y Rodolia cardinalis (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) contra la escama harinosa (Icerya purchasi (Mask.).

Brasil. Relativamente pocos enemigos naturales han sido importados por el Brasil. Aphelinus mali, fue introducido en 1923 y logró un control sustancial del áfido lanígero de la manzana y P. berlesi logró un control completo de la escama blanca del melocotón en 1921. Se obtuvieron

resultados pobres con la introducción de Prorops nasuta Waterston (Hymenoptera: Bethyridae) y Tetrastichus giffardianus Silv. (Hymenoptera: Eulophidae) contra la broca del café Hypothenemus hampei (Ferris) (Coleoptera: Scolytidae) y la mosca del Mediterráneo Ceratitis capitata (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae), respectivamente (Clausen, 1978). Tres especies de tachinidos Lixophaga diatraeae (Townsend), Metagonistylum minense Townsend, y Paratheresia claripalpis (Wulp) han sido liberadas contra la broca de la caña de azúcar y aún se usa en las plantaciones. Apanteles flavipes (Cam.) (Hymenoptera: Braconidae) se introdujo y logró hasta un 62% de parasitación en la parte central de Brasil (Macedo, 1983). En 1978 se inició en el sur de Brasil un amplio programa de control biológico contra los áfidos de los cereales. Catorce especies de parásitos himenópteros y dos coccinelidos (Hippodamia guinguesignata Kirby (Coleoptera: Coccinellidae) y Coccinella septempunctata L. (Coleoptera: Coccinellidae)) fueron introducidos de Europa y Chile. Se observó buena adaptación e impacto significativo en Sitobium avenae (L.) (Homoptera: Aphididae) por Aphidius uzbekistanicus Luzhetski (Hymenoptera: Aphidiidae) y Aphidius raphalosiphi de Stephani (Homoptera: Aphidiidae), y en S. avenae y Metopolophium dirhodum (Walker) (Homoptera: Aphididae) por Praon volucre (Haliday) (Hymenoptera: Aphidiidae) (Gassen, 1983). Se han iniciado recientemente otros programas de investigación en yuca, soya, café y algodón.

Centro América. Los únicos casos registrados en esta región sobre control biológico clásico son aquellos relacionados directamente con la mosca prieta de los cítricos Aleurocanthus woglumi Ashby, la cual fue introducida a Panamá y Costa Rica en 1920. Eretmocerus serius fue introducido a Panamá y Costa Rica en 1931 y 1933-34 respectivamente (Clausen, 1978). A partir de esa fecha la plaga ha permanecido bajo un excelente control biológico (Elizondo, 1987). La mosca prieta también invadió El Salvador alrededor de 1965, pero fue completamente controlada mediante la introducción en 1971 de Encarsia opulenta (Quezada, 1974).

Chile. Igual que en el resto de América del Sur en los comienzos de 1900, Chile importó A. mali contra E. lanigerum y R. cardinalis contra I. purchasi, el cual controló también Icerya palmeri Riley y Howard (Homoptera: Margarodidae) (Hagen y Franz, 1973). En Chile entre 1903 y

1984, se introdujeron aproximadamente 66 especies de insectos benéficos contra varias especies de plagas de cultivos tales como cítricos, uvas, melocotones, manzanas y papas. De estas especies, 42 se adaptaron y establecieron. 60% de las plagas a ser combatidas están bajo control completo o sustancial; 38% de los depredadores y 24% de los parasitoides introducidos son responsables de que se haya mantenido este exitoso grado de control. Esfuerzos recientes realizados en La Cruz han generado un control substancial de la mosca blanca por Amitus spiniferus (Bréthes) (Hymenoptera: Platygasteridae); varias plagas de lepidópteros por Trichogramma sp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae); áfidos de alfalfa Acyrtosiphon pisum (Harris) (Homoptera: Aphididae) por Aphidius smithi Sharma y Subba Rao (Hymenoptera: Aphelinidae) y Pieris brassicae (L.) (Lepidoptera: Pieridae) por Apanteles glomeratus (L.) (Hymenoptera: Braconidae). Se estima que el control biológico de plagas tales como: Aonidiella sp. (Homoptera: Diaspididae) y varias especies de la familia Aphididae y la cochinilla purpúrea Lepidosaphes beckii (Newman) (Homoptera: Diaspididae) han ahorrado a la industria cítrica chilena aproximadamente US\$900.000 por año en costos de plaguicidas (González y Rojas, 1966; Zúñiga, 1985).

Colombia. En 1933, A. mali se introdujo de los Estados Unidos y se obtuvo un control completo de Eriosoma lanigerum. En Venezuela país limítrofe, R. cardinalis se introdujo en 1941 para el control de Icerya purchasi. Intentos recientes para controlar Diatraea saccharalis han incluido la introducción y la liberación masiva de la raza peruana de Paratheresia claripalpis Wulp. (Diptera: Tachinidae) la cual tiene un ciclo de vida más corto que la raza nativa (Hagen y Franz, 1973).

Cuba. El más importante logro de control biológico fue la introducción en 1930 del parásito Eretmocerus serius Silv. (Hymenoptera: Aphelinidae) contra la mosca prieta, la cual se constituyó en una plaga muy seria para los cítricos y otros árboles. Un completo control económico fue rápidamente logrado por medio de este parásito (Hagen y Franz, 1973).

México. En 1935 fue introducido y establecido E. serius contra la mosca prieta de los cítricos. En esta forma se controló la plaga

principalmente en las zonas húmedas. Posteriormente se hicieron búsquedas de parásitos en regiones semiáridas de Asia en donde se encontraron cuatro parásitos más lográndose su establecimiento. Tres de estos parásitos se volvieron dominantes tanto en las zonas húmedas como secas de México. Amitus hesperidium Silvestri (Hymenoptera: Platygasteridae) se convirtió en el parásito más efectivo, el cual fue ampliamente liberado en la época de los años cincuenta por el recientemente organizado Departamento de Control Biológico de Defensa Agrícola (Hagen y Franz, 1973).

Entre 1954 y 1955 se introdujeron varios parásitos desde Hawaii para controlar la mosca mexicana de la fruta Anastrepha ludens (Loew) (Diptera: Tephritidae) nativa de México. Se inició un programa de producción a gran escala y en el plazo de cinco años fueron liberados en el campo más de 7 millones de parásitos Aceratoneuromyia indica (Silv.) (Hymenoptera: Eulophidae). A. indica se estableció rápidamente alcanzando a veces niveles de parasitación de hasta un 80% y reduciendo el daño de la fruta en alrededor del 30% en Morelos, Oaxaca, Veracruz, Michoacán y otros estados (Clausen, 1978).

Liberaciones de Aphytis holoxanthus DeBach (Hymenoptera: Aphelinidae) contra la escama roja de la Florida Chrysomphalus aonidum (L.), se hicieron en Morelos en 1957 en donde las infestaciones de los cultivos de cítricos fueron reducidas drásticamente en el periodo de un año. Las liberaciones hechas en 1954, de Aphytis lepidosaphes Compere (Hymenoptera: Aphelinidae) contra la escama púrpura, también mostraron ser efectivas como control biológico (Clausen, 1978).

Perú. Como en muchos otros países, en Perú, el pulgón lanígero de la manzana fue controlado por A. mali, e I. purchasi por R. cardinalis. La escama negra fue controlada por tres parásitos importados de los Estados Unidos. El control biológico de la escama blanca del algodón por varios parásitos fue exitoso en el distrito de Piura, luego de algunos cambios en las prácticas de cultivo. En Perú se han registrado 12 casos exitosos de control biológico clásico contra una plaga de algodón, cinco plagas de cítricos, dos de olivo y una de alfalfa y caña de azúcar respectivamente (Aguilar, 1980).

Los más recientes estudios de caso ocurrieron en los años setenta con la introducción de Aphytis roseni DeBach (Hymenoptera: Aphelinidae) y Cales noacki Howard (Hymenoptera: Aphelinidae) contra Selenaspilus articulatus Morgan (Homoptera: Diaspididae) y Aleurothrixus floccosus (Maskell) (Homoptera: Aleyrodidae) respectivamente en cítricos. En esa década Aphidius smithi fue también introducida contra Acrythosiphon pisum (Harris) (Homoptera: Aphididae) en alfalfa. En el insectario nacional CICIU, la producción anual de Trichogramma alcanzó 131 millones de avispas en 1976, las cuales fueron distribuidas en alrededor de 1300 ha en una proporción de 100.000 avispas por ha (Klein-Koch, 1977).

En todos los países mencionados se han realizado más introducciones (i.e., contra la mosca de la fruta, el barrenador del café, la palomilla oriental de la fruta, etc.), sin embargo, no se encontró documentación sobre la escala de estas liberaciones o el impacto de estas liberaciones de enemigos sobre el daño causado por las plagas (Clausen, 1978).

En los países restantes los esfuerzos han sido muy limitados. Por ejemplo, en Uruguay la introducción de enemigos bien adaptados en países limítrofes logró un control completo de I. purchasi, y de la escama blanca del melocotón.

ESTUDIOS DE CASOS ACTUALES

Control biológico de áfidos de los cereales

Chile y Brasil. En 1972, se detectaron en Chile poblaciones de dos especies de áfidos en campos de cultivo de cereales (Sitobium avenae) y Metopolophium dirhodum). A pesar de la presencia de enemigos naturales de la zona, estos áfidos alcanzaron proporciones de violento crecimiento, lo cual ameritó la aplicación aérea de insecticidas sobre 120.000 ha de trigo. En 1975, los áfidos y los virus BYDV que ellos transmiten causaron una pérdida de alrededor del 20% de la producción normal de trigo (Zúñiga, 1986). En 1976 el gobierno chileno a través de su centro de investigaciones agrícolas - INIA en acuerdo con la FAO inició un programa de manejo integrado de plagas. Como parte de la estrategia de MIP, se introdujeron varios insectos afidófagos y parasitoides contra M. dirhodum y S. avenae.

Cinco especies de depredadores fueron introducidos de Africa del Sur, Canadá e Israel y nueve especies de parasitoides de la familia Aphidiidae y Aphelinidae fueron traídas de Europa, California, Israel e Irán (Zúñiga, 1986). En 1975 fueron criadas masivamente y liberadas más de 300.000 Coccinellidae. De 1976 a 1981 más de cuatro millones de parasitoides se distribuyeron en todas las áreas cerealeras del país. Hoy las poblaciones de áfidos se mantienen por debajo del umbral económico por la acción de los agentes de control biológico (Zúñiga, 1986).

El éxito alcanzado en Chile, impulsó por el año de 1978, a los investigadores brasileños a introducir 14 especies de parásitos himenopteros y dos de coccinellidae. Alrededor de 3.8 millones de parásitos fueron liberados en todas las regiones productoras de trigo de Río Grande do Sul, Paraná y Santa Catarina. Se establecieron y se adaptaron eficientemente Aphidius uzbekistanicus contra Sitobium avenae; A. rhopalosiphi y Praon volucre impactaron S. avenae y M. dirhodum (Gassen, 1983). En 1981 los investigadores brasileños enviaron a la Argentina colonias de parásitos Ephedrus plagiator (Nees) (Hymenoptera: Aphidiidae) y Praon gallicum Stary (Hymenoptera: Aphidiidae), donde el personal del INTA en Castelar inició en su insectario las actividades de cría masiva y de liberación para el control de pulgones.

Control biológico del barrenador de la caña de azúcar

Brasil. Los países productores de caña de azúcar en América Latina, tradicionalmente han aplicado control biológico a las poblaciones de Diatraea saccharalis y D. flavipennella Box (Lepidoptera: Pyralidae) a través de liberaciones de parásitos taquinidos criados en masa dentro de insectarios particulares y gubernamentales. En Brasil se ha agregado un enemigo más, el parásito himenóptero Apanteles flavipes el cual se introdujo en 1974 de Trinidad y Tobago. Desde 1975 hasta 1982, se criaron masivamente más de un billón de hembras de A. flavipes y luego fueron liberadas en las regiones orientales de Brasil ubicadas entre las latitudes 0° y 25° (Macedo, 1983). Las tasas de parasitismo se incrementaron desde 18.8% el cual fue el nivel logrado por los parasitoides residentes, hasta el 26%, luego de la introducción de A. flavipes. La clave para el éxito de A. flavipes es que ataca la larva cuando aún es joven evitando así que se conviertan en

adultos voraces. Actualmente el nivel de daño de D. saccharalis se mantiene en un 5% más bajo de lo que se considera económicamente dañino.

Control biológico de áfidos de alfalfa

Argentina. En 1972 se introdujeron dos parásitos desde California: Aphidius smithi y A. ervi contra Acyrtosiphon pisum. Estas especies fueron criadas masivamente y liberadas, y a pesar de la presencia de hiperparásitos, se logró un control sustancial en muchas áreas. Hoy A. pisum no constituye un problema significativo en el cultivo de la alfalfa.

En 1976 otra plaga, el pulgón azul de la alfalfa Acyrtosiphon kondoi Shinji (Homoptera: Aphididae) fue detectado a través de Argentina ocasionando más daño que A. pisum. En 1978, se introdujeron a la Argentina Ephedrus plagiator y Aphidius ervi Haliday (Hymenoptera: Aphidiidae) las cuales fueron criadas masivamente en Anguil y distribuidas a través de las regiones productoras de alfalfa en el país (Crouzel, 1983).

CENTROS DE CONTROL BIOLOGICO

En América Latina hay relativamente pocos centros de investigación dedicados al control biológico. En la primera parte del presente siglo habían solo tres centros: el Insectario del INTA en Castelar, Argentina; la Subestación Experimental del INIA en La Cruz, Chile y el Centro de Introducción y Cría de Insectos Útiles (CICIU) en Lima, Perú. El USDA abrió en Argentina un laboratorio subsidiario de control biológico de malezas en Hurlingham, cerca de Buenos Aires, el cual aunque dedicado mayormente a estudios de cuarentena y selectividad de enemigos de malezas a ser introducidos a los Estados Unidos, patrocinó actividades que condujeron con éxito al control biológico del jacinto de agua Eichornia crassipes Solms. (Pontederiaceae) en la región de la Rioja. En 1970 la Universidad de Tucumán estableció en San Miguel de Tucumán el Centro de Investigaciones sobre Regulación de Poblaciones de Organismos Nocivos (CIRPON), un centro dedicado al control integrado y biológico de las plagas de los cítricos y de la soya. CIRPON también ofrece cursos regulares en MIP, control biológico y agroecología, con la participación de estudiantes graduados de todo el país.

En Brasil se establecieron cuatro laboratorios y 23 unidades multiplicadoras, a través del Programa Nacional de Mejoramiento de la Caña de Azúcar, para la producción masiva y la liberación de parásitos de Apanteles flavipes y taquinidos. La Empresa Brasileña de Investigación Agrícola, EMBRAPA, también estableció facilidades de insectarios y laboratorios en la parte sur de Brasil para apoyar el programa de control biológico de los áfidos de los cereales, iniciado a fines de los años 70.

En Colombia, plantaciones particulares de caña de azúcar han establecido insectarios sencillos para la producción masiva de parásitos Diatraea spp. y avispas de Trichogramma spp. En México el gobierno estableció un sistema nacional (CRIA) para la producción masiva de Trichogramma spp. y de otros organismos benéficos. En el resto de los países, grupos particulares u oficiales han iniciado pequeños esfuerzos para manejar problemas de plagas específicas. Ejemplos de estos son los proyectos en Venezuela contra la Diatraea spp. en caña de azúcar, lo cual dió como resultado un 50% en la reducción del daño luego de haberse introducido Metagonistylum minense Townsend (Clausen, 1978); las liberaciones de dos depredadores en la República Dominicana contra la escama del cocotero en 1937 (Gómez-Menor, 1937), y en Colombia contra la mosca del cipres (Drooz et al. 1977).

CONCLUSIONES

La tradición del control biológico en América Latina es larga y rica, especialmente en Chile, Argentina, Perú, Brasil, Colombia y México. El éxito temprano del control biológico de las plagas de los cítricos obtenido en California, abrió el paso a un número de introducciones en las áreas de cultivo de cítricos en el continente, promoviendo así un amplio interés en el control biológico. Posteriormente se realizaron otros proyectos tales como aquellos realizados en caña de azúcar, algodón, melocotones, olivos y trigo.

Debido a la crisis económica y al nivel de degradación ambiental en la región, los gobiernos deberían aumentar los esfuerzos en actividades de control biológico, así como diseñar programas específicos acordes con las necesidades del gran sector campesino, el cual no dispone del capital para

la adquisición de plaguicidas o para el establecimiento de insectarios. A este respecto los esfuerzos de varias organizaciones no gubernamentales que apoyan al campesinado en la adopción de tecnologías agrícolas alternativas (Altieri y Anderson, 1986) deberían promover el control biológico al nivel de comunidades campesinas empleando técnicas simples de cría masiva y liberación de enemigos contra plagas específicas.

En la tabla 2, se registra un número prevaeciente de plagas insectiles en América Latina, las cuales potencialmente son controlables mediante medidas de control biológico exitosas en otras partes del mundo, y algunas de ellas requieren mayor exploración en otros países a fin de lograr nuevos y más efectivos enemigos. Existe también un tremendo potencial para establecer intercambio de organismos benéficos entre instituciones de áreas que comparten recursos ecológicos similares. Por ejemplo, Chile y California comparten climas mediterráneos similares, sistemas de cultivos y algunos organismos plagas. Podría iniciarse por lo tanto un intercambio de enemigos naturales efectivos entre ambas regiones. Se presenta en la Tabla 2 una lista de organismos potenciales. Proyectos similares podrían ser propuestos entre las áreas tropicales de América Latina y la Florida, el Caribe y las regiones tropicales del sudeste de Asia.

La actual coyuntura económica y social de la región requiere de enfoques agrícolas que demanden bajos insumos. El control biológico clásico debería ser ante todo un esfuerzo para el desarrollo de una agricultura sostenible, complementado por esquemas de manejo del agroecosistema, éstos es, asociación de cultivos, rotación de cultivos, cultivos de cobertura, etc., lo cual no solo ayuda a los agentes de biocontrol a actuar más eficientemente, sino también a conservar el suelo y hacer que los agroecosistemas sean menos dependientes de fertilizantes, herbicidas y otros insumos químicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AGUILAR, P.G. 1980. Apuntes sobre el control biológico y el control integrado de las plagas agrícolas en el Perú. Rev. Peruana Ent. 23: 85-110.
- ALMEIDA, W.F. y PEREIRA, A.P. 1963. Paratons como principais responsáveis pelos casos accidentais de intoxicação por inseticidas de uso agrícola. O Biológico 29: 249-257.
- ALTIERI, M.A. y ANDERSON, M.K. 1986. An ecological basis for the development of alternative agricultural systems for small farmers in the Third World. Am. J. of Alternative Agriculture 1: 30-38.
- AMAYA, N.M. 1982. Investigación, utilización y resultados obtenidos en diferentes cultivos con el uso de *Trichogramma* en Colombia Sur América. In Les Trichogrammes. Ier Symposium International. Antibes, France. Institut National de la Recherche Agronomique pp. 131-137.
- BENNETT, F.D. 1971. Current status of biological control of the small moth borers of sugar cane *Diatraea* spp. (Lep: Pyralidae). Entomophaga 16(1):11-124.
- BENNETT, D. y STREET, G. 1984. The Commonwealth Institute of Biological Control in Integrated Pest Management programs in Latin America. In Allen, G. y Rada, A. (eds.). Proceedings of the International Symposium: The role of biological control in pest management. IOBC/WHRS, Santiago, Chile. Ottawa Univ. Press pp. 41-53.
- BOTTRELL, D.G. 1984. Government influence on pesticide use in developing countries. Insect. Sci. Applic. 5:151-155.
- BURTON, D.K. y PHILOGENE, B.J.R. 1984. An overview of pesticide usage in Latin America. A report to the Canadian Wildlife Service Latin American Program. Ottawa, Canada. 127 p.
- CASTINEIRAS, A.S. CASALLERO, REGO, G. y GONZALEZ M. 1982. Efectividad Técnica Económica del empleo de la hormiga *Pheidole megacephala* en el control del tsetse del boniato *Cylasformicarius elegantulus*. Ciencia y Técnica en la Agricultura. Protección de Plantas. Habana, Cuba pp. 92-98.
- CHAMBERS, R. y GHILDYAL, B.P. 1985. Agricultural research for resource poor farmers: the farmers, first and last model. Agricultural Administration 20:1-10.
- CLAUSEN, C.P. (Editor) 1978. Introduced parasites and predators of arthropod pests and weeds: a world review. Washington, D.C. USDA Agriculture Handbook 480. 545 p.
- CROUZEL, I.S. 1981. Biological Control in Argentina. In Allen, G. y Rada, A. (eds.) Proc. Int. Sym.: the role of biological control in pest management. IOBC/WHRS. Nov. 16-20, 1981. Santiago, Chile pp. 62-67.
- . 1983. El control biológico en la Argentina. Informe Final IX CLAZ, Perú. Arequipa, Perú. pp. 169-174.
- CUEVA, C.M. 1980. Estudio preliminar de las poblaciones de huevos de *Diatraea saccharalis* (F.) y sus parásitos naturales en la caña de azúcar. Rev. Per. Ent. 22(1):23-28.
- . AYQUIPA, A. y MESCUA, B.V. 1981. Estudios sobre *Apaniteles flavipes* (Cameron) introducido para controlar *Diatraea saccharalis* (F.) en el Perú. Rev. Per. Ent. 23:73-76.
- DEBACH, P. 1964. Biological control of insect pests and weeds. New York, Reinhold. 844 p.
- DROOZ, A.T.; HUSTILLO, A.E.; FEDDE, G.F. Y FEDDE, V.H. 1977. North American ~~egg~~ parasite successfully controls a different host genus in South America. Science 197:340-41.
- ELIZONDO, J.M. 1987. Identificación y evaluación de los enemigos naturales de la mosca prieta de los cítricos, *Aleurocanthus woglumi* Ashby (Homoptera:Aleyrodidae) durante un año en cuatro zonas agrícolas de Costa Rica. M.S. thesis. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 112 p.
- GÁLLO, D. 1980. Situación do controle biológico da broca da cana-de-açúcar no Brasil. Anais da Sociedade Ent. do Brasil. 9(2): 303-308.
- GASSEN, D.N. 1983. Controle biológico dos pulgões do triplo no Brasil. Informe Agropecuario 104:44-51.
- GERAUD, F.; PEREZ, G.; BOSCAN DE MARTINEZ, N. Y TERAN, J. 1977. La mosca prieta de los cítricos en Venezuela y su control biológico. In Memorias de la V reunión Nacional de Control Biológico y Sector Agropecuario Organizado. SAG. México pp. 17-24.
- GIAM, C.S. 1971. DDT, DDE and polychlorinated biphenyls in biota from the Gulf of Mexico and Caribbean Sea. Pesticides Monitoring Journal 6:139-43.
- GOMEZ-MENOR, J. 1937. Actividades de control biológico en la República Dominicana. Rev. Agr. 28:372-374.
- GONZALEZ, R.H. 1976. Plant protection in Latin America. PANS 22:26-34.
- . ROJAS, S. 1966. Estudio analítico del control biológico de plagas agrícolas en Chile. Agricultura Técnica (Chile) 26:133-147.
- HAGEN, K.S. y FRANZ, J.M. 1973. A history of biological control. In Smith, R.; Mittler, T.E. y Smith, C.N. (eds.), History of Entomology. Annual Reviews, Inc. Palo Alto, Ca. pp. 433-476.
- ICAITE. 1977. An environmental and economic study of the consequences of pesticide use in Central American cotton production. Guatemala. ICAITI Report 1412: 1-295.
- JIMENEZ, J.E. 1961. Resumen de los trabajos de control biológico que se efectúan en México para el combate de plagas agrícolas. Fitofo (México) 32:9-15.
- KLEIN KOCH, C. 1977. Consideraciones sobre la cría de entomofagos en Chile y Perú, especialmente contra la mosca blanca de los cítricos *Aleurothrixus floccosus* Mask. Boletín del Servicio de Defensa Contra Plagas e Inspección Fitopatológica v.3:101-109.
- LAING, J.E. y HAMAI, J. 1976. Biological control of insect pests and weeds by imported parasites, predators, and pathogens. In Huffaker, C.B. y Messenger, P.S. (edit.). Theory and Practice of Biological Control. New York, Academic Press pp. 685-743.
- LEONARD, H.J. 1986. Recursos naturales y desarrollo económico en América Central. IIED, Washington, D.C. 267 p.
- MACEDO, N. 1983. Controle biológico de pragas da cana de açúcar. Informe Agropecuario 104:20-23.
- MacPHEE, A.W.; CALTAGIRONE, L.E.; VAN DE VRIE, M. y COLLYER, E. 1976. Biological control of pest of temperate fruits and nuts. In. Theory and Practice of Biological Control. Huffaker, C.B. y Messenger, P.S. (eds.). New York, Academic Press. pp. 337-358.
- MALTBY, C. 1980. Report on the use of pesticides in Latin America. New York, UNIDO/IOD 353. 139 p.
- MURDOCH, W.W. 1980. The Poverty of Nations. Baltimore, The Johns Hopkins University Press, 382 p.
- OLIVA, A.J. 1961. Posibilidades de combate biológico de las plagas del algodón en la región agrícola del Valle de Mexicali. Fitofo 32:25-28.
- ORTEGA, E. 1986. Peasant Agriculture in Latin America. Santiago, Chile. CEPAL. 143 p.
- PLANALSUCAR. 1980. Programa Nacional del Melhoramento da cana de Açúcar. Brasil, Relatório Anual, 1979. 100 p.
- QUEZADA, J.R. 1974. Biological control of *Aleurocanthus woglumi* (Homoptera: Aleyrodidae) in El Salvador. Entomophaga. 19:243-254.
- REPETTO, R. 1985. Paying the price: pesticide subsidies in developing countries. World Resources Institute Research Report No.2.
- Reunión Nacional de Control Biológico. VII. (Memorias). Veracruz, México. CRIA-SARH. 1978. 41 p.
- RISCO, B.S.H. 1980. Biological control of the leaf frogopper *Mahanarva postica* Stål, with the fungus *Metarhizium anisopliae* in the State of Alagoas. International Society of Sugar cane Technologist, Entomology Newsletter no. 9, 10.
- ROCHE, R. y ABREAU, S. 1983. Control del picudo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus*) por la hormiga *Tetramorium guineense*. Ciencia de la agricultura. Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro Humboldt", Academia de Ciencias de Cuba pp. 38-45.
- SANCHEZ, N.F.; SALAZAR, M.A.; JIMENEZ, H. y RODRIGUEZ, R. 1979. Combate biológico del barrenador de la caña de azúcar. VII Reunión Nacional de Control Biológico. Veracruz, SARH. México pp. 19-20.
- SQUIRE, F.A. 1972. Entomological problems in Bolivia. PANS 18(3):
- ZUNIGA, E. 1985. Ochenta años de control biológico en Chile. Revisión histórica y evaluación de los proyectos desarrollados (1903-1983). Agricultura Técnica (Chile) 45:175-183.
- . 1986. Control biológico de los áfidos de los cereales en Chile. I. Revisión histórica y líneas de trabajo. Agricultura Técnica (Chile) 46:475-477.

CUADRO 1. Uso de insecticidas (1978) y proyección (1988) para América Latina (Maltby, 1980).

	1978	1988	% CAMBIO
	(Toneladas métricas de ingrediente activo)		
ORGANOCOLORADOS			
DDT	15988	11605	- 27.4
BHC	4920	4698	- 4.5
Aldrin	1141	925	- 18.9
Toxafeno	17338	11000	- 36.6
Endosulfan	1286	1682	+ 23.5
Endrin	1716	1377	- 19.8
Heptacloro	755	574	- 24.0
<u>Subtotal</u>	<u>43144</u>	<u>31861</u>	<u>- 26.0</u>
ORGANOFOSFORADOS			
Paration metílico	14274	17948	+ 25.0
Paration	7388	9029	+ 22.2
Malation	2856	3017	+ 5.6
Dimetoato	1907	2247	+ 17.8
Disulfoton	276	283	+ 2.5
Fenitroton	772	824	+ 6.7
Monocrotofos	3284	4467	+ 36.0
Fosfamidon	289	285	- 1.4
Clorporofos	814	781	- 4.1
Triclofon	1201	1550	+ 29.1
DDVP	318	404	+ 27.0
Azinfos	615	610	- 0.1
Metamidofos	1488	1874	+ 25.9
Profenfos	500	600	+ 20.0
Diazinon	255	220	- 13.7
<u>Subtotal</u>	<u>36237</u>	<u>44038</u>	<u>+ 21.5</u>
CARBAMATOS			
Carbaril	3463	4001	+ 15.5
Metomil	863	1007	+ 16.7
Carbofuran	680	764	+ 12.4
Aldicarb	147	150	+ 12.0
<u>Subtotal</u>	<u>5153</u>	<u>5922</u>	<u>+ 14.9</u>
PYRETOROIDES	39	150	+284.6
OTROS	4567	3996	- 12.5
TOTAL	<u>89140</u>	<u>85967</u>	<u>- 3.8</u>

CUADRO 2. Casos de proyectos de control biológico que fueron exitosos parcial, sustancial o completamente en América Latina.

AMERICA LATINA

País y cultivo	Plaga	Orden: Familia	Enemigo Natural	Orden: Familia	Origen	Grado(*) de éxito	Referencia
ARGENTINA							
Caña de azúcar maiz, sorgo	<u>Diatraea saccharalis</u>	Lepidoptera: Pyralidae	<u>Paratheresia claripalpis</u> Reinhard	Diptera: Tachinidae	Mexico via Peru, 1969	E,P	Crouzel, 1982
Cultivos extensivos	<u>Dichroplus elongatus</u> Blanchard <u>D. maculipennis</u> Blanchard <u>Schistocerca cancellata</u> Serville	Orthoptera: Acrididae	<u>Nosema locusta</u> " "	Microsporida: Nosematidae	USA, 1978	E	Crouzel, 1982
Alfalfa	<u>Acyrtosiphon pisum</u>	Hemiptera: Aphididae	<u>Aphidius smithi</u> <u>A. ervi</u>		India via USA, 1972; Libano via USA, 1972	E,S	Crouzel, 1982
Manzana	<u>Eriosoma lanigerum</u>	"	<u>Aphelinus mali</u>		USA via Uruguay 1920	E,C	Crouzel, 1982
Melocotón	<u>Pseudaulacaspis pentagona</u> <u>Grapholita molesta</u> (Busck)	Hemiptera: Diaspididae Lepidoptera: Olethreutidae	<u>Encarsia berlesei</u> <u>Macrocentrus ancylivorus</u> Rohwer	Hymenoptera: Braconidae	USA, 1908 USA, 1946	E,C E	Crouzel, 1982 Clausen, 1978
Frutales	<u>Ceratitis capitata</u>	Diptera: Tephritidae	<u>Aceratoneuromyia indica</u> (Silv.) <u>Biosteres (=Opis) longicaudatus</u> Ash.	Hymenoptera: Eulophidae Hymenoptera: Braconidae	India (Mexico, Costa Rica) 1961, 1973 Mexico, 1971	E,P E,P	Crouzel, 1982 "
	<u>Anastrepha fraterculus</u> (Wied.)		<u>Aceratoneuromyia indica</u> <u>Opis longicaudatus</u>		Mexico, 1961 (Mexico), 1961	E E	Clausen, 1978 "
Cítricos	<u>Icerya purchasi</u>	Hemiptera: Margarodidae	<u>Rodolia cardinalis</u>		Australia (Uruguay), 1929	E,C	Clausen, 1978
	<u>Aonidiella aurantii</u> (Maskell)	Hemiptera: Diaspididae	<u>Sphaerostilbe coccophila</u> <u>Aphytis yanonensis</u> Comp. <u>Aphytis melinus</u> <u>Comperiella bifasciata</u> How.	Hypocreaceae Aphelinidae " Hymenoptera: Encyrtidae	USA, 1900 China (USA, Chile), 1961 India, Pakistan (USA), 1966 China (USA), 1971	E,P E,P E,S E,P	Crouzel, 1982 " " "

(*)Grados de control:

C = Completo

E = Enemigo Natural Establecido

P = Parcial

S = Substancial

País y Cultivo	Plaga	Orden: Familia	Enemigo Natural	Orden: Familia	Grado(*) Origen de éxito	Referencia
América Central						
Varias frutas	<u>Ceratitis capitata</u>	Tephritidae	<u>Opius</u> spp.	Hymenoptera: Braconidae	P	Laing and Hamai, 1976
CHILE						
Papa	<u>Phthorimaea operculella</u> (Zeller)	Lepidoptera: Gelechiidae	<u>Apanteles subandinus</u> Blanch.	Hymenoptera: Braconidae	Argentina	S Bennett and Street, 1982
Varios	Aphids	Aphididae	<u>Adalia bipunctata</u> (L.)	Coleoptera: Coccinellidae	1940	E,P Gonzalez and Rojas, 1966
	<u>Tetranychus urticae</u> Koch	Acari: Tetranychidae	<u>Adalia bipunctata</u>			P Gonzalez and Rojas, 1966
	<u>Oligonychus yothersi</u> (McGregor)	"	"			"
	Several caterpillars		<u>Trichogramma achaeae</u> Nagajara & Nagarkatti	Hymenoptera: Trichogrammatidae	1969	S Bennett and Street, 1982
Cítricos y árboles de hoja caduca	<u>Quadraspidiotus perniciosus</u> Comstock	Homoptera: Diaspididae	<u>Encarsia (=Prospaltella) perniciosi</u> Tower	Hymenoptera: Aphelinidae	USA, 1958	E Clausen, 1978
			<u>Aphytis mytilaspidis</u> (LeBaron)	"	C.I.	P Gonzalez and Rojas, 1966
			<u>A. proclia</u> (Walker)	"	"	p
			<u>Coccidophilus</u> sp.	Coleoptera: Coccinellidae	"	p "
			<u>Microwesia</u> sp.	"	"	p "
Cítricos	<u>Icerya purchasi</u>		<u>Cryptochaetum iceryae</u> (Williston)	Diptera: Cryptochetidae	Australia, 1931	C Gonzalez and Rojas, 1966
	<u>Icerya palmeri</u>		<u>Rodolia cardinalis</u>		Australia, 1931	C DeBach, 1964
	<u>Pseudococcus gahani</u> Green	Homoptera: Pseudococcidae	<u>Coccophagus gurneyi</u> Comp.	Hymenoptera: Aphelinidae	Australia, 1936	S Gonzalez and Rojas, 1966
			<u>Hungariella (=Tetraneumus) pretiosa</u> (Timb.)	Hymenoptera: Encyrtidae	Australia	S "
	<u>Lepidosaphes beckii</u>		<u>Aphytis lepidosaphes</u>		China, 1951	S,P Gonzalez and Rojas, 1966
	<u>Aonidiella aurantii</u>		<u>Lindorus lophantae</u> (Blaisd.)	Coleoptera: Coccinellidae	Australia, 1931, China, 1957	P Gonzalez and Rojas, 1966
			<u>Aphytis lignanensis</u>	"	"	p
			<u>Coccidophilus citricola</u> Brethes	"	C.I.	p "
	<u>Planococcus citri</u> (Risso)	Homoptera: Pseudococcidae	<u>Leptomastix dactylopii</u> How.	Hymenoptera: Encyrtidae	1936	P Gonzalez and Rojas, 1966

Páís y Cultivo	Plaga	Orden: Familia	Enemigo Natural	Orden: Familia	Origen	Grado(*) de éxito	Referencia
Cítricos	<u>Unaspis yanonensis</u> (Kuwana)	Hemiptera: Diaspididae	<u>Aphytis</u> <u>lingnanensis</u>		Hong Kong (USA), 1976	E	Crouzel, 1982
	<u>Lepidosaphes</u> <u>beckii</u>	"	<u>Aphytis</u> <u>lepidosaphes</u>		China (USA), 1973	E	Crouzel, 1982
	<u>Chrysomphelus</u> <u>ficus</u> Ashmead	"	<u>Aphytis</u> <u>holoxanthus</u>	Hymenoptera: Aphelinidae	USA, 1970	E	Crouzel, 1982
BOLIVIA							
Maíz	<u>Heliothis</u> spp.	Lepidoptera: Noctuidae	<u>Apanteles flavipes</u>		1969	E	Squire, 1972
Caña de azúcar	<u>Diatraea saccharalis</u>		<u>Metagonistylum</u> <u>minense</u>		1669	E	Squire, 1972
Frutales	<u>Anastrepha</u> spp.		<u>Opius concolor</u> var <u>siculus</u> (Szépl.)	Hymenoptera: Braconidae	1969	E	Squire, 1972
			<u>Aceratoneuromya</u> <u>indica</u>	Hymenoptera: Eulophidae	"	E	"
			<u>Pachycrepoideus</u> <u>vindemiae</u> (Rond.)	Hymenoptera: Pteromalidae	"	E	"
BRASIL							
Caña de azúcar	<u>Diatraea saccharalis</u>		<u>Apanteles flavipes</u>		West Indies	S	Bennett and Street, 1982 Planalsucar, 1980
			<u>Metagonistylum</u> <u>minense</u>		Native	S	Gallo, 1980
			<u>Lixophaga diatraeae</u> Iowns.	Diptera: Tachinidae	Cuba	S	"
			<u>Paratheresia</u> <u>claripalpis</u>	"	Native	S	"
			<u>Myobiopsis diadema</u> (Wiedmann)		"	S	"
			<u>Mahanarva posticata</u> Stal	Hemiptera: Cercopidae	<u>Metarrhizium</u> <u>anisopliae</u>	Hyphomycetes	
		<u>Acnopolynema</u> spp.	Hymenoptera: Hymenidae		S	Plansucar, 1981	
Manzana	<u>Eriosoma lanigerum</u>		<u>Aphelinus mali</u>		Uruguay, 1923	S	DeBach, 1964
Melocotón	<u>Pseudaulacaspis</u> <u>pentagona</u>		<u>Encarsia</u> <u>berlesei</u>		USA, 1921	C	DeBach, 1964
Cítricos	<u>Lepidosaphes beckii</u>		<u>Aphytis</u> <u>lepidosaphes</u>		China	S-C	Laing and Hamaí, 1976

País y Cultivo	Plaga	Orden: Familia	Enemigo Natural	Orden: Familia	Origen	Grado(*) de éxito	Referencia
Algodón	<u>Alabama argillacea</u> (Hübner)	Lepidoptera: Noctuidae	<u>Trichogramma</u> <u>australicum</u> <u>I. pretiosum</u>			E,S	Amaya, 1982
						S	"
						E,S	Amaya, 1982
Manzana	<u>Eriosoma lanigerum</u>		<u>Aphelinus mali</u>		USA, 1933	C	DeBach, 1964

COSTA RICA

Cítricos	<u>Aleurocanthus woglumi</u>		<u>Eretmocerus serius</u> Silv.	Hymenoptera: Aphelinidae	Cuba, 1932	C	DeBach, 1964
Manzana	<u>Eriosoma lanigerum</u>		<u>Aphelinus mali</u>		USA, 1933, 1936	C	DeBach, 1964

CUBA

Papa	<u>Cylas formicarius</u> <u>elegantulus</u> (Summers)	Coleoptera: Curculionidae	<u>Pheidole megacephala</u> (F.)	Hymenoptera: Formicidae		S	Castineiras et al, 1982
Banano	<u>Cosmopolites sordidus</u> (Germar)	Coleoptera: Curculionidae	<u>Tetramorium guineense</u> F.			S	Roche and Abreu, 1983
Caña de azúcar	<u>Diatraea</u> spp.		<u>Lixophaga diatraeae</u>		Native	S	Bennett, 1971
Cítricos	<u>Aleurocanthus woglumi</u>		<u>Eretmocerus serius</u>		Asia, 1930	C	Laing and Hamai, 1976

ECUADOR

Cítricos	<u>Lepidosaphes beckii</u>		<u>Aphytis Lepidosaphes</u> <u>Encarsia</u> sp.			S S	Jimenez, 1961
Caña de azúcar	<u>Diatraea saccharalis</u>		<u>Paratheresia</u> <u>claripalpis</u>		Peru, 1964	S	Bennett, 1971

EL SALVADOR

Cítricos	<u>Aleurocanthus woglumi</u>	Homoptera: Aleyrodidae	<u>Encarsia opulenta</u>	Hymenoptera: Aphelinidae		C	Quezada, 1974
	<u>Lepidosaphes beckii</u>		<u>Aphytis lepidosaphes</u>		China	S-C	Laing and Hamai, 1976

BRITISH GUYANA

Caña de azúcar	<u>Diatraea saccharalis</u>		<u>Metagonistylum</u> spp.	Diptera: Tachinidae	Brazil, 1933	C	Bennett and Street, 1982
----------------	-----------------------------	--	----------------------------	------------------------	--------------	---	--------------------------

País y Cultivo	Plaga	Orden: Familia	Enemigo Natural	Orden: Familia	Origen	Grado(*) de Éxito	Referenci
			<u>Leptomestidea</u>	Hymenoptera:	Italia, 1931	P	Gonzalez and
			<u>ebnormis</u> (Grlt.)	Encyrtidae			Rojas, 1966
			<u>Coccophagus</u>		Australia, 1936	P	"
			<u>gurneyi</u>				
			<u>Cryptolaemus</u>	Coleoptera:	Australia, 1931	S	"
			<u>monstrouzieri</u>	Muls. Coccinellidae			
(?)	<u>Pseudococcus</u> <u>adonidum</u> L.	Homoptera: Pseudococcidae	<u>Cryptolaemus</u> <u>monstrouzieri</u>		Australia, 1931	S	Gonzalez and Rojas, 1966
	<u>Pseudococcus</u> sp.		<u>Chrysoperia</u> sp.	Neuroptera: Chrysopidae	Peru	S	Gonzalez and Rojas, 1966
			<u>Symphorobius</u> spp.	Neuroptera: Hemerobiidae	C.I.	S	
Manzana	<u>Eriosoma lanigerum</u>		<u>Aphelinus mali</u>		USA, 1921	C	DeBach, 1964
Melocotón	<u>Scolytus rugulosus</u> (Ratzeburg)	Coleoptera: Scolytidae	<u>Cheilopachus colon</u> L.	Hymenoptera: Cleonymidae	USA, 1915	P	Gonzalez and Rojas, 1966
Olivo y Cítricos	<u>Saissetia oleae</u>		<u>Metaphycus</u> <u>lounsbury</u>		Australia, 1941	P	Gonzalez and Rojas, 1966
			<u>Scutellista</u> <u>cyanea</u> Mots.	Hymenoptera: Pteromalidae	S.Africa, 1941	P	"
			<u>Metaphycus</u> <u>helvolus</u> (Comp.)	Hymenoptera: Encyrtidae	S.Africa, 1946, 1951	S, P	"
(?)	<u>Saissetia coffeae</u> (Walker)	Homoptera: Coccidae	<u>Metaphycus helvolus</u> <u>Lecaniobius utilis</u> Compere	Hymenoptera: Eupelmidae	S.Africa, 1946 USA via Peru, 1946	S P	Gonzalez and Rojas, 1966
COLOMBIA							
Maíz, Sorgo	<u>Spodoptera</u> spp.	Lepidoptera: Noctuidae	<u>Telenomus remus</u> Nixon	Hymenoptera: Scelionidae	1975	S	Bennett and Street, 1982
Maíz, Sorgo Caña de azúcar	<u>Diatraea saccharalis</u>		<u>Trichogramma</u> <u>perkinsi</u> Grlt.	Hymenoptera: Trichogrammatidae		S	Amaya, 1982
Frijol, Soya	<u>Heliothis</u> spp.		<u>Trichogramma</u> <u>pretiosum</u> Riley	Hymenoptera: Trichogrammatidae		S	Amaya, 1982
	<u>Anticarsia</u> <u>gemmatalis</u> Hübner	Lepidoptera: Noctuidae	<u>I. australicum</u> Grlt.	"		S	"
			<u>I. pretiosum</u>			S	Amaya, 1982
			<u>I. australicum</u>			S	"
Yuca	<u>Erinnyis ello</u> L.	Lepidoptera: Sphingidae	<u>I. perkinsi</u>			S	Amaya, 1982
			<u>I. australicum</u>			S	
Caña de azúcar	<u>Diatraea saccharalis</u>		<u>Lixophaga diatraeae</u>		Cuba	S	Bennett and Street, 1982
Tomate	<u>Scrobipalpula</u> sp.	Lepidoptera: Gelechiidae	<u>I. australicum</u>			S	Amaya, 1982

País y Cultivo	Plaga	Orden: Familia	Enemigo Natural	Orden: Familia	Origen	Grado(*) de éxito	Referencia
HAITI							
Cítricos	<u>Aleurocanthus woglumi</u>		<u>Eretmocerus serius</u>		Cuba, 1932	C	DeBach, 1964
JAMAICA							
Banano	<u>Cosmopolites sordidus</u>		<u>Plaesius javanus</u> Erich.	Coleoptera: Histeridae	Malaya, 1918	E	Clausen, 1978
Cítricos	<u>Aleurocanthus woglumi</u>		<u>Eretmocerus serius</u> <u>Encarsia opulenta</u> (Silvestri)	Hymenoptera: Aphelinidae	Cuba, 1932	C C	DeBach, 1964 Laing and Nanai, 1976
MEXICO							
Varios	Aphids	Hemiptera: Aphididae	<u>Hippodamia convergens</u>			E	Jimenez, 1961
Trigo	<u>Schizaphis (=Toxoptera) graminum</u> (Rondani)		<u>Hippodamia convergens</u>	"		C	Oliva, 1961
Alfalfa	<u>Therioaphis maculata</u> (Buckton)	"	<u>Hippodamia convergens</u> <u>Praon palitans</u> Mues. <u>Tryoxis utilis</u> Mues. <u>Aphelinus semiflavus</u>	Hymenoptera: Aphididae " Hymenoptera: Aphelinidae		E P P P	Oliva, 1961 Jimenez, 1961 " "
Caña de azúcar	<u>Diatraea</u> spp.		<u>Trichogramma pretiosum</u> <u>Chelonus</u> sp. <u>Trichogramma</u> spp.	Hymenoptera: Braconidae		E E S	Jimenez, 1961 " Sanchez et al, 1979
Algodón	<u>Trichoplusia</u> sp.	Lepidoptera: Noctuidae	<u>Trichogramma pretiosum</u>			E	Jimenez, 1961
Algodón	<u>Pectinophora gossypiella</u> (Saunders)	Lepidoptera: Gelechiidae	<u>Chelonus</u> sp.			E	Jimenez, 1961
	Aphids	Hemiptera: Aphididae	<u>Hippodamia convergens</u>			E	Oliva, 1961
Algodón, maíz, sorgo, trigo, arroz, frijol, soya, caña de azúcar	Noctuids		<u>Trichogramma</u> spp.			S	Anonymous, 1978
Frutales	<u>Anastrepha ludens</u>		<u>Opius</u> spp. <u>Aceratoneuromyza indica</u>		1954	S S	Jimenez, 1961 "

País y Cultivo	Plaga	Orden: Familia	Enemigo Natural	Orden: Familia	Origen	Grado(*) de éxito	Referencia	
Cítricos	<u>Aleurocanthus woglumi</u>		<u>Encarsia opulenta</u>		India, Pakistan 1949	C	Jimenez, 1961	
			<u>E. clypealis</u> (Silvestri)		"	S	"	
			<u>Amitus hesperidum</u>		"	S	"	
			<u>Eretmocerus serius</u>			P	"	
		<u>Aleurothrix floccosus</u>		<u>Amitus spiniferus</u>		USA, Mexico 1969	S	Leing and Kamae, 1976
		<u>Aonidiella aurantii</u>		<u>Encarsia</u> spp.			S	Jimenez, 1961
			<u>Aphytis chrysomphali</u>			S	"	
			<u>A. lingnanensis</u>			S	"	
			<u>Encarsia perniciosi</u>	Hymenoptera:		S	"	
			<u>Comperiella bifasciata</u>	Encyrtidae		S	"	
		<u>Cryosomphalus aonidum</u> (L.)	Homoptera: Diaspididae	<u>Aphytis lingnanensis</u>			S	Jimenez, 1961
	<u>A. holoxanthus</u>				S	"		
	<u>Pteroptrix smithi</u> (Compere)			Hymenoptera: Aphelinidae				
	<u>Encarsia</u> (=Prospaltella) <u>aurantii</u> (How.)				Native	S	"	
	<u>Pseudohomolopoda prima</u> (Girault)			Hymenoptera: Encyrtidae		S	"	
	<u>Lepidosaphes beckii</u>		<u>Aphytis lepidosaphes</u>			S	Jimenez, 1961	
		<u>Encarsia</u> sp.	"	Native	S	"		

Manzana	<u>Eriosoma lanigerum</u>		<u>Aphelinus mali</u>		USA	S	Jimenez, 1961	

PANAMA								
Caña de azúcar	<u>Diatraea saccharalis</u>		<u>Apanteles flavipes</u>			S	Bennett and Street, 1982	

Cítricos	<u>Aleurocanthus woglumi</u>		<u>Eretmocerus serius</u>		Cuba, 1932	C	DeBach, 1964 Clausen, 1978	

PERU								
Alfalfa	<u>Acyrtosiphum pisum</u>		<u>Aphidius smithi</u>		1973	S	Aguilar, 1980	

Caña de azúcar	<u>Diatraea saccharalis</u>		<u>Trichogramma fasciatum</u> (Perk.)	Hymenoptera: Trichogrammatidae		S	Cueva, 1978	
			<u>Apanteles flavipes</u>				Cueva et al, 1980	
			<u>Telemos brasiliensis</u> (Ashmead)					
			<u>I. sieto</u> Crawford	Hymenoptera: Scelionidae				

País y Cultivo	Plaga	Orden: Familia	Enemigo Natural	Orden: Familia	Origen	Grado(*) de éxito	Referencia
Algodón	<u>Aphis gossypii</u> Glover	Hymenoptera: Aphididae	<u>Hippodamia convergens</u>			S	Cueva, 1979
	<u>Pinaspis minor</u> Maskell	Homoptera: Diaspididae	<u>Aspidiotiphagous citrinus (Craw.) Archenophagus chionaspidis Aurivillius Microweisia spp.</u>	Hymenoptera: Aphelinidae " "	Barbados, Italy Japan, USA, 1904-1912	P P	Laing and Hamaï, 1976 "
				Coleoptera: Coccinellidae		P	"
Cítricos	<u>Chrysomphalus aonidum</u>		<u>Aphytis holoxanthus</u>	Hymenoptera: Aphelinidae	1965	S	Cueva, 1979
	<u>Aleurothrixus floccosus</u>		<u>Cales noacki</u>	"	1976	S	Cueva, 1979
	<u>Selenaspis articulatus</u>		<u>Aphytis roseni</u>	"	Kenya, 1971	S	Aguilar, 1980 Bennet and Street, 1982
	<u>Lepidosaphes beckii</u>		<u>Aphytis lepidosaphes</u>	"	China, 1958	S	Laing and Hamaï, 1976
	<u>Icerya purchasi</u>		<u>Rodolia cardinalis</u>		Australia, 1932	S	Aguilar, 1980
	<u>Saccharicoccus sacchari (Cockerell)</u>	Homoptera: Pseudococcidae	<u>Anagyrus saccharicola (Timb.)</u>	Hymenoptera: Encyrtidae	1970	S	Aguilar, 1980
Olivo y Cítricos	<u>Saissetia oleae</u>		<u>Metaphycus helvolus</u> <u>M. lounsburyi</u> <u>Scutellista cyanea</u> <u>Lecaniobius utilis</u>		1961 1937	S S	Aguilar, 1980 " DeBach, 1964
	<u>Saissetia coffeae</u>		<u>Coccophagous rusti</u> Comp. <u>Metaphycus helvolus</u>	Hymenoptera: Aphelinidae	1970 1961	S S	Aguilar, 1980 "
	<u>Eriosoma lanigerum</u>		<u>Aphelinus mali</u>		USA, 1922	C	DeBach, 1964
	<u>Pseudaulacaspis pentagona</u>		<u>Encarsia berleseï</u>		USA, Italy, 1909-1910	C	DeBach, 1964
	<u>Anastrepha striata</u> Schiner	Diptera: Tephritidae	<u>Ganaspis pellaranoi</u> (Brèthes)	Hymenoptera: Cynipidae	Argentina, 1942	S	Clausen, 1978

PUERTO RICO

Caña de azúcar	<u>Phyllophaga portoricencis</u>	Coleoptera: Scarabaeidae	<u>Bufo marinus</u>	Procoela: Bufidae (toad)		S-C	Laing and Hamaï, 1976
Cítricos	<u>Icerya purchasi</u>		<u>Rodolia cardinalis</u>		Australia (USA), 1932-33	C	DeBach, 1964
	<u>Lepidosaphes beckii</u>		<u>Aphytis lepidosaphes</u>		China	S-C	Laing and Hamaï, 1976

País y Cultivo	Plaga	Orden: Familia	Enemigo Natural	Orden: Familia	Origen	Grado(*) de éxito	Referencia
Papaya y Mora	<u>Pseudaulacaspis pentagona</u>	Hemiptera: Pseudococcidae	<u>Chilocorus cacti</u> L.	Coleoptera: Coccinellidae	Cuba, 1938	S	DeBach, 1964
URUGUAY							
Cítricos	<u>Icerya purchasi</u>		<u>Rodolia cardinalis</u>		Australia via Portugal, 1916	C	DeBach, 1964
Manzana	<u>Eriosoma lanigerum</u>		<u>Aphelinus mali</u>		DeBach, 1964		
Melocotón	<u>Pseudaulacaspis pentagona</u>		<u>Encarsia berleseii</u>		USA, Italy, 1912	C	DeBach, 1964
VENEZUELA							
Caña de azúcar	<u>Diatraea saccharalis</u>		<u>Metagonistylum minense</u>		Brazil	S	Bennett and Street, 1982
Cítricos	<u>Icerya purchasi</u>		<u>Rodolia cardinalis</u>		Australia(USA) 1941	C	DeBach, 1964
	<u>Aleurocanthus woglumi</u>		<u>Encarsia</u> sp.		(Mexico)	C	Geraud et al, 1977
Manzana	<u>Eriosoma lanigerum</u>		<u>Aphelinus mali</u>		USA, 1941	P	DeBach, 1964

CUADRO 3. Algunas plagas insectiles de los cultivos en América Latina que potencialmente pueden ser controlados con enemigos naturales.

PLAGA INSECTIL	ENEMIGO NATURAL POTENCIAL	REGION
<u>Aspidiotus destructor</u> Sign. (Homoptera: Diaspididae)	<u>Cryptognatha nodiceps</u> Marshall (Coccinellidae: Coleoptera)	Venezuela, Colombia
<u>Parlatoria oleae</u> Colv.	¹ <u>Aphytis maculicornis</u> (Masi) (Hymenoptera: Aphelinidae) y <u>Cocco- phagoides utilis</u> Doult (Hy- menoptera: Aphelinidae)	Argentina, Brazil
<u>Quadraspidiotus perniciosus</u> (Comst.) (Homoptera: Diaspididae)	<u>Prospatella perniciosi</u> Tower (Hymenoptera: Aphelinidae)	Cono Sur (Argentina, Chile, Uruguay)
<u>Unaspis citri</u> (Comst.) (Homoptera: Diaspididae)	<u>Aphytis lingnanensis</u> , Hong Kong race	Toda la región
<u>Ahis citricola</u> v.d. Goot (Homoptera: Aphididae)	*	Areas neotropicales
<u>Pseudococcus maritimus</u> (Erhorn) (Homoptera: Pseudococcidae)	¹ <u>Acerophagus notativentris</u> (Girault) (Hymenoptera: Encyrtidae)	Areas de cultivo de uvas
<u>Nezara viridula</u> (L.) (Heteroptera: Pentatomidae)	<u>Trissolcus basalis</u> (Woll.) (Hymenoptera: Scelionidae)	Areas tropicales
<u>Phoracantha semipunctata</u> F. (Coleoptera: Cerambycidae)	*	
<u>Geratitís capitata</u>	*	

* Se requiere exploración en otras regiones o países para la búsqueda de más enemigos naturales

¹ Enemigos ya establecidos en California

CUADRO 3. Algunas plagas insectiles de los cultivos en América Latina que potencialmente pueden ser controlados con enemigos naturales.

PLAGA INSECTIL	ENEMIGO NATURAL POTENCIAL	REGION
<u>Bemisia tabaci</u> (Cennadius) (Homoptera: Aleyrodidae)	*	
<u>Grapholitha molesta</u>	*	
<u>Scrobipalpula absoluta</u> Meyr (Lepidoptera: Gelechiidae)	*	Areas de cultivo de papa y tomate
<u>Epinotia aporema</u> Wals. (Lepidoptera: Olethreutidae)	*	Areas de cultivo de frijol, soya y alfalfa
<u>Empoasca</u> spp.	<u>Anagrus</u> spp (Hymenoptera: Mymaridae), <u>Gonatocerus</u> (Hymenoptera: Mymaridae)	América Central
<u>Epilachna varivestis</u> Muls. (Coleoptera: Coccinellidae)	<u>Pediobius foveolatus</u> Craw. (Hymenoptera: Eulophidae)	" "
<u>Diatraea saccharalis</u> (F.)	<u>Lixophaga diatraeae</u> <u>Apanteles flavipes</u>	" "
<u>Bucculatrix thurberiella</u> Busk. (Lepidoptera: Lyonetidae)	<u>Sympiesis</u> spp. (Hymenoptera: Eulophidae)	" "
<u>Anthonomus grandis</u> Boh. (Coleoptera: Curculionidae)	<u>Bracon kirkpatricki</u> Wilk. (Hymenoptera: Braconidae)	" "
<u>Ceratitidis capitata</u>	<u>Biosteres (=Opius)</u> spp.	" "
<u>Hypothenemus hampei</u> Ferr. (Coleoptera: Scolytidae)	<u>Prorops nasuta</u> Waterson <u>Heterospilus coffeicola</u> Schm. (Hymenoptera: Braconidae), <u>Ceraphron</u> sp. (Hymenoptera: Ceraphronidae), <u>Cephalonomia stephanoderes</u> Betrem (Hymenoptera: Bethyidae)	" "
<u>Selenaspis articulatus</u> Morg. (Homoptera: Diaspididae)	<u>Aphytis roseni</u>	" "
<u>Unaspis citri</u>	<u>Aphytis lingnanensis</u> , <u>Telsimia</u> sp. (Coleoptera: Coccinellidae)	América Central
<u>Aspidiotus destructor</u>	<u>Cryptognatha nodiceps</u> Marshall (Coleoptera: Coccinellidae)	" "
<u>Vaginulus plebeius</u> Fischer (Mollusca: Vaginulidae)	<u>Antichaeta</u> spp. (Diptera: Tachinidae)	" "
<u>Spodoptera frugiperda</u> (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)	<u>Telenomus remus</u>	" "
<u>Cosmopolites sordidus</u> (Germar) (Coleoptera: Curculionidae)	<u>Plaesius javanus</u> Er. (Diptera: Tachinidae)	" "
<u>Nezara viridula</u>	<u>Trichopoda pennipes</u> (F.) (Diptera: Tachinidae), <u>Trisolcus basalis</u> (Woll.) (Hymenoptera: Scelionidae)	" "
<u>Aleurocanthus woglumi</u>	<u>Prospaltella clypealis</u> Silv. (Hymenoptera: Aphelinidae) <u>Amitus hesperidum</u> <u>Eretmocerus serius</u>	" "
<u>Rhynchophorus palmarum</u> L. (Coleoptera: Curculionidae)	<u>Sarcophaga nonata</u> (Diptera: Sarcophagidae), <u>Parathesia (=Parabillaea) rhynchophoreae</u> (Blanchard) (Diptera: Tachinidae)	" "
<u>Plutella xylostella</u> (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae)	<u>Diadegma cerophaga</u> (Thomson) (Hymenoptera: Ichneumonidae)	" "
	<u>Diadromus collaris</u> (Wesmael) (Hymenoptera: Ichneumonidae)	" "

* Se requiere exploración en otras regiones o países para la búsqueda de más enemigos naturales
 † Enemigos ya establecidos en California

FE DE ERRATAS:

Calvo Domingo, G.; Pacheco, A.B.; French, J.B.; Alvarado, E. 1989. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No.11 p. 36.
Reemplazar Cuadro No.2

CUADRO 2. Promedio de beneficios netos y costos variables por criterios de decisión y por tipo de insecticida aplicado.

	Aspersiones calendarizadas			Control supervivado
	Tres días	Cinco días	Ocho días	
Beneficios netos	1612.58	2141.59	2625.28	2638.95*
Costos variables	1047.02	1065.72	678.19	493.12
	Insecticidas			
	Azinfos-metil.	Malation + Propoxur	Cyflutrin	Malation/ Metil-paration
Beneficios netos	1173.92	2373.7	2419.6	2552.0*
Costos variables	1075.26	1170.2	830.3	608.1

*Tratamientos no dominados.