

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

Marzo, 1990

REVISTA DEL PROYECTO MIP/CATIE

No. 15



Programa
de
Mejoramiento
de Cultivos
Tropicales



Centro
Agronómico
Tropical
de Investigación
y Enseñanza

Turrialba, Costa Rica

CATIE - CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
Dr. Rodrigo Tarté, Director General

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

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

El Proyecto Regional MIP de CATIE ofrece varios servicios especializados de información tales como: la Revista "Manejo Integrado de Plagas" el "Boletín Informativo MIP"; el servicio de alerta informativa "Páginas de Contenido MIP" y búsquedas específicas en las bases de datos del Proyecto.

Consultas relacionadas con el Proyecto y sus servicios, así como sus aportes, sugerencias y material a ser difundido a través de estos mecanismos de transferencia del MIP pueden hacerse llegar a las siguientes direcciones:

Grupo de Apoyo a los Servicios de Información en la Región

MIP/CATIE

7170 Turrialba, Costa Rica

Teléfono: 56-16-32

Telex: 8005 CATIE C.R.

Fax: (506) 56-15-36

Elkin Bustamante, Ph.D.
Fitopatólogo

Nahúm Marbán, Ph.D.
Nematólogo

Ramiro de la Cruz, Ph.D.
Especialista en Malezas

Philip Shannon, M.Sc.
Entomólogo

Mario Pareja, Ph.D.
Coordinador de
Proyección Externa

Dr. David Monterroso, Coordinador
Proyecto MIP/CATIE

Apartado 76-A

Guatemala, Guatemala

Teléfono: 34-77-90 ó 37-23-58

Fax: 340511

Dr. Keith L. Andrews, Líder
Proyecto RENARM/Protección Vegetal

Escuela Agrícola Panamericana

Zamorano. Apartado Postal 93

Tegucigalpa, Honduras

Teléfono: 33-31-73 (Zamorano);

32-43-17 (Tegucigalpa)

Telex: 1567 EAP-ZAM MO.

Fax: 504-328543

Procesamiento y Transfe-
rencia de Información

Orlando Arboleda, M.Sc.
Especialista en Información

Laura Rodríguez, Lic. Bibl.
Asistente de Documentación

Dr. Peter Rosset, Coordinador

Dr. Enrique Torres, Fitopatólogo

Dr. Charles Staver, Especialista en Malezas

Proyecto CATIE/MIDINRA-MIP

Managua, Nicaragua

Teléfono: 51443 ó 51757

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

Marzo, 1990

REVISTA DEL PROYECTO MIP/CATIE

No. 15

CONTENIDO

	Pág.
INFORMES DE INVESTIGACION	
Competencia de caminadora <i>Rottboellia cochinchinensis</i> en cultivos de frijol rojo <i>Phaseolus vulgaris</i> L.	1- 12
Marcos Ulloa F., Secretaría del Estado de Agricultura, Santo Domingo, República Dominicana Ramiro de la Cruz, MIP/CATIE, Turrialba, Costa Rica	
La pudrición de la espiga de la caminadora, <i>Rottboellia cochinchinensis</i> , su etiología y posible uso como agente de combate biológico	13- 23
José M. Jiménez; Elkin Bustamante, MIP/CATIE, Turrialba, Costa Rica Rogelio Gómez, Ingenio Pantaleón, Guatemala Mario Pareja, MIP/CATIE, Guatemala	
Estimación de pérdidas e identificación del geminivirus transmitido al tomate por la mosca blanca <i>Bemisia tabaci</i> Genn. (Homoptera:Aleyrodidae) en Costa Rica	24- 34
Peter Rosset, CATIE/MIDINRA-MIP, Managua, Nicaragua Róger Meneses, MIP/CATIE, Turrialba, Costa Rica Ramón Lastra, Posgrado/CATIE, Turrialba, Costa Rica William González, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica	
ENSAYOS Y NOTAS TECNICAS	
Los áfidos alados de la papa y su fluctuación poblacional en Costa Rica	35- 44
Róger Meneses R., MAG/CATIE, San José, Costa Rica Rodolfo Amador P., MAG, San José, Costa Rica	
GUIAS TECNICAS Y PROCEDIMIENTOS	
Monitoreo de áfidos y su relación con el programa de semilla de papa en Costa Rica	45- 52
Róger Meneses R., MAG/CATIE, San José, Costa Rica	
La sistemática aplicada al estudio de la biología de los parasitoides	53- 66
Paul Hanson, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica	
INFORMES Y ESTUDIOS SOCIOECONOMICOS	
Caracterización agro-económica de la fitoprotección en el cultivo del tomate, Valle Central de Costa Rica	67- 82
Gustavo Calvo Domingo; James B. French, MIP/CATIE, Turrialba, Costa Rica Nelson Kooper, MAG, Grecia, Costa Rica	
RESEÑA HISTORICA	
El control biológico de plagas, esfuerzos y logros en El Salvador	83-105
José Rutilio Quezada, Visalia, California, USA	



Turrialba, Costa Rica

COMPETENCIA DE CAMINADORA Rottboellia cochinchinensis EN CULTIVOS DE
FRIJOL ROJO Phaseolus vulgaris L.*

Marcos Ulloa F.**
Ramiro de la Cruz***

ABSTRACT

In the Dominican Republic 46 000 ha of red beans are grown annually with a mean yield of 800 kg/ha, however, this is not sufficient to meet national demand. Improved production techniques are needed and weed control is an important factor for consideration. In certain areas Rottboellia cochinchinensis (itchgrass) is the dominant species but the value of the losses it causes is unknown. Research was carried out to determine these losses in fields with high infestations using treatments giving five levels of control: chemical herbicide treatments, two manual weeding (commonly used by farmers) and three manual weeding to achieve greater Rottboellia control than is achieved with herbicides. The results indicated that certain chemical treatments selective to the crop and weed can favour Rottboellia dominance and can cause bean yield losses of up to 86%. The farmers' practice, two manual weeding, was not sufficient to eliminate Rottboellia competition and yields were reduced by 25% compared to the three weeding treatment. This also demonstrated Rottboellia's ability to produce several generations during the cropping cycle.

Key words: Rottboellia cochinchinensis (itchgrass), red beans, competition, dominance

INTRODUCCION

Las leguminosas, conjuntamente con los cereales representan un 42.5% del aporte diario de proteínas en la alimentación del pueblo dominicano, dentro de las cuales el frijol o habichuela roja (Phaseolus vulgaris L.) es un elemento básico (Díaz y Saladín 1979).

En República Dominicana anualmente se cultivan 46 000 ha de frijol rojo (variedades "Pompador checa" y "Constanza I") distribuidas en siete zonas productoras. La Zona Suroeste con 22 210 ha y la Central con 8 125 ha representan el 65% de la superficie total cultivada.

* Basado parcialmente en la tesis de maestría presentada por el primer autor en la Escuela de Posgrado del CATIE, Turrialba, Costa Rica.

** Secretaría de Estado de Agricultura, Santo Domingo, República Dominicana.

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

La producción nacional anual es de cerca de 36 800 toneladas métricas, con una productividad promedio anual de 800 kg/ha (Saladín 1981). Esta producción no satisface la demanda, por lo cual el país debe erogar divisas para la importación del grano faltante. El valor de las importaciones por este concepto, alcanzó la suma de US\$18.67 millones en el período 1985-1988.

Las fuentes consultadas señalan que, para alcanzar la autosuficiencia en este producto básico, es necesario aumentar los rendimientos mediante el mejoramiento de las técnicas de cultivo y particularmente en el manejo de las malezas.

En República Dominicana no se han encontrado datos cuantitativos, que reflejen con algún grado de precisión el volumen de pérdidas causadas por las malezas, bajo los actuales métodos de control aplicados en el cultivo del frijol rojo. Por tal razón, se decidió realizar el presente trabajo con el propósito de determinar la eficacia de los métodos de control usados por los productores de frijol y el efecto de esta práctica sobre la competencia de las malezas con el cultivo. La presente investigación realizada en la localidad de El Sisal, hace especial énfasis en conocer el valor competitivo de la Rottboellia cochinchinensis (cebadilla), especie que se ha convertido en la maleza dominante en muchos campos de productores de frijol rojo en el país.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se instaló en uno de los lotes del Centro de Investigaciones Aplicadas a Zonas Aridas (CIAZA), El Sisal, Azua, República Dominicana, localizado a 18° 23' de latitud norte y 70° 50' de longitud oeste. La altitud es de 25 m sobre el nivel del mar, la precipitación promedio anual de 369 mm y una temperatura media anual de 25.7°C.

El suelo donde se desarrolló el experimento es franco arcilloso, de buena permeabilidad, profundo, de origen aluvial, génesis reciente y de actividad biológica restringida, debido al bajo contenido de materia orgánica oxidable.

Se utilizó semilla de frijol rojo de la variedad "Pompador checa", sembrado a 0.50m entre hileras y 0.20 m entre plantas, con dos plantas por postura para una densidad de 200 000 plantas/ha.

En el área experimental, al igual que en muchos campos de productores de la región, la maleza dominante es la Rottboellia cochinchinensis (cebadilla) y en mucha menor densidad el Cyperus rotundus (junquillo). Esto se debe principalmente a que los tipos de herbicidas más corrientemente utilizados son selectivos a estas dos especies. (De la Cruz *et al.* 1987, Shenk y Fisher 1988). Esta situación de dominancia de una especie asociada con las prácticas agronómicas es frecuente en los sistemas agrícolas (Radosevich y Holt 1984).

En campos de pequeños productores, el dominio de las áreas de cultivos con malezas especialmente agresivas y en altas densidades, causan serios inconvenientes al agricultor y exigen métodos adecuados de manejo de la relación cultivo-maleza (Shetty y Krantz 1980, Sen 1987).

Conociendo entonces la respuesta de la población de las malezas, en campos dominados por la caminadora, a un grupo de herbicidas selectivos al cultivo de frijol, se propuso el empleo de algunos tratamientos, con los cuales se pretende obtener parcelas completamente dominadas por la cebadilla y otras donde existan diferentes grados de control, entre los cuales se incluye una parcela libre de la competencia de esta especie (Cuadro 1).

CUADRO 1. Descripción de los tratamientos.

Número	Tratamiento	Dosis herbicida (kg.ia/ha)	Número de desyerbas
1	D ₃ H ₀	0	3
2	D ₂ H ₀	0	2
3	D ₀ H ₃	0.94 Alaclor + 0.40 Linurón	0
4	D ₀ H ₁	2.62 Alaclor	0
5	D ₀ H ₂	0.80 Linurón	0

D₃H₀, pretende mantener el cultivo limpio durante la época crítica de competencia. El distanciamiento de las tres desyerbas es importante para lograr que el cultivo se libere de la competencia que pueda afectar su potencial de rendimiento. Sin embargo, infestaciones tardías pueden afectar los rendimientos por dificultades de cosecha o por pudrición de vainas.

D₂H₀, corresponde a la labor de control practicada por pequeños agricultores. Para determinadas poblaciones de malezas puede ser eficaz, ya que se logra eliminar o reducir al mínimo la competencia de las malezas. La época para realizar estas desyerbas es muy crítica para su eficacia y desafortunadamente en las condiciones del productor las lluvias interfieren con sus planes.

D₀H₃, la mezcla de estos dos herbicidas ha sido generalmente recomendada y usada por los productores en áreas donde existe una población mezclada de especies anuales mono y dicotiledóneas. Bajo estas condiciones, el tratamiento ha sido eficaz. Sin embargo, después del uso continuado de esta mezcla, otras especies que escapan a su control empiezan a ser dominantes y en pocas cosechas el tratamiento pierde su eficacia por completo. Por esto la presente investigación trata de estudiar el nivel de escape alcanzado a este tratamiento por la población de malezas en el área. Igualmente se pretende determinar el valor de la competencia al cultivo del frijol rojo, por dicha población de malezas.

D₀H₁, a diferencia del tratamiento anterior, indicado para el control de mono y dicotiledóneas anuales, con el presente tratamiento (alaclor) se busca un control de las gramíneas anuales. El propósito del tratamiento es entonces conocer la acción competitiva de las malezas dicotiledóneas que escapan al control de un herbicida de posible uso en el área del presente trabajo. Como de antemano se sabe que el alaclor no controla la Rottboellia cochinchinensis que es la especie dominante en el área, esta fué controlada manualmente en las parcelas experimentales.

D₀H₂, las especies dicotiledóneas con frecuencia son un problema en el cultivo del frijol, en cuyo caso se recomienda el uso del linuron. En suelos de textura media y pesada este herbicida ofrece al cultivo un mejor grado de seguridad. Pero la idea básica con el uso de este tratamiento en la zona de trabajo, fue la de establecer el efecto de competencia de la cebadilla, maleza monocotiledónea, la cual es resistente al herbicida.

Los herbicidas fueron aplicados por aspersión superficial, en forma pre-emergente al cultivo y a las malezas un día después de la siembra, con una aspersora de espalda marca CP-3 y calibrada a 600 l/ha, a una presión

constante de 2.8 kg/cm^2 y con una boquilla "TEE JET" 8004. Para las desyerbas se utilizó la azada.

La unidad experimental constó de siete surcos espaciados a 0.50 m y 10.0 m de largo. En cada unidad experimental se cosecharon las tres hileras centrales, en ambos extremos se eliminaron 2.5m de tal forma que se dispuso de un área útil/parcela de 7.50 m^2 (Fig. 1). Se empleó un diseño de bloques al azar con cuatro replicaciones.

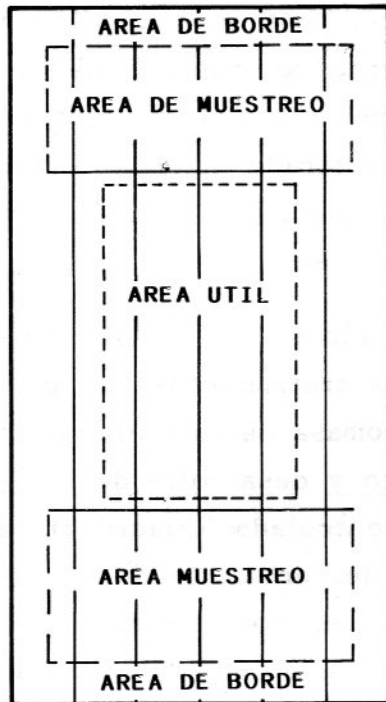


Fig. 1. Esquema de la unidad experimental donde se observa: área de borde, área útil y área de muestreo.

Para conocer la influencia de los tratamientos sobre las malezas y el frijol, se midieron las siguientes variables: a) Densidad y peso seco de las malezas, b) Componentes del rendimiento (rendimiento en grano seco/ha, número de granos/vaina, número de vainas/planta y el peso de 100 granos).

En las malezas se hicieron tres evaluaciones a los 15, 30 y 65 días después de la siembra (DDS). Estas medidas cuantitativas se tomaron en el área dedicada al muestreo en cada parcela (Fig. 1). Dentro del área total para el muestreo de las malezas (12 m^2) en cada unidad experimental, se marcaron al azar sobre las hileras de siembra, 18 sub-parcelas de 0.25 m^2 (1.0 m de largo por 0.25 m de ancho). De esta forma a cada una de las tres épocas de conteos

y/o determinación de peso seco de malezas, le correspondió seis sub-parcelas diferentes, distribuidas al azar en cada parcela, dejando libre el área de cosecha. Con este plan de muestreo se conservó el área útil de cada unidad experimental sin los disturbios causados por el arranque de las malezas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Dos especies de malezas fueron identificadas: la monocotiledónea Rottboellia cochinchinensis (Lour.) W.D. Clayton (cebadilla), la cual mostró la mayor incidencia y competencia con el cultivo en todos los tratamientos, a excepción del tratamiento correspondiente al control de monocotiledóneas donde se eliminó manualmente; y la ciperácea Cyperus rotundus L. la cual mostró una baja población y no fue considerada en los análisis estadísticos. Debido a la casi total dominancia de la cebadilla, los datos de los Cuadros 2 y 3 se refieren exclusivamente a esta especie.

Para la última evaluación, 65 DDS, aún cuando el número de malezas por unidad de superficie era similar para los tratamientos testigo, control de dicotiledóneas y el de dos desyerbas, la biomasa de este último era muy inferior debido principalmente al gran crecimiento y desarrollo de la cebadilla en los tratamientos donde ésta no había sido controlada (Cuadro 2). El número alto de plantas en el tratamiento de las dos desyerbas, se debe a que la cebadilla presenta una germinación gradual que le permite reinfestar las parcelas después de las desyerbas iniciales y cuando aún el cultivo no ha cubierto las calles. La agresividad de estas germinaciones tardías es menor por efecto de la competencia misma del cultivo, que no permite el desarrollo de la maleza.

El análisis estadístico para comparación de medias del efecto de los tratamientos sobre la densidad de la maleza, muestra que hubo diferencias entre tratamientos (Cuadro 2). Sin embargo, los tratamientos de control de mono y dicotiledóneas (D_0H_3), el testigo (D_3H_0), la práctica del agricultor (D_2H_0) y el control de dicotiledóneas (D_0H_2), no presentaron diferencias estadísticas. La población de la cebadilla bajo el tratamiento con tres desyerbas, se redujo a casi la mitad de lo que presentaban los tratamientos del agricultor y el tratamiento donde se controlaron las dicotiledóneas. Pero la densidad no es un buen indicador en la determinación de la capacidad competitiva de las malezas, por lo cual es necesario determinar también la biomasa.

El análisis de varianza para la densidad y el peso seco total de las malezas indica diferencias altamente significativas para el valor del peso seco entre los diferentes tratamientos evaluados (Cuadro 2). Esto pone en evidencia que para la fecha de la evaluación, aún cuando el número de malezas por unidad de superficie era similar para los tratamientos, la biomasa de estas era muy diferente debido al limitado desarrollo de la cebadilla en las parcelas donde se realizaron las tres desyerbas en contraste con el vigor de la maleza donde no fue controlada.

CUADRO 2. Efecto de los tratamientos sobre densidad y peso seco total de *Rottboellia cochinchinensis* (cebadilla) 65 DDS. El Sisal, Azua, República Dominicana.

Tratamientos	Valores medios*	
	Densidad (número/ha)	Peso seco (kg/ha)
D ₃ H ₀	563 333 a	3 889 b
D ₂ H ₀	948 333 a	12 806 b
D ₀ H ₃	1 058 333 a	43 922 a
D ₀ H ₁	0 b	0 c
D ₀ H ₂	998 467 a	41 389 a

*Tratamientos con igual letra dentro de una misma columna son estadísticamente iguales según la prueba de Duncan al 5%.

Aún cuando se esperaba que en las parcelas donde se controló la cebadilla podrían germinar otras especies, la contribución de estas en número y peso seco fué casi nula por lo cual no se tomó en cuenta en los análisis.

La alta densidad y competitividad de la cebadilla en el tratamiento D₀H₃ (control de mono y dicotiledóneas) donde esta especie alcanzó poblaciones de más de un millón de plantas por hectárea, indica que el uso indebido de un herbicida por su selectividad a una especie de maleza, fomenta el desarrollo de poblaciones muy altas y dominantes de esta especie. Parecería que el tratamiento, al eliminar la posible competencia de otras especies susceptibles, facilita el mejor desarrollo y agresividad de la cebadilla.

El ANDEVA para los datos de rendimiento y sus componentes indicó diferencias altamente significativas. La prueba de Duncan al 5%, muestra cómo la

producción máxima de granos se obtuvo en el tratamiento con tres desyerbas, seguida por el tratamiento control de monocotiledóneas (Cuadro 3). Estos rendimientos de 1 435.7 y 1 144.2 kg/ha pueden considerarse altos, si se comparan con las producciones medias de la región que son de aproximadamente 800 kg/ha (Saladin 1981). Los mejores rendimientos en el tratamiento de tres desyerbas con relación al tratamiento de control de gramíneas, se debe posiblemente a la oportunidad con que se realizó el control de cebadilla en el primero.

Con el tratamiento del productor (dos desyerbas) se obtuvo una producción de 1 081.5 kg/ha, la cual corresponde al tercer mejor rendimiento. Sin embargo, esta producción con relación a la obtenida con el tratamiento testigo (tres desyerbas), registra una reducción en los rendimientos de un 24.67%. La capacidad de la cebadilla para germinar en forma discontinua le permite emergencias tardías que logran competir con el cultivo aún después de una segunda desyerba. Sería conveniente entonces investigar con otra distribución de las dos desyerbas y las densidades de siembra que puedan cubrir la superficie en forma más temprana y más completa. (Aldrich 1984, Altieri y Liebman 1987).

El número de vainas por planta fué el componente del rendimiento más afectado por la competencia de la cebadilla. El número de granos por vaina y el peso de 100 semillas se redujeron en menor proporción (Cuadro 3).

CUADRO 3. Efecto de los tratamientos sobre los componentes del rendimiento del frijol rojo. Azua, República Dominicana.

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)	Granos/vaina	Vainas/planta	Peso (g) 100 granos
D ₃ H ₀	1 435.7 a	3.85 a	7.68 a	31.88 a
D ₂ H ₀	1 081.5 b	3.25 ab	6.38 a	31.50 a
D ₀ H ₃	190.3 c	2.20 c	3.40 b	27.12 b
D ₀ H ₁	1 144.2 ab	3.33 ab	7.68 a	31.50 a
D ₀ H ₂	300.0 c	2.23 c	4.43 b	27.85 b

Las producciones obtenidas en los tratamientos que no frenaron las poblaciones de cebadilla, sufrieron una disminución hasta del 86% con relación al tratamiento bajo tres desyerbas.

CONCLUSIONES

Los tratamientos químicos continuos a base de alaclor y linuron, frecuentemente utilizados por el agricultor para control de malezas en frijol rojo en áreas tropicales secas, pueden crear un ambiente propicio para el desarrollo de especies altamente competitivas, como en el caso de la cebadilla Rottboellia cochinchinensis (Lour.) W.D. Clayton.

La competencia de esta maleza con el cultivo de frijol rojo afecta severamente los rendimientos. Cuando esta especie compitió libremente con el cultivo, se observaron pérdidas hasta de un 86%.

Las desyerbas manuales fueron más eficientes que los herbicidas comúnmente recomendados en la zona. Esto se debe principalmente a que se presentan otras especies de malezas que escapan al control químico específico utilizado.

La germinación gradual que presentó la cebadilla, le permitió reinfestar el campo aún después de la segunda desyerba que el agricultor realiza en forma habitual. Estas dos desyerbas fueron insuficientes para reducir significativamente o eliminar la competencia de la cebadilla.

El reclutamiento de plántulas de malezas en el banco dominado por la cebadilla, es muy activo y presenta varios picos en el flujo de emergencia de plántulas durante el primer mes de establecimiento del cultivo. Estos flujos en el reclutamiento de plántulas son promovidos por las actividades de labranza.

RECOMENDACIONES

Muchas áreas agrícolas tropicales bajas y con períodos de lluvias estacionales, están expuestas a ser dominadas por la especie Rottboellia cochinchinensis (cebadilla) si no se llevan a cabo determinadas prácticas de

manejo. Estas consisten en la eliminación de los parches que aparecen en el campo, antes de la producción de semillas. También, al usar el control químico de malezas, se debe evitar el empleo de aquellos compuestos selectivos a la cebadilla. La rotación de cultivos puede ser útil para facilitar una adecuada alternancia de herbicidas.

Deben tomarse las medidas preventivas necesarias en los bordes de las vías, cercas y canales de riego, lo mismo que en los campos en barbecho. Estos son sitios donde la maleza se establece fácilmente y desde allí logra infestar los campos de cultivo.

Una vez que la maleza se ha establecido como especie dominante en un campo, se deben definir los planes de manejo que combinen el uso de herbicidas y la adopción de las prácticas culturales más eficaces contra la maleza. En el cultivo del frijol, los herbicidas de la familia de las dinitroanilinas (trifluralina, pendimetalina, nitrolina, etc.) en presiembra incorporados y en preemergencia, han sido utilizados en varias áreas con buenos resultados en el control de la cebadilla. Igualmente han sido probados con éxito varios herbicidas graminicidas postemergentes selectivos (fluazifop-butil y fenoxaprop-etil).

Como el banco de semillas de cebadilla responde con abundante germinación a las prácticas de labranza y humedad del suelo, estas condiciones se pueden promover con el propósito de controlar la maleza antes de la siembra del cultivo, reduciendo así su potencial de competencia. Esto será más eficiente si la eliminación de la población de la maleza emergida, se logra mediante el uso de un herbicida de contacto no residual. De esta manera se trata de evitar que una labor mecánica de control, a la vez que elimina mucha maleza, también pueda promover un segundo flujo de emergencias.

Es importante determinar la época crítica de competencia de la cebadilla, con el fin de que las dos labores de control manual realizadas por el agricultor, se distribuyan lo más adecuadamente en el tiempo, de tal manera que reduzcan al mínimo la competencia de la maleza. Estos estudios deberían complementarse con densidades de siembra y materiales de cultivo que produzcan una pronta cobertura de la superficie y de esta manera se limiten las germinaciones y emergencias tardías de la cebadilla.

RESUMEN

En República Dominicana se cultivan anualmente 46 000 ha de frijol rojo con un rendimiento promedio de 800 kg/ha, pero esta producción es insuficiente para cubrir la demanda nacional. Se requiere mejorar las técnicas de producción, donde el manejo de malezas es un factor importante a considerar. En algunas áreas la Rottboellia cochinchinensis (cebadilla) es la especie dominante pero no se conoce el valor de las pérdidas que causa. Para determinar estas pérdidas se hizo la presente investigación, en campos con alta infestación, y utilizando tratamientos que ofrecían cinco diferentes grados de control: tratamientos químicos, dos desyerbas (práctica de muchos agricultores) y tres desyerbas que ofrecen un mayor grado de control de la cebadilla. Los resultados indicaron que algunos de los tratamientos químicos selectivos al cultivo y la maleza pueden favorecer la dominancia de la cebadilla, la cual puede causar pérdidas hasta del 86% en los rendimientos de frijol. La práctica del agricultor, dos desyerbas, fue insuficiente para eliminar la competencia de la cebadilla, ya que los rendimientos se redujeron un 25% con relación al tratamiento con tres desyerbas. Esto evidenció entonces la capacidad de la cebadilla para desarrollar varias generaciones durante el ciclo del cultivo.

Palabras claves: Rottboellia cochinchinensis (cebadilla), competencia frijol rojo, dominancia

BIBLIOGRAFIA

- ALDRICH, R.J. 1984. Weed-Crop Ecology: Principles in Weed Management. North Scituate, Mass, Breton. 465 p.
- ALTIERI, M.A.; LIEBMAN, M. 1987. Weed Management: Ecological Guidelines. In: Altieri, M.A.; Liebman, M. Ed. Weed Management in Agroecosystems: Ecological Approaches. Boca Raton, Florida, CRC Press. p. 331-337.
- DE LA CRUZ, R.; MERINO, C.; ANDINO, J. 1987. La caminadora (Rottboellia cochinchinensis), una maleza agresiva en cultivos de clima cálido. (Afiche). Turrialba, C.R. CATIE/CENTA.
- DIAZ, G.J.; SALADIN, G.F. 1979. La comercialización del frijol común (Phaseolus vulgaris L.) y de guandul (Cajanus cajan Mills) en República Dominicana. In: Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA). (25, 1979. Tegucigalpa, Honduras). Memorias. Tegucigalpa, Hond., Secretaría de Recursos Naturales. V.3. p.L40/1-25.
- RADOSEVICH, S. y HOLT, J.S. 1984. Weed Ecology. Implication for Vegetation Management. New York, Wiley. p. 195-265.
- SALADIN, G.F. 1981. El cultivo de la habichuela (Phaseolus vulgaris L.). Agro (República Dominicana) 89:22-26.
- SEN, D.N. 1987. Key factors affecting weed-crop balance in agroecosystems. In: Altieri, M.A.; Liebman, M. Ed. Weed management in agroecosystems: ecological approaches. Boca Raton, Florida, CRC Press. p 157-182.
- SHENK, M.; FISHER, H. 1988. La distribución, biología y ecología de Rottboellia cochinchinensis (Lour) W.D. Clayton y su manejo. In Seminario-Taller "Rottboellia cochinchinensis Lour." y "Cyperus rotundus L." Dis-

tribución, Problemas e Impacto Económico en Centroamérica y Panamá (1988, Tegucigalpa, Hond.). Memorias. Tegucigalpa, Honduras, Proyecto MIP-CATIE. p. 1-43.

SHETTY, S.U.R.; KRANTZ, B.A. 1980. Weed research at ICRISAT. Weed Science 28:451.

ULLOA F., M. 1988. Pérdidas causadas por las malezas en dos zonas productoras de frijol rojo (*Phaseolus vulgaris* L.) en República Dominicana. Tesis Mag. Sci., Turrialba, Costa Rica, CATIE. 114 p. □

TUMBAS DE INFORMACION

Su manuscrito se quedó olvidado en su escritorio? Sólo lo conoció un grupo reducido de colegas en su institución o país? Se distribuyó tan tarde que su contenido perdió actualidad? No encontró el mecanismo para hacer una difusión más amplia y rápida? Su valioso trabajo se convirtió en una tumba de información.

Para su próximo artículo considere publicarlo en la **Revista del Proyecto MIP/CATIE**, que es un instrumento ágil de divulgación técnica, distribuido trimestralmente entre los especialistas en Manejo Integrado de Plagas de Centro América y Panamá.

Seleccione sus trabajos más significativos sobre MIP, actualícelos y envíelos al Proyecto MIP/CATIE para el próximo número de la Revista.

LA PUDRICION DE LA ESPIGA DE LA CAMINADORA, Rottboellia cochinchinensis, SU ETIOLOGIA Y POSIBLE USO COMO AGENTE DE COMBATE BIOLÓGICO

José M. Jiménez*
Elkin Bustamante*

Rogelio Gómez**
Mario Pareja*

ABSTRACT

A spike rot disease was observed on itchgrass, Rottboellia cochinchinensis, in Escuintla, Guatemala. Disease symptoms begin with chlorosis and necrosis of the young leaves evolving later to the rest of the plant. In more advanced stages, leaf and spike deformation and necrosis prevent viable seed production. The principal agent causing the disease, determined through isolation techniques and pathogenicity tests, was identified as Fusarium moniliforme. Specificity tests suggest that this fungus offers potential as a biological control agent of itchgrass.

INTRODUCCION

La caminadora, Rottboellia cochinchinensis, es un zacate maleza muy importante en cultivos anuales de clima caliente. Las grandes poblaciones que rápidamente alcanza la maleza, su gran poder competitivo y su agresividad, hacen que esta especie en poco tiempo se haya convertido en una de las malezas más temidas en el área centroamericana (De la Cruz et al. 1987).

En cultivos tales como maíz, caña de azúcar, sorgo y principalmente arroz, la competencia de la maleza puede reducir la capacidad productiva del cultivo hasta en un 80% (Shenk y Fisher 1988).

Técnicos del Ingenio Pantaleón de Escuintla, Guatemala, informaron en 1986 que, en algunas regiones cañeras en la costa Pacífica, R. cochinchinensis era atacada severamente por un microorganismo que impedía el desarrollo normal de la espiga y le causaba una pudrición. No había sido posible, hasta esa fecha, determinar la etiología de la enfermedad, a pesar de diversas investigaciones y esfuerzos de instituciones nacionales.

* Fitopatólogo Asistente, Fitopatólogo y Especialista en Malezas, respectivamente.

CATIE, Programa de Mejoramiento de Cultivos Tropicales, 7170 Turrialba, Costa Rica.

**Jefe, Departamento de Investigaciones, Ingenio Pantaleón, Escuintla, Guatemala.

Considerando esta situación, el CATIE a través de su Proyecto Regional MIP, con la cooperación de técnicos del Ingenio Pantaleón, inició en noviembre de 1987, estudios sobre la etiología de la enfermedad y su posible uso en el combate biológico de la caminadora. El presente trabajo ofrece los avances y logros de estos estudios.

METODOLOGIA Y RESULTADOS

Muestreos. Se muestrearon cuatro fincas del Ingenio Pantaleón, ubicado en Escuintla, Guatemala, en donde se había observado gran incidencia de la enfermedad en caminadora. Las fincas muestreadas fueron: La experimental del Ingenio Pantaleón; Bálsamo; San Bonifacio, cañal Transvaal I y II.

En todas las fincas, se encontró la caminadora en las orillas de los caminos. Las poblaciones de esta maleza dentro del cultivo son muy escasas, como consecuencia de las medidas de combate que se llevan a cabo. El Ingenio gasta alrededor de US\$200 000 por año en el combate químico de malezas en caña, de las cuales la principal es la caminadora.

La enfermedad se distribuye en forma de parches y su incidencia (Cuadro 1) está asociada con el régimen de humedad. En lugares con riego, por ejemplo en la Finca Experimental del Ingenio, el ataque es muy severo y la incidencia alcanza el 90%. En época de invierno la enfermedad se incrementa rápidamente, según observaciones de técnicos del Ingenio, lo cual indica que posiblemente este factor es importante en la epifitía. En Escuintla la precipitación es de alrededor de 2 000 mm por año, con un período de sequía de 4-5 meses y una temperatura promedio de 26 °C.

Los síntomas de la enfermedad se inician en las hojas jóvenes, donde se desarrollan lesiones cloróticas y necróticas que avanzan rápidamente hacia la base envolviendo por completo a la planta (Foto 1). En el caso de la inflorescencia, la clorosis y necrosis se inicia en la hoja bandera, avanza con rapidez, ataca la vaina y la espiga y causa necrosis o pudrición de las semillas y las hace inviables. En algunas ocasiones estos síntomas van acompañados de deformación de hojas y de espigas (Foto 2). En casos de ataque severo hay deformación del tallo con lesiones necróticas de borde irregular que culminan en una pudrición seca de la zona de crecimiento. En algunos casos la clorosis da paso a una coloración rojiza-púrpura brillante, la cual por lo general sólo

se observa en la lámina foliar de la enfermedad. En estados finales se presenta una vaina necrosada que envuelve una masa negra, la cual corresponde a la hoja y panoja que no alcanzaron a formarse (Foto 3). Con respecto a insectos en la Finca Experimental y en la San Bonifacio II, se observaron homopteros alimentándose de las espigas y las hojas afectadas por la enfermedad.



Foto 1.
Síntomas iniciales de la pudrición de la espiga de la caminadora (Rottboellia cochinchinensis).



Foto 2.
Deformación de la espiga y hoja bandera de caminadora.

Aislamientos y prueba de patogenicidad. Los aislamientos y parte del trabajo de invernadero se realizaron en la Universidad del Valle de Guatemala. Las plantas a inocular fueron manejadas por personal del Ingenio Pantaleón y algunas pruebas de patogenicidad se llevaron a cabo en la Finca Experimental del Ingenio.

Los aislamientos se realizaron mediante la selección de hojas, vainas e inflorescencias, las cuales se desinfectaron en una solución al 1% de hipoclorito de sodio durante tres minutos. Se lavaron tres veces con agua destilada estéril, por espacio de un minuto. Posteriormente se cortaron en platos de Petri estériles en porciones de 2-3 mm y se transfirieron a platos que contenían alguno de los siguientes medios: PDA, Agar-agua y V-8.

Teniendo en cuenta la posibilidad de que se pudieran aislar bacterias, se colocaron trozos de tejido con síntomas en tubos de rosca con agua estéril y se dejaron en difusión por 12 horas, luego, con asa estéril, se colocó una gota en cajas de Petri que contenían uno de los siguientes medios de cultivo para bacterias: YDC, MS o King (Schaad 1980).

Los microorganismos se incubaron por 48 horas a temperatura ambiente y períodos alternos de 12 horas de oscuridad y de luz. Mediante la técnica de transferencia o dilución se logró purificar los cultivos e identificar los hongos y bacterias aislados (Barnett y Hunter 1972, Booth 1971, Schaad 1980).

Los diferentes aislamientos realizados fueron consistentes en cuanto a los microorganismos aislados (Cuadro 2). De todas las muestras de la Finca Experimental Pantaleón, donde la enfermedad fue más agresiva, se aisló Fusarium moniliforme, identificado por su micelio púrpura, por su producción de microconidios en cadenas y por la formación de macroconidios en conidióforos que emergen como ramas laterales de la hifa (Booth 1971).

Para la prueba de patogenicidad se hizo énfasis en los hongos y bacterias aislados en la finca experimental del Ingenio Pantaleón realizada en la Universidad del Valle. Allí la enfermedad se presentó con mayor severidad y se realizaron los mejores aislamientos, ya que las muestras recolectadas presentaban un estado óptimo (daños iniciales de la enfermedad) con lo cual se minimiza la presencia de organismos secundarios. Los 16 tratamientos, consistentes en 10 clases de inóculo y 5 métodos de inoculación, se indican en el



Foto 3.

Síntomas finales de la pudrición de la espiga de caminadora, espigas, vainas y hojas necrosales y colonizadas por hongos secundarios.

CUADRO 1. Descripción de síntomas observados en caminadora según el sitio (finca) de muestreo e incidencia y severidad de la enfermedad.

FINCA	SINTOMAS	INCIDENCIA/ SEVERIDAD %	INSECTOS
Experimental Pantaleón	Clorosis y necrosis de hojas y espigas Deformación hojas, espiga y tallos	90/70	Homoptera
Bálsamo	Clorosis y necrosis de hojas Deformación espiga	30/40	No
San Bonifacio I	Clorosis y necrosis de hojas Coloración rojiza hoja bandera	20/15	No
San Bonifacio II	Clorosis hoja bandera Coloración rojiza hoja bandera	20/15	Homoptera

CUADRO 2. Microorganismos aislados de la maleza caminadora según el sitio, la parte afectada y el origen de la muestra.

PARTE AFECTADA	ORIGEN(*)	MICROORGANISMOS AISLADOS
Hoja bandera	AB	<u>Curvularia</u> sp.
	ACD	<u>Fusarium</u> sp.
	A	<u>F. moniliforme</u>
	BC	<u>Helminthosporium</u> sp.
	ABC	<u>Pseudomonas</u> sp.
Espiga	ABC	<u>Xanthomonas</u> sp.
	AB	<u>Cladosporium</u> sp.
	ABD	<u>Curvularia</u> sp.
	AD	<u>Fusarium</u> sp.
	AB	<u>F. moniliforme</u>
	B	<u>Helminthosporium</u> sp.
	B	<u>Pseudomonas</u> sp.
B	<u>Xanthomonas</u> sp.	

(*) Lugar de origen: A= Finca Experimental, Pantaleón; B= Bálsamo; C= San Bonifacio I; D= San Bonifacio II

Cuadro 3. Cada tratamiento se aplicó sobre tres a seis plantas de caminadora de 10, 20, 30 y 45 días después de la siembra y de sorgo y de maíz de 20 días después de la siembra.

CUADRO 3. Tratamientos utilizados en la prueba de patogenicidad.

TRATAMIENTO	METODO INOCULACION	INOCULO
1	Punción	H ₂ O
2	"	<u>Pseudomonas</u> A-1
3	Abrasivo + cepillo	<u>Pseudomonas</u> A-1
4	" "	<u>Pseudomonas</u> B + <u>Xanthomonas</u> B
5	Bomba de presión	H ₂ O
6	" "	<u>Pseudomonas</u> A-1
7	" "	<u>Cladosporium</u> A-3
8	" "	<u>Cladosporium</u> B
9	" "	<u>Curvularia</u> A-2
10	" "	<u>Curvularia</u> D-2
11	" "	<u>Fusarium</u> B
12	" "	<u>Fusarium moniliforme</u> A-2
13	" "	<u>Helminthosporium</u> C-1
14	" "	7 + 9 + 11
15	Bomba de presión + insectos	<u>Pseudomonas</u> A-1
16	Insectos ¹	

¹ Insectos provenientes de plantas de caminadora con síntomas se colocaron en plantas sanas de cada uno de los hospederos y se dejaron en cámara húmeda por tres días.

Las plantas fueron inoculadas con una suspensión de esporas de los hongos a una concentración de $5 \times 10^3 = 1 \times 10^4$ esporas/ml aplicadas mediante una bomba aspersora de presión. Para las bacterias se aplicó una suspensión bacterial de 10^7 bact/ml la cual se diseminó con un cepillo en el follaje de la planta; para hacer heridas se utilizó punción o lija fina. En Pantaleón, se inocularon únicamente los cuatro microorganismos más virulentos de la prueba realizada en la Universidad del Valle. Se usó un hospedero adicional: caña de azúcar de 70 días del cultivar "CP-72-1312". Las plantas se cubrieron con una bolsa de plástico por 72 horas para dar el efecto de cámara húmeda y se llevó un registro diario de síntomas a partir de los tres días después de la inoculación.

La prueba de patogenicidad mostró que los siguientes microorganismos pueden causar alteraciones en la caminadora: Fusarium moniliforme, Curvularia sp., Cladosporium sp., Helminthosporium sp., y la mezcla de Pseudomonas sp. + Xanthomonas sp.

Los síntomas de la pudrición apical similares a los observados en el campo se presentaron en la caminadora cuando se inoculó Fusarium moniliforme a los 30 días (Cuadro 4). Las plantas de caminadora fueron atacadas y muertas por este hongo en un 66%. De plantas con síntomas se logró aislar el F. moniliforme inoculado, con lo cual se cumplió con los postulados de Koch. Los aislamientos de Fusarium no causaron daño en maíz, sorgo y caña de azúcar.

Se observó que los hongos Curvularia sp. y Helminthosporium sp. atacaron en estados avanzados de desarrollo de la caminadora. El daño fué poco significativo y no entorpeció el ciclo de vida normal de la maleza. Estos hongos junto con Cladosporium sp., fueron altamente virulentos en el sorgo, pero en el maíz, fueron incapaces de producir daño alguno (Cuadro 5). Esto sugiere que la caminadora podría considerarse como un hospedero alterno de hongos que pueden causar problemas a especies de interés económico.

CUADRO 4. Porcentajes de incidencia y severidad de síntomas de pudrición apical en la maleza caminadora 12 días después de la inoculación artificial con diferentes microorganismos.

PATOGENO	INCIDENCIA/SEVERIDAD EN CAMINADORA (%)			
	10 Días	20 Días	30 Días	45 Días
<u>Cladosporium</u> sp.	100/10	40/5	100/5	100/10
<u>Curvularia</u> sp.	0/0	0/0	100/15	100/15
<u>Helminthosporium</u> sp.	0/0	0/0	100/15	100/15
<u>Fusarium moniliforme</u>	0/0	0/0	66/100(*)	100/20
<u>Pseudomonas</u> sp. + <u>Xanthomonas</u> sp.	100/40	100/20	100/15	100/15
Testigo	0/0	0/0	0/0	0/0

(*) Plantas muertas

CUADRO 5. Porcentaje de incidencia y severidad de síntomas en tres cultivos de microorganismos aislados de plantas de caminadora enfermas, 12 días después de la inoculación artificial.

PATOGENO	INCIDENCIA/SEVERIDAD (%)		
	Maíz	Sorgo	Caña azúcar
Testigo	0/0	0/0	0/0
<u>Fusarium</u> sp.	0/0	0/0	0/0
<u>Cladosporium</u> sp.	0/0	100/40	--(*)
<u>Curvularia</u> sp.	0/0	100/50	100/10
<u>Helminthosporium</u> sp.	0/0	100/60	0/0
<u>Fusarium moniliforme</u>	0/0	0/0	0/0
<u>Pseudomonas</u> sp.+ <u>Xanthomonas</u> sp.	0/0	0/0	0/0

(*) No se realizó

El único que resultó positivo con bacterias fue la mezcla de Pseudomonas sp. + Xanthomonas sp., la cual atacó a la maleza en todos los estados de crecimiento evaluados. El síntoma se manifestó en la caminadora en forma de clorosis y necrosis en las hojas más viejas y en la vaina de la espiga. A pesar de que el daño fue severo sobre todo en plantas jóvenes (10-20 días) la caminadora mostró tolerancia hacia estos microorganismos ya que las plantas inoculadas se recuperaron fácilmente del ataque. Posiblemente el

dad de producir malformaciones síntoma que se observa normalmente en el campo, pero que no fue posible observar durante las pruebas de patogenicidad realizadas.

Según Daniel et al. (1973), para que un patógeno de malezas tenga potencialidades de uso como agente de control biológico debe reunir las siguientes características: crecimiento con micelio abundante y alta esporulación in vitro, alta especificidad para la maleza y capacidad de infectar y controlar la maleza en diferentes ambientes.

Los resultados de este trabajo indican, preliminarmente, que Fusarium moniliforme reúne dos de las características básicas antes señaladas: buen crecimiento y alta especificidad hacia caminadora. Por otra parte, debido a que sólo se usó una cepa y una condición ambiental para la prueba de patogenicidad no se conoce con exactitud la capacidad del hongo para infectar y controlar la maleza en ambientes diferentes.

Es necesario llevar a cabo estudios sobre la enfermedad para determinar, en forma definitiva, la potencialidad de este hongo como agente de control biológico de R. cochinchinensis. Dentro de los estudios básicos a realizar sobresalen los siguientes tópicos: ciclo de vida del patógeno; requisitos ambientales para la infección y para la enfermedad; virulencia del patógeno; barreras naturales para el desarrollo de la enfermedad y el rango potencial de hospederos.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen las facilidades dadas por la Universidad del Valle de Guatemala y del Ingenio Pantaleón, de Escuintla, Guatemala para realizar este trabajo.

RESUMEN

Se diagnosticó la enfermedad de la pudrición de la espiga de caminadora Rottboellia cochinchinensis en Escuintla, Guatemala. La sintomatología de la enfermedad es un clorosis y necrosis de las hojas jóvenes que avanza hacia la base de la

planta; en etapas avanzadas la hoja bandera y la espiga necrotizan y se deforman impidiendo la formación de semillas viables. Los aislamientos y pruebas de patogenicidad determinaron que Fusarium moniliforme es el principal agente causal de la enfermedad. Las pruebas preliminares de especificidad sugieren que este hongo ofrece posibilidades para su uso como agente biológico de control de caminadora.

LITERATURA CITADA

- BARNETT, H.L. y HUNTER, R.B. 1972. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Minneapolis, Minn. Burges, 241.p.
- BOOTH, C. 1971. The Genus Fusarium. England, Commonwealth Mycological Institute, 237 p.
- DANIEL, J.T.; TEMPLETON, G.E.; SMITH, R.S.; FOX, W.T. 1973. Biological control of northern jointweevil in rice with and endemic fungal disease. Weed Science 21:303-307.
- DE LA CRUZ, R.; MERINO, C. y ANDINO, J. 1987. La caminadora, Rottboellia cochinchinensis, una maleza agresiva en cultivos de clima cálido. Turrialba, Costa Rica, CATIE/CENTA. Afiche.
- MARTIN, J.P.; ABBOT, E.V. y HUGHES, C.G. 1961. Sugarcane diseases of the world. Vol 1, New York, Elsevier. 542 p.
- SHENK, M. y FISHER, H. 1988. La distribución, biología y ecología de Rottboellia cochinchinensis (Lour.) W.D. Clayton, y su manejo. In Seminario Taller Rottboellia cochinchinensis y Cyperus rotundus. Distribución, problemas e impacto económico en Centroamérica y Panamá. Tegucigalpa. Proyecto MIP-CATIE/Honduras. 1988. 43 p.
- PLANALSUCAR. 1978. A guide to identification of sugarcane diseases and nutritional deficiency in Brazil. Rio Janeiro, Brazil. 56 p.
- SCHAAD, N.W. (Ed.). 1980. Laboratory guide for the identification of plant pathogenic bacteria. Minnesota, American Phitopathological Society. 72.p. □

NO DUPLIQUE ESFUERZOS!!

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

El Boletín se distribuye principalmente en Centro América y Panamá.

ESTIMACION DE PERDIDAS E IDENTIFICACION DEL GEMINIVIRUS TRANSMITIDO AL TOMATE POR LA MOSCA BLANCA *Bemisia tabaci* GENN. (HOMOPTERA: ALEYRODIDAE) EN COSTA RICA

P. Rosset*
R. Meneses**
R. Lastra***
W. González****

ABSTRACT

In recent years the sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci*, has become a key pest of irrigated tomato in Central America. The principal damage is the transmission of a Geminivirus, which probably is the causal agent of Tomato Yellow Mosaic (TYM).

In the present study we used experimental data to estimate yield loss due to whitefly infestation in irrigated pole tomato production. Infestation by adult whiteflies was monitored weekly on the third apical compound leaf of the tomato plant.

Two population peak were observed; at 10 and 44 days after transplant. Regression analysis showed that whitefly infestation was significantly related to tomato yield only at 10 days after transplant. It appears that by the later date the plant can tolerate virus infection without yield loss.

A significant quadratic relationship was found between the number of adults on the third leaf at 10 days and the percentage of total fruits that were of a size too small for marketing ($y = 40.2 - 11.1x + 4.1x^2$; $r^2 = 0.97$, $P = 0.03$). The same relationship could be adequately represented by linear break-point regression as $y = 19.25x - 14.1$ ($r^2 = 0.98$).

We also present an electron micrograph representing the first confirmed finding of Geminivirus in tomato tissue from Central America. Geminiviruses are generally transmitted by whiteflies.

INTRODUCCION

La mosca blanca, *Bemisia tabaci* Genn, se ha convertido en los últimos años en una de las principales plagas del tomate bajo riego en Centroamérica (Rosset 1986 y 1988). Esto se debe a varios factores, entre los cuales se

- * Coordinador Proyecto CATIE/MIDINRA-MIP. Apartado 4830. Managua, Nicaragua.
** Asistente, Coordinación de Proyección Externa. CATIE. Proyecto RENARM/MIP. 7170 Turrialba, Costa Rica.
*** Virólogo. Coordinador Estudios de Posgrado. CATIE, 7170 Turrialba, Costa Rica.
****Especialista Manejo de Germoplasma. Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

mencionan su hábito polífago al consumir diversos cultivos y malezas (Rosset 1986); su desarrollo de resistencia a insecticidas (Vaughn y León 1977); y su tendencia conocida de ser una plaga secundaria, cuyos brotes son provocados por el empleo indiscriminado de plaguicidas (Kramer 1966, Pollard 1955, y Rosset 1986).

El daño principal de la mosca blanca es la transmisión de un gémínivirus, el que probablemente corresponde al agente causal del Mosaico Amarillo del Tomate (MAT) (Rosset 1986), el cual a nivel de campo se caracteriza por causar una coloración amarillenta, mosaico, encrespamiento y reducción general del crecimiento del tomate (Uzcátegui y Lastra 1978).

El primer paso hacia un manejo racional de una plaga importante es la estimación de los niveles de daño económico y los umbrales de acción, los cuales permiten limitar el uso de insecticidas a los momentos en que son realmente necesarios (Flint y Van den Bosch 1981 y Pedigo *et al.* 1986). La relación entre la densidad poblacional de la plaga y la pérdida de rendimiento, es la información biológica de mayor importancia para la estimación de estos valores (Hruska y Rosset 1987).

En este estudio se analizan datos experimentales provenientes de la provincia de Alajuela, Costa Rica, con el fin de examinar la relación entre la densidad poblacional de la mosca blanca y el rendimiento de tomate.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, de la Universidad de Costa Rica. Lugar situado a 10°01 Latitud norte y 84°06 Longitud oeste, con una altitud de 840 msnm. La temperatura promedio es de 22.4°C y la precipitación anual promedio es de 1 929.8 mm. La topografía del terreno es plana, con una pendiente de 0.5%. El suelo de la parcela se clasifica como un tropudalf, perteneciente a la Serie Sáenz, y presenta una textura arcillosa.

Dada la naturaleza del experimento, la preparación del terreno y el manejo del cultivo fueron realizados de acuerdo con las recomendaciones para la siembra comercial de tomate del Programa de Hortalizas de la Estación Experimental Fabio Baudrit M. (Molina y Hernández 1983).

El cultivo se estableció por trasplante y se colocaron dos plántulas por sitio de siembra del cv "Catalina". Luego se raleó a una planta a los 21 días después del trasplante (DDT).

Las plantas se amarraron con hilo (pavilo) a un tendido de tres hilos de alambre galvanizado número 16, sostenido por postes de bambú colocados cada ocho metros. Las distancias de siembra empleadas fueron 1.20 m entre hileras y 0.3 m entre plantas (27 776 plantas/ha).

Se hizo aplicación de fertilizante en la siguiente forma:

- La fertilización básica al trasplante de 50-150-50-35 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O-SO₄, respectivamente.
- La segunda a los 30 DDT y consistió en la aplicación de 75-225-75 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O.
- La tercera a los 60 DDT, en la cual se aplicaron 63-18-53-21-7 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O-MgO-B₂O₃, respectivamente.
- La última fertilización se hizo a los 110 DDT, y se aplicaron 67 kg/ha de N.

Se efectuaron cinco aplicaciones de fertilizantes foliares a partir de los 30 DDT, con un intervalo de 22 días entre cada una.

Al trasplante se aplicó eterofos (Mocap 10%G) para la prevención del ataque de insectos del suelo y nematodos. Se hizo una aspersion en todo el ensayo con permetrin (Ambush) a los 14 DDT. Ambas aplicaciones se realizaron con las dosis comercialmente recomendadas.

Para el combate de mal de talluelo Rhizoctonia sp. se usaron captan (Orthocide 50%), benomil (Benlate 50%) y captafol (Difolatán 80%) en forma alterna. La prevención y el combate de enfermedades del follaje se realizó mediante atomizaciones alternas a base de maneb (Dithane M-45), ferbam (Fermate), clorotalonil (Daconil), Captan y mancozeb (Trimiltox Forte) a las dosis comercialmente recomendadas.

El combate de malezas se efectuó mediante aporques después de la segunda y tercera fertilización y se complementó con aplicaciones dirigidas a la maleza de herbicida quemante.

El trabajo de campo se prolongó por espacio de 92 días, desde el trasplante, del 1 de Marzo al 31 de Mayo de 1988.

Diseño Experimental. El ensayo fue concebido originalmente con el propósito de evaluar un insecticida biológico contra varias plagas lepidópteras del tomate, pero estas especies no se presentaron durante el transcurso del trabajo. Se habían contemplado aplicaciones de diferentes productos a base de umbrales que nunca se alcanzaron, por lo cual no se realizaron las aplicaciones correspondientes. No obstante, un ataque significativo de mosca blanca permitió estudiar su relación con el rendimiento del cultivo.

La unidad experimental consistió de tres surcos de 16 plantas cada uno y del surco medio se tomaron 5 plantas centrales, (1.8 m²) para evaluar las poblaciones de mosca blanca. Las unidades experimentales se dispusieron en el campo en un diseño de bloques completos al azar con cinco repeticiones. Todas las unidades experimentales recibieron un trato igual.

Toma de Datos. La infestación por mosca blanca, se midió cada semana contando el número de adultos presentes en las tres hojas compuestas más jóvenes, de las cinco plantas centrales del surco central. No se encontraron estados inmaduros en las plantas. El rendimiento se determinó con base a las cinco plantas centrales del surco central de cada parcela, excluyendo las plantas de los extremos. Se contaron los frutos y se pesaron y luego se clasificaron de acuerdo a su peso en tres categorías: de primera (215 gr), de segunda (140 gr) y de tercera (85 gr); esta última categoría, por lo general no se comercializa.

RESULTADOS

La dinámica poblacional de la mosca blanca se presenta en la Figura 1. Se observan dos picos poblacionales, a los 10 y a los 44 DDT. El descenso observado en la población a los 20 DDT, se puede atribuir a la aplicación de permetrin (Ambush) realizada a los 14 DDT, mientras que el descenso observado después de los 40 DDT se debió probablemente al estado senescente del follaje.

Se examinó la relación entre la densidad de la población de la mosca blanca en cada fecha de muestreo, a través del análisis de regresión y se determinó el rendimiento final del tomate, de acuerdo con la metodología de Hruska y Rosset (1987). Solamente a los 10 DDT hubo una relación significa-

tiva. Esto indica que el segundo pico poblacional probablemente ocurrió después de la etapa fenológica, durante la cual la infección viral afecta el rendimiento en forma significativa (Rosset 1986 y 1988).

Los datos crudos de la relación entre el rendimiento de tomate y la densidad de la mosca blanca a los 10 DDT, señalan que la relación no fue significativa (Fig. 2).

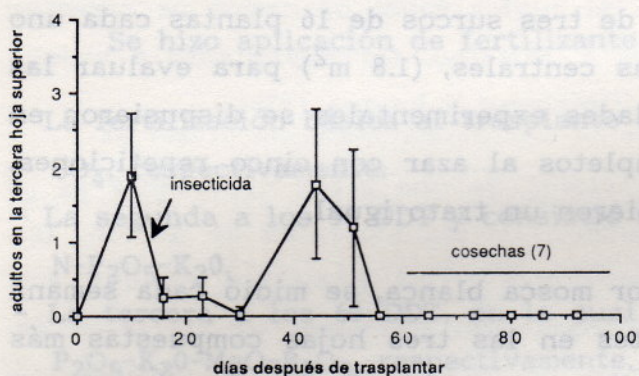


Fig. 1. Dinámica poblacional de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el tomate (+ desviación estándar).

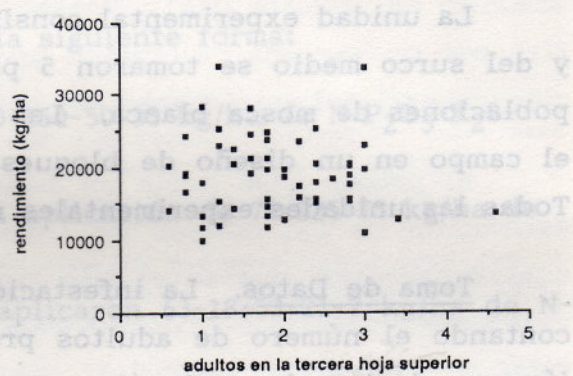


Fig. 2. La relación entre el rendimiento del tomate y la densidad de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) a los 10 días después de trasplantar (DDT).

Para comprobar la existencia de un patrón subyacente se arreglaron los datos agrupados por categorías de infestación. Para una discusión del arreglo de datos "smoothing" para regresión, ver Mailloux y Bostanian (1988).

Las categorías fueron las siguientes: 0.1-1, 1.1-2, 2.1-3, 3.1-4 y 4.1-5 adultos en la tercera hoja compuesta de la mitad superior de la planta. Las regresiones posteriores se hicieron entre los puntos intermedios de las categorías y los promedios de los rendimientos correspondientes. Se compararon modelos rectilíneos, cuadráticos, y de punto de quiebra, aceptando el modelo que dio mejor r^2 y grado de probabilidad. Se realizó la regresión de punto de quiebra según la metodología de Capinera *et al.* (1987).

En una regresión de punto de quiebra sobre los datos arreglados (Fig. 3), pareciera que hubo una tendencia negativa, pero con un grado pobre de probabilidad ($r^2 = 0.78$, $P = 0.118$), en la que, rendimiento (kg/ha) = 24 590 - 2 570x, donde x es la categoría de infestación.

La relación resultante de utilizar los datos crudos entre el número de frutos de calidad comercial por planta con la densidad de la mosca blanca, de nuevo no muestra una relación significativa (Figura 4). No obstante al arreglarlos y analizarlos con regresión de punto de quiebra mostraron una relación significativa (Fig.5), ($r^2 = 0.90$, $P = 0.05$) en la que, frutos buenos/planta = $17.5 - 3.2x$.

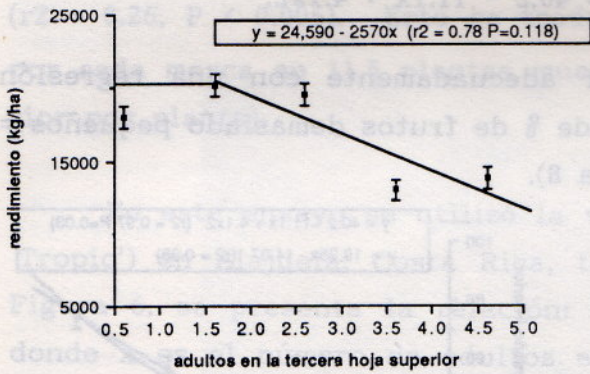


Fig. 3. Regresión de punto de quiebra entre el rendimiento del tomate (+ error estándar global) y las densidades de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) a los 10 DDT, agrupadas por categoría de infestación (categorías = 0,1-1, 1,1-2, 2,1-3, 3,1-4 y 4,1-5, representadas por sus puntos intermedios).

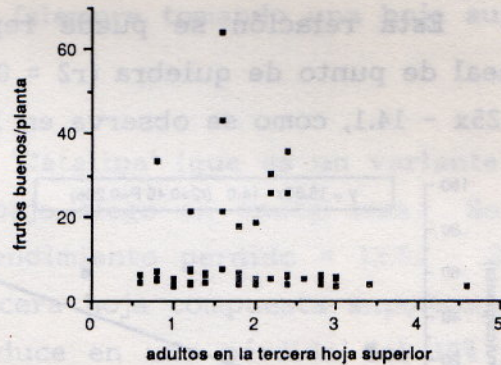


Fig. 4. La relación entre el número frutos de calidad comercial por planta y la densidad de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) a los 10 días después de trasplantar (DDT).

Tampoco fue significativa una regresión de punto de quiebra entre el porcentaje del rendimiento perdido (en peso) y la categoría de infestación (Fig. 6), ($r^2 = 0.77$, $P = 0.118$), donde, % de rendimiento perdido = $13.5x - 28.8$.

Un análisis de regresión lineal entre el porcentaje del rendimiento perdido, en términos del número de frutos por planta y la categoría de in-

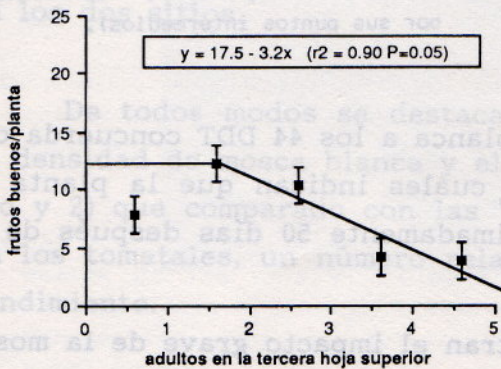


Fig. 5. Regresión de punto de quiebra entre el número de frutos de calidad comercial por planta (+ error estándar global) y las densidades de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) a los 10 DDT, agrupadas por categoría de infestación (categorías = 0,1-1, 1,1-2, 2,1-3, 3,1-4 y 4,1-5, representadas por sus puntos intermedios).

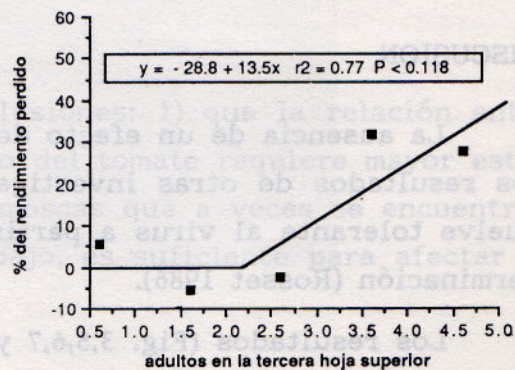


Fig. 6. Regresión de punto de quiebra entre el porcentaje del rendimiento perdido (peso) y las densidades de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) a los 10 DDT, agrupadas por categoría de infestación (categoría = 0,1-1, 1,1-2, 2,1-3, 3,1-4 y 4,1-5, representadas por sus puntos intermedios).

festación (Figura 7), tampoco fue significativa ($r^2 = 0.46$, $P = 0.206$), donde, % del rendimiento perdido (número) = $15.5x - 14.0$.

Sin embargo, una regresión cuadrática entre el porcentaje de frutos de tamaño más pequeño que el mínimo tamaño comercial y la categoría de infestación, demostró una relación cuadrática significativa ($r^2 = 0.97$, $P = 0.03$) o sea que, % de frutos demasiado pequeños = $40.2 - 11.1x + 4.1x^2$.

Esta relación se puede representar adecuadamente con una regresión lineal de punto de quiebra ($r^2 = 0.98$), donde % de frutos demasiado pequeños = $19.25x - 14.1$, como se observa en la (Figura 8).

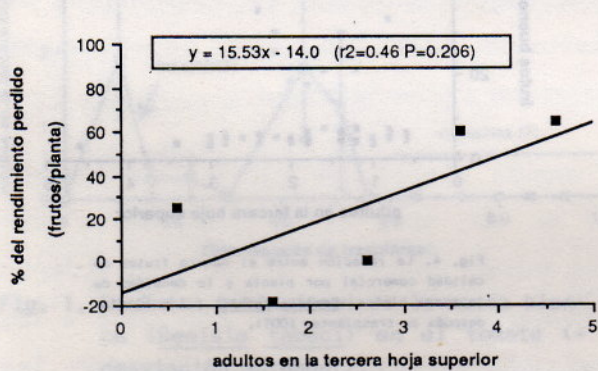


Fig. 7. Regresión entre el porcentaje del rendimiento perdido (cantidad de frutos por planta) y las densidades de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) a los 10 DDT, agrupadas por categoría de infestación (categorías = 0.1-1, 1.1-2, 2.1-3, 3.1-4 y 4.1-5, representadas por sus puntos intermedios).

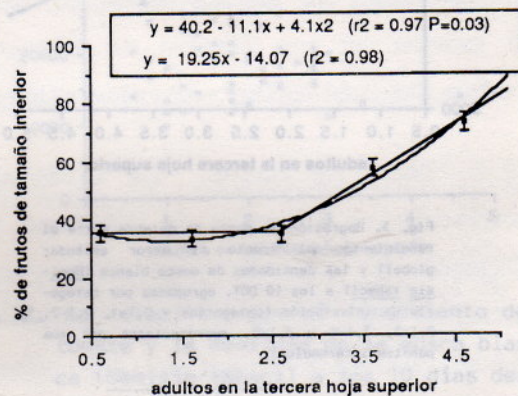


Fig. 8. Regresión cuadrática y regresión de punto de quiebra entre el porcentaje de los frutos que de un tamaño inferior al comercial y las densidades de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) a los 10 DDT, agrupadas por categoría de infestación (categorías = 0.1-1, 1.1-2, 2.1-3, 3.1-4 y 4.1-5, representadas por sus puntos intermedios).

DISCUSION

La ausencia de un efecto de la mosca blanca a los 44 DDT concuerda con los resultados de otras investigaciones, los cuales indican que la planta se vuelve tolerante al virus a partir de, aproximadamente 50 días después de la germinación (Rosset 1986).

Los resultados (Fig. 3,5,6,7 y 8) demuestran el impacto grave de la mosca blanca y el virus sobre el rendimiento del tomate, y podrían ser utilizados conjuntamente con datos socioeconómicos y con información sobre la eficacia de los insecticidas contra la mosca blanca, para estimar los niveles de daño económico (Hruska y Rosset 1987).

No obstante, una comparación entre los resultados de Rosset (1986) y los presentados en este documento revela algunas discrepancias. Rosset (1986) trabajó con tomate var. 'Tropic' bajo riego en época seca en el Valle de Sébaco, Matagalpa, Nicaragua. Un nuevo análisis de sus datos revela la siguiente relación: % de rendimiento perdido = $114.5x$, donde x es el número de adultos encontrados en una hoja compuesta de la mitad superior de la planta ($r^2 = 0.26$, $P < 0.005$). Esto se traduce en una pérdida de rendimiento de 10% por cada mosca en 11.5 plantas muestreadas (siempre tomando una hoja superior por planta).

En este ensayo se utilizó la variedad 'Catalina' (que es un variante de 'Tropic') en Alajuela, Costa Rica, también bajo riego en época seca. En la Figura 6, se presenta la relación: % del rendimiento perdido = $13.5x - 28.8$, donde x es el número de adultos en la tercera hoja compuesta superior que está plenamente desarrollada. Esto se traduce en una pérdida del 10% por cada 2.87 moscas por hoja superior por planta. La diferencia es muy notable porque 10% perdido con una sola mosca en 11.5 hojas versus 10% perdido con 2.87 moscas por hoja, equivale a una diferencia de 33 veces. El nivel bajo de significancia logrado en el presente estudio de Costa Rica, pone en duda estos resultados. Sin embargo, al ser verídicos, la diferencia podría explicarse por varios factores. Puede ser que, en el caso de Nicaragua, la proporción de la población de mosca blanca que portaba el virus era alta, mientras que en Costa Rica era baja. O podría ser que diferencias de variedad, suelo, manejo y clima afectaron de manera distinta la susceptibilidad de las plantas en los dos sitios.

De todos modos se destacan dos conclusiones: 1) que la relación entre la densidad de mosca blanca y el rendimiento del tomate requiere mayor estudio y 2) que comparado con las "nubes" de moscas que a veces se encuentran en los tomates, un número relativamente bajo, es suficiente para afectar el rendimiento.

Meneses *et al.* (1989) informan del hallazgo de un géminivirus, lo cual es de suma importancia porque representa la primera vez en Centroamérica que se comprueba la presencia de un virus de tomate transmitido por la mosca blanca.

Dos razas de este virus han sido reportadas en el mundo. Una de ellas en Israel y la otra en Venezuela. Varias muestras de follaje de tomate se enviaron a Israel para verificar la raza de ese país, pero los resultados fueron negativos. Lo más probable entonces, es que la raza de Costa Rica corresponda a la de Venezuela, pero también puede tratarse de una variante relacionada con ella (Foto 1).



Foto 1. Fotografía de microscopio electrónico de un geminivirus en muestras de tomate de Costa Rica (Aumento 38,000x).

RESUMEN

La mosca blanca, *Bemisia tabaci* Genn, se ha convertido en los últimos años en una de las plagas claves del tomate bajo riego en Centroamérica. El daño principal es la transmisión de un geminivirus, el que probablemente corresponde al agente causal del Mosaico Amarillo del Tomate.

En este estudio se analizaron datos experimentales provenientes de Alajuela, Costa Rica, con el fin de examinar la relación entre la densidad poblacional de la mosca blanca y el rendimiento del tomate.

Se observaron dos picos poblacionales, a los 10 y a los 44 días después de transplantar (DDT). A través del análisis de regresión se encontró que solamente a los 10 DDT hubo una relación significativa. Esto indica que el pico posterior ocurrió después de la etapa fenológica durante la cual la infección viral afecta en forma significativa el rendimiento.

Se encontró una relación cuadrática entre el número de adultos de la mosca blanca en la tercera hoja compuesta más joven de la planta a los 10 DDT y el porcentaje de frutos de un tamaño inferior a lo aceptable para el comercio ($y = 40.2 - 11.1x + 4.1x^2$; $r^2 = 0.97$, $P = 0.03$). La relación se puede representar linealmente mediante una regresión de punto de quiebra ($y = 19.25x - 14.1$; $r^2 = 0.98$).

También se reporta el primer hallazgo de partículas de un geminivirus en tomate de Centroamérica, confirmando así la presencia del tipo de virus cuyo vector es la mosca blanca.

LITERATURA CITADA

- CAPINERA, J.L.; HORTON, D.R.; EPSKY, N.D.; CHAPMAN, P.L. 1987. Effects of plant density and late-season defoliation on yield of field beans. *Environmental Entomology*. 16(1):274-280.
- FLINT, M.L.; VAN DEN BOSCH, R. 1981. Introduction to integrated Pest Management. New York, Plenum, 255 pp.
- 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.
- KRAMER, P. 1966. Serious increase of Cotton Whitefly and virus transmission in Central America. *Journal of Economic Entomology* 59:1531.
- MAILLOUX, G.; BOSTANIAN, N.J. 1988. Economic injury level model for tarnished plant bug, *Lygus lineolaris* (Palisot de Beauvois) (Hemiptera: Miridae), in strawberry fields. *Environmental Entomology* 17(3):581-586.
- MENESES, R.; UZCATEGUI, R.; LASTRA, R. 1989. El Virus del Mosaico Amarillo del Tomate en Costa Rica. Cali, Colombia. XXIX Reunión American Phytopathological Society. Resúmenes. pp 78. (sólo resumen).
- MOLINA, M.; HERNANDEZ, J. 1983. Guía de Producción de Tomate. San José, Costa Rica. Programa de Hortalizas, Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M. 5 pp.
- PEDIGO, L.P.; HUTCHINS, S.H.; HIGLEY, L.G. 1986. Economic levels in theory and practice. *Annual Review of Entomology* 31:341-368.

POLLARD, D.G. 1955. Feeding habits of the Cotton Whitefly, Bemisia tabaci Genn. (Homoptera: Aleyrodidae). *Annals of Applied Biology* 43:664-71.

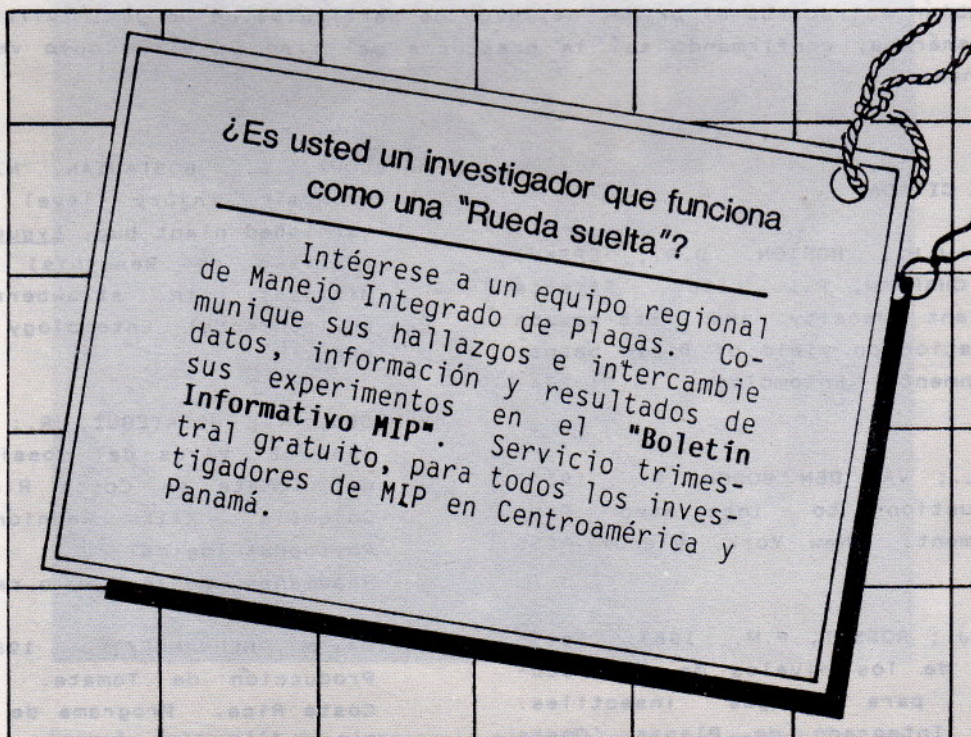
ROSSET, P.M. 1986. Ecological and Economic Aspects of Pest Management and Polycultures of Tomatoes in Central America. Ph.D. dissertation, University of Michigan, 128 pp. Traducción en castellano disponible del Institute for the Development of Agricultural Alternatives, Guild House, 802 Monroe, Ann Arbor, Michigan, 48104, Estados Unidos.

_____. 1988. El manejo de insectos en tomate: algunas anotaciones sobre la

experiencia en Centroamérica. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 7:1-12.

UZCATEGUI, R.C. de; LASTRA, R. 1978. Transmission and physical properties of the causal agent of Mosaico Amarillo del Tomate (Yellow Mosaic). *Phytopathology* 68:985-988.

VAUGHN, M.A.; LEON, G. 1977. Pesticide management on a major crop with severe resistance problems. *Proceedings of the XV international Congress of Entomology (Washington, DC)*: 812-815. □



LOS AFIDOS ALADOS DE LA PAPA Y SU FLUCTUACION POBLACIONAL EN COSTA RICA

Roger Meneses R.*
Rodolfo Amador P.**

ABSTRACT

The main objective of this study was the identification of aphid native species and the population fluctuation in three locations at 2 800, 2 300 and 1 600 m above sea level of the northern zone of Cartago, Costa Rica. The study was carried out between January first, 1987 and December 31, 1988.

Alated aphids were captured using yellow water Moericke-type traps. Two traps were placed in each site at a distance of 20 m between them. Specimens were collected every week and were kept in alcohol 70% until the identification.

Thirtyfour species were identified. The following are reported to be PLRV and PVY vectors in potato: Aphis gossypii, Aulacorthum solani, Lipaphis erysimi, Macrosiphum euphorbiae, Myzus persicae, Myzus ornatus and Rhopalosiphoninus latysiphon. Macrosiphum euphorbiae was the main species in Coliblanco Location (2800) While Myzus persicae was the main species in the other two sites. Both species increased in number during dry and warm periods.

INTRODUCCION

Los áfidos constituyen una de las plagas más importantes de los cultivos hortícolas y en especial de la papa, por su activa participación en la transmisión de virus. Estos por su parte, se han adaptado de maneras tan especiales a ser llevados por los áfidos, que en algunos casos se multiplican en el mismo insecto, como si lo hicieran en la célula vegetal, estableciéndose una verdadera especificidad.

En Costa Rica, Amador (1989) señaló que los virus de mayor importancia económica en el cultivo de la papa eran el enrollamiento de las hojas (PLRV),

* Asistente de Investigación, Proyecto Manejo Integrado de Plagas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Convenio MAG/CATIE. Guadalupe, San José, Costa Rica.

**Jefe, Programa Papa. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica.

el virus X de la papa (PVX), el virus Y de la papa (PVY) y el virus S de la papa (PVS). De ellos, solamente el PVX no es transmitido por áfidos pero se transmite fácilmente en forma mecánica.

El efecto de las enfermedades virosas en el rendimiento de la papa, depende del tipo de virus presente o de la combinación de ellos en una determinada planta. La mezcla de dos o más virus causa un mayor daño al cultivo que cuando lo hacen individualmente (Salazar 1982).

Una de las medidas recomendadas para el control de las enfermedades virosas dentro de un plan de manejo integrado de plagas es el combate de los vectores. Para ello, es necesario conocer su ciclo biológico y dentro de éste, su período de dispersión durante el año y su fluctuación poblacional.

A la relación de la fluctuación poblacional con los factores del clima se le conoce como dinámica poblacional y su determinación es muy necesaria para participar en un programa de producción de semilla. Sin embargo, en este campo, la acción de los áfidos se puede eludir cultivando a mayor altitud donde la población de este insecto es menor.

Los objetivos de este estudio fueron:

- Conocer la fluctuación poblacional de los áfidos alados, de la zona productora de papa en Cartago, Costa Rica en tres sitios a diferente altura.
- Identificar las especies presentes en el cultivo durante dos años consecutivos, y sus épocas de aparición.
- Relacionar esta información con datos sobre los factores climáticos, a fin de determinar la dinámica poblacional de las especies más importantes de áfidos.

MATERIALES Y METODOS

Sitios. Se seleccionaron tres lugares en la zona norte de Cartago, donde se concentra la mayor cantidad de agricultores de papa en Costa Rica. Estos sitios se encuentran a diferente altitud y se seleccionaron con el objetivo de establecer diferencias entre ellos en relación con el número de especies y de especímenes capturados (Cuadro 1).

CUADRO 1. Características de los sitios seleccionados para el estudio de la dinámica poblacional de áfidos. Cartago, Costa Rica. 1987.

LOCALIDAD	ALTITUD msnm	TEMPERATURA °C	PRECIPITACION mm
Coliblanco	2 800	12.0 (8)	1 497.2 (1)
E.E.C. Durán	2 200	13.8 (12)	1 515.9 (46)
Pacayas	1 600	16.7 (21)	2 309.0 (33)

NOTA: Número entre parentesis indica años utilizados para obtener el promedio.

Captura de áfidos alados. Se utilizaron trampas de agua tipo Moericke, de color amarillo tono Hansa, de forma circular con un diámetro de 30 cm, colocadas dentro del cultivo a una altura de 70 cm sobre la superficie del suelo. Se hicieron perforaciones cerca del borde superior del recipiente amarillo y se cubrieron con una malla fina para favorecer el drenaje en caso de que se desbordara por exceso de lluvia y se perdieran los especímenes capturados. El recipiente se llenó con agua hasta dos cm antes del borde; se le agregaron 2-3 gotas de detergente líquido para reducir la tensión superficial del agua y con ello facilitar la captura de estos insectos. En cada sitio se colocaron dos trampas a una distancia de 20 m entre ellas. Una descripción detallada de estas trampas se puede obtener en el trabajo de Meneses y Amador (1987).

Frecuencia. La recolecta de los áfidos se hizo una vez por semana. Con un pincel fino se retiraron de la trampa y se colocaron en un vial con alcohol al 70% para conservarlos hasta el momento de la identificación.

Identificación. Los especímenes recolectados semanalmente se identificaron y clasificaron mediante las claves de Cermeli (1984), Holman (1974), Remaudiere (1985) y Smith *et al.* (1963).

RESULTADOS Y DISCUSION

Especies recolectadas. La cantidad de especies recolectadas, demuestra la amplia diversidad de áfidos existente en la zona norte de Cartago. En el

primer año, se colectaron 26 especies y en el segundo año aumentó a 34, ampliándose de esta manera el número de especies registradas por Chacón (1980). (Cuadro 2).

CUADRO 2. Afidos colectados en tres localidades de la zona norte de Cartago, Costa Rica 1987-1988.

ESPECIE	VECTOR DE		LOCALIDADES		
	PLRV	PVY	1	2	3
* 1. <i>Acyrtosiphum bidenticola</i>				X	
2. <i>Aphis citricola</i>				X	
* 3. <i>Aphis Coreopsidis</i>				X	
4. <i>Aphis craccivora</i>				X	
5. <i>Aphis gossypii</i>	XX			X	
6. <i>Aphis illinoisensis</i>				X	
* 7. <i>Aphis middletoni</i>					X
8. <i>Aphis neri</i>					X
9. <i>Aphis sp.</i>			X	X	
10. <i>Aulacorthum solani</i>	XX	XX	X	X	
11. <i>Brachycaudus helichrysi</i>			X		
12. <i>Brachycaudus rumexicolens</i>			X	X	
*13. <i>Brevicoryne brassicae</i>			X		
14. <i>Capitophorus hippophaes</i>			X	X	
15. <i>Capitophorus eleagni</i>			X		
16. <i>Cavariella aegopodii</i>			X	X	
*17. <i>Dactynotus tuataiae</i>			X		
18. <i>Hyperomyzus lactucae</i>			X	X	
19. <i>Lipaphis erysimi</i>		XX	X	X	
20. <i>Macrosiphum euphorbiae</i>	XX	XX	X	X	X
*21. <i>Macrosiphum salviae</i>			X		
22. <i>Microparsus olivei</i>					X
23. <i>Myzus ornatus</i>	XX		X	X	X
24. <i>Myzus persicae</i>	XX	XX	X	X	X
25. <i>Pentalonia nigronervosa</i>			X	X	X
*26. <i>Picturaphis brasiliensis</i>				X	
27. <i>Rhopalosiphum maidis</i>			X	X	X
28. <i>Rhopalosiphum nymphaeae</i>				X	
29. <i>Rhopalosiphum rufiabdominalis</i>				X	X
*30. <i>Rhopalosiphum staphyleae</i>				X	
31. <i>Rhopalosiphum latysiphon</i>	XX			X	
32. <i>Sipha flava</i>					X
33. <i>Tetraneura nigriabdominalis</i>					X
34. <i>Toxoptera aurantii</i>				X	X

* Especies nuevas colectadas en 1988

Localidades:

1. Coliblanco	2 800 msnm
2. Ext. Exp. CD-MAG	2 200 msnm
3. Pacayas	1 600 msnm

Varias de las especies capturadas han sido mencionadas por Kennedy et al. (1962) como vectoras de virus de papa, principalmente del Virus del Enrollamiento de la Papa (PLRV) y del Virus Y de la Papa (PVY), (Cuadro 2).

Como uno de los logros de este trabajo, por primera vez se destaca en Costa Rica la especie Microparsus olivei (Smith y Tuatay).

En la localidad de Coliblanco (2 800 msnm) se recolectaron pocas especies en comparación con los otros sitios; se encontró Myzus persicae, M. ornatus y Macrosiphum euphorbiae, especies vectoras de los virus mencionados antes. En la Estación Experimental Carlos Durán del Ministerio de Agricultura y Ganadería (1 600 msnm) el número de especies recolectadas aumentó sustancialmente y dentro de estas, todas las que se han informado como vectoras de los virus PLRV y PVY.

El número de especies mencionadas para Pacayas (1 200 msnm) es menor que en la Estación Experimental Carlos Durán (MAG). Sin embargo, en este lugar se localizaron las especies más importantes en la transmisión de virus.

Fluctuación poblacional. Como la especie más importante se consideró M. persicae, por su alta eficiencia en la transmisión de virus en papa y en otros cultivos hortícolas y frutales (Kennedy et al. 1962).

En el presente estudio, esta especie fue la de más alta captura, en mayores cantidades en la EECD (MAG) y en Pacayas, no así en Coliblanco, en donde fue superada por Macrosiphum euphorbiae.

Durante 1987, la fluctuación de la población de áfidos en Coliblanco demostró, su mayor incremento entre las semanas 20 a la 36 (Fig. 1). Coincidiendo con la última semana, las lluvias se intensifican, así los áfidos alados no se volvieron a capturar y se presentaron nuevamente en el período comprendido entre las semanas 47 y 52, cuando las lluvias vuelven a disminuir.

Del total de áfidos capturados en Coliblanco, el 54% correspondieron a M. euphorbiae y un 26% a M. persicae. Barlow (1962) menciona que M. euphorbiae se adapta mejor que M. persicae a las temperaturas bajas y que este factor ejerce una fuerte influencia sobre el tamaño de las poblaciones de áfidos.

En 1988, la fluctuación de la población de áfidos en este lugar varió con respecto al año anterior por cuanto las primeras colectas se iniciaron en el primer mes del año y continuaron casi sin interrupción hasta la semana 30. Unas pocas recolectas se realizaron hasta antes de la semana 40 y no aparecieron más áfidos alados durante el resto del año (Fig. 2).

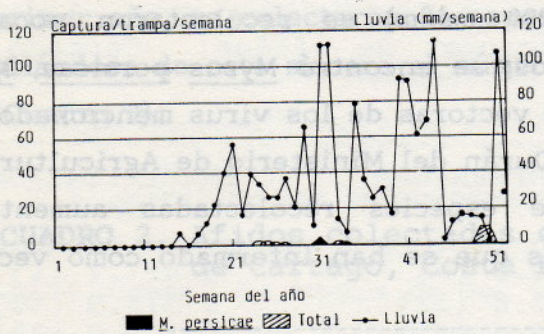


Fig. 1. Captura semanal de *Myzus persicae* y del total de áfidos en Coliblanco - 1987.

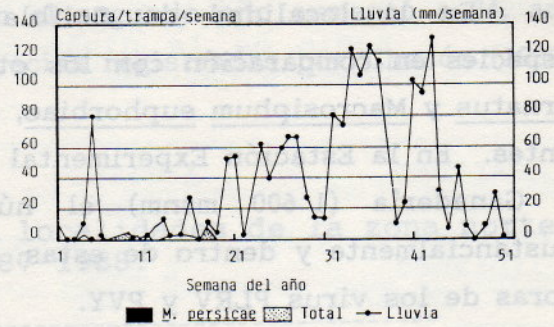


Fig. 2. Captura semanal de *Myzus persicae* y del total de áfidos en Coliblanco - 1988.

En la EECD (MAG), la fluctuación de la población de los áfidos durante 1987, mostró una alta frecuencia de estos durante el período comprendido entre las semanas 0 a la 20, de la 30 a la 45 y luego durante las semanas 48 a 50. La población total de áfidos disminuyó al llegar la lluvia (Fig. 3). Sin embargo un análisis de correlación entre el número total capturado y algunas variables climáticas no indicó ninguna relación significativa entre estos dos factores (Cuadro 3).

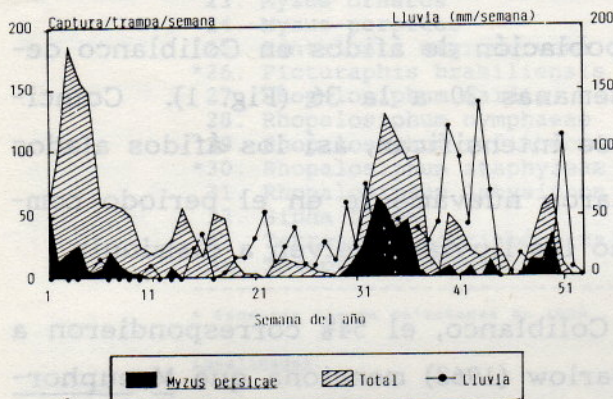


Fig. 3. Captura semanal de *Myzus persicae* y del total de áfidos en la Estación Experimental Carlos Durán - 1987.

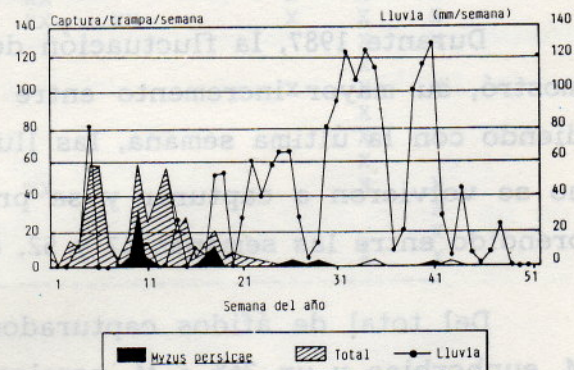


Fig. 4. Captura semanal de *Myzus persicae* y del total de áfidos en la Estación Experimental Carlos Durán - 1988.

Del total capturado en este lugar, un 34% correspondió a la especie *M. persicae* y apenas un 2% a *M. euphorbiae*. En el restante 64% las especies más frecuentes fueron algunas pertenecientes al género *Aphis*, así que la fauna de áfidos es muy diferente a la observada en Coliblanco.

CUADRO 3. Matriz de correlación de algunas variables de clima con la población total y de Myzus persicae en la Est. Exp. Carlos Durán. Cartago. 1987.

	<u>M. persicae</u>	Total de áfidos	Lluvia mm	Temperatura (°C)		
				máx	mín	media
<u>Myzus persicae</u>	1.0					
Total de áfidos	0.58	1.0				
Lluvia	-0.0658	-0.20				
T° máxima	-0.13	-0.0764	-0.19	1.0		
T° mínima	-0.0914	-0.4	0.16	0.46	1.0	
T° media	-0.13	-0.26	-0.039	0.89	0.82	1.0

En 1988 se encontró una situación diferente tanto en la distribución anual como en la cantidad de especímenes colectados. La población fluctuó entre la semana 0 a la 40 y de ahí en adelante no hubo capturas (Fig. 4). Se observa en la misma figura que la mayor captura no fue superior a 30 por semana, pero resulta interesante que la población de M. persicae mostró una alta correspondencia con la población total, y la lluvia en este período fue menor en comparación con el resto del año en el cual también hubo una escasa recolección de áfidos alados.

La fluctuación poblacional de áfidos en Pacayas fue similar a la de los sitios antes mencionados (Fig. 5). En 1987 se observó una mayor concentración de ellos en la segunda parte del año, mientras que en 1988 ocurrió en el primer semestre, Fig. 6. En ambos casos existió una aparente relación con la presencia de la lluvia, aspecto que deberá investigarse más a fondo.

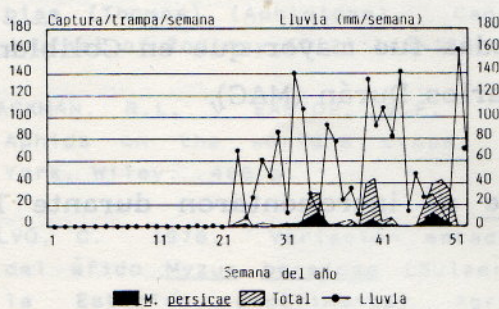


Fig. 5. Captura semanal de Myzus persicae y del total de áfidos en Pacayas - 1987

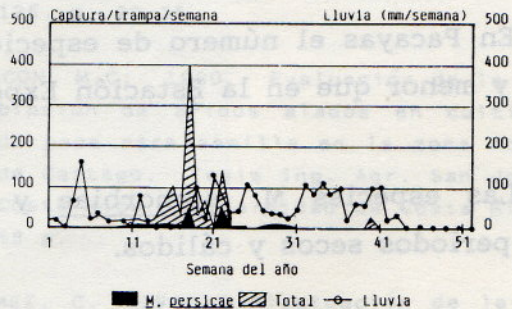


Fig. 6. Captura semanal de Myzus persicae y del total de áfidos en Pacayas - 1988.

Del total de áfidos capturados en Pacayas, un 35% correspondió a M. persicae y un 1% a A. solani, ambas especies son importantes en la transmisión del PLRV y PVY. Al igual que en la EECD, un alto porcentaje de especímenes del género Aphis se encuentra dentro del 64% que comprende a otras especies.

CONCLUSIONES

- La menor población de áfidos se presentó en la localidad de Coliblanco, tanto en la variedad como en el número de especímenes recolectados. Por lo tanto, de las localidades estudiadas, es la más recomendable para la siembra de semilla de papa.
- De un total de 34 especies recolectadas en los sitios estudiados, solamente ocho, se capturaron en la EECD a 2 200 msnm.
- En los tres sitios se recolectaron especies de áfidos vectores de los virus PLRV y PVY. Sin embargo, la cantidad de ellos fue muy baja en la localidad de Coliblanco a 2 800 msnm.
- La precipitación anual en los años 1987 y 1988 fue diferente tanto en la cantidad como en su distribución, lo cual afectó la fluctuación de la población de áfidos.
- En la Estación Experimental Carlos Durán (MAG), fue mayor el número de áfidos recolectados y las especies involucradas.
- En Pacayas el número de especies recolectadas fue mayor que en Coliblanco y menor que en la Estación Experimental Carlos Durán (MAG).
- Las especies M. euphorbiae y M. persicae se incrementaron durante los períodos secos y cálidos.
- M. euphorbiae es la especie más importante en Coliblanco, mientras que M. persicae lo es en Pacayas y en la Estación Experimental Carlos Durán (MAG).

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo la identificación de las especies de áfidos prevalentes y su fluctuación poblacional en tres localidades de la zona norte de Cartago, ubicadas a 2 800, 2 300 y 1 600 msnm, durante el período comprendido entre el 1º de enero de 1987 y el 31 de diciembre de 1988.

Para la captura de áfidos alados se utilizaron trampas de agua, amarillas tipo Moericke. En cada localidad se instalaron dos trampas a una distancia de 20 metros entre sí. Se colectaron los áfidos semanalmente colocándolos en alcohol al 70% para preservarlos hasta su identificación.

En las zonas bajo estudio se identificaron 34 especies de áfidos, de las cuales Aphis gossypii, Aulacorthum solani, Lipaphis erysimi, Macrosiphum euphorbiae, Myzus persicae, Myzus ornatus y Rhopalosiphoninus latysiphon son reportados como vectores de RLRV o PVY en papa. Macrosiphum euphorbiae es la especie más importante en Coliblanco (2 800 msnm) mientras que Myzus persicae lo es en las otras dos localidades, observándose que en los períodos secos y cálidos del año se incrementa significativamente la población de ambas especies.

LITERATURA CONSULTADA

- AMADOR, R. 1989. Enfermedades virosas de la papa In Memoria. Segundo Curso Nacional sobre "Tecnología de Producción de la Semilla de Papa". Cartago, Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Programa Nacional de Papa-MAG, Programa Regional Cooperativo de Papa (PRECODEPA). Cartago, Costa Rica.
- BARLOW, C. 1962. The influence of temperature on the growth of experimental populations of Myzus persicae (Sulzer) and Macrosiphum euphorbiae (Thomas) (Aphididae). Canadian Journal of Zoology 40(2):145-156.
- BLACKMAN, R.L. y EASTOP, V.F. 1985. Aphids on the world's crops. New York. Wiley. 466 p.
- CALVO, C. 1978. Variación estacional del áfido Myzus persicae (Sulzer) en la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. Facultad de Agronomía. 27 p.
- CERMELI, M. 1984. Claves para la identificación de áfidos capturados en trampas en Venezuela. Maracay, Venezuela. FONAIAP-CENIAP-Instituto de Investigaciones Agronómicas. Serie A, No.2-02. 162 p.
- _____. 1987. Control de áfidos plagas en Venezuela. In Curso de Afidos. Panamá. Artículos selectos sobre áfidos y su importancia económica en la agricultura de Centroamérica. J. Pinochet y D. Quintero (eds.). CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 125. p. 20-35.
- CHACON, M.C. 1980. Evaluación de la población de áfidos alados en cultivos de papa para semilla en la zona norte de Cartago. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. 68 p.
- GOMEZ, C. 1987. Fluctuación de la población de áfidos e incidencia de virus "Y" en el tabaco, en el Cantón de Pérez Zeledón, Provincia de San José,

- Costa Rica. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. Facultad de Agronomía. 80 p.
- HARRIS, K.F. y MARAMOROSCH, K. 1980. Vectors of plant pathogens. New York. Academic. 467 p.
- HOLMAN, J. 1974. Los áfidos de Cuba. La Habana. Instituto Cubano del Libro. 304 p.
- KENNEDY, J.S.; DAY, M.F. y EASTOP, V.F. 1962. A conspectus of aphids as vectors of plant viruses. London. Commonwealth Institut of Entomology. 111 p.
- LASTRA, R. 1987. Transmisión de virus por insectos. In Curso de áfidos. Panamá. Artículos selectos sobre áfidos y su importancia económica en la agricultura de Centroamérica. J. Pinochet y D. Quintero (eds.). CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 125. p. 56-62.
- MENESES, R. y AMADOR, R. 1987. Evaluación preliminar de la fluctuación de áfidos en la zona norte de Cartago, Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas, (Costa Rica) No.5:15-20.
- NIETO, J.M. 1974. Aphidinea de la Cordillera Central y Provincia de Salamanca. Madrid. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. 167 p.
- REMAUDIÈRE, G. 1985. Contribution a l'ecologie des aphides africains. Etude FAO, Production Vegetable et Protection des Plantes, No. 64, 214 p.
- SALAZAR, L. 1982. Manual de enfermedades virosas de la papa. Lima, Perú. Centro Internacional de la Papa. 111 p.
- SMITH, C.F.; MARTORELL, L.F. y PEREZ, M.E. 1963. Aphididae of Puerto Rico. Rio Piedras. Agr. Exp. Stn. University of Puerto Rico. Technical paper No.37. 121 p.
- STARY, P. 1967. Biology of the aphids parasites with respect to integrated control. The Hague. W. Junk. p.
- _____. 1970. Biology of the aphids parasites with respect to integrated control. The Hague. W. Junk. 643 p.
- VAN EMDEN, H.F. 1972. Aphid Technology. London. Academic. 344 p. □

¡ FOTOCOPIAS GRATIS !

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

UNICOS REQUISITOS:

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

MONITOREO DE AFIDOS Y SU RELACION CON EL PROGRAMA DE SEMILLA DE PAPA EN COSTA RICA

Roger Meneses R.*

ABSTRACT

In spite of its small size and sensibility in the presence of farm chemicals, the aphids are a pest that affect many crops when are vectors of virus diseases.

On the potato crop, the virus are considered one of the pests affecting the production more seriously and most of these are transmitted by aphids.

This paper describes some of the more common methods used to measure the infestation of aphids inside a potato crop. Biological and ecological aspects are described too.

As an example, is presented one of the methods used to know the variability of the aphid population as well as the predominant species in the potato zone.

INTRODUCCION

Los áfidos son relevantes en el cultivo de la papa, debido a su relación con el proceso de transmisión de virus y por considerables los vectores principales de algunos de ellos.

Es importante combatir los áfidos en las siembras de papa para semilla, ya que los virus transmitidos por ellos reducen la producción de tubérculos, así como el desarrollo y la densidad de plantas por hectárea. Además, la calidad de los tubérculos reservados para semilla, se ve afectada en cada nueva siembra, por efecto de la degeneración.

Siendo tan significativo el papel que estos insectos desempeñan en la producción de papa, resulta necesario conocer de algunas de sus características.

*Agrónomo, Proyecto MIP-CATIE/MAG. San José, Costa Rica.

En este documento se describen aspectos biológicos y ecológicos de los áfidos, así como algunos métodos utilizados para su monitoreo o detección y la utilidad de éstos de acuerdo con sus diferentes objetivos.

El presente trabajo va dirigido a aquellos profesionales de la agronomía interesados en el comportamiento de los áfidos con el fin de que, a través de un mejor conocimiento, se les facilite su prevención y combate, utilizando el monitoreo como una de las herramientas.

Se presenta al final y a manera de ejemplo uno de estos métodos de monitoreo, mediante el cual se logró conocer la variabilidad poblacional de áfidos de una zona productora de papa, así como las especies predominantes.

Características biológicas. El ciclo de vida de los áfidos presenta muchas variaciones motivadas por las diversas adaptaciones que sufren y que les ha permitido sobrevivir bajo diferentes circunstancias.

Alcanzan poblaciones numerosas en corto tiempo, debido a que poseen la capacidad de reproducirse rápidamente por partenogénesis, a su condición polimórfica, es decir, que pueden tener la forma áptera y alada simultáneamente y porque tienen la capacidad de alimentarse de diferentes hospederos (Holman 1974).

La figura 1, ilustra el ciclo de vida típico de un áfido de la región de clima templado, e incluye las condiciones ambientales que obligan a los áfidos a pasar el invierno en su forma de huevo con alternancia de hospederos. En la región tropical, el ciclo de vida de los áfidos cambia sustancialmente, al no haber necesidad del estado de huevo y porque los hospedantes alternos no deben ser necesariamente especies arbustivas perennes. De ahí que, en Costa Rica, encontraremos solamente colonias formadas por hembras virginóparas ápteras o aladas reproducidas partenogenéticamente.

Las hembras aladas al llegar a una planta huésped inician la colonia, produciendo áfidos ápteros. Luego, al aumentar el número de estos y porque se reduce la cantidad y la calidad del alimento conforme se topan unas con otras, se inicia el estímulo para la formación de las alas, debido a la disminución de la hormona juvenil en la hemolinfa del insecto (Harris y Maramorosch 1980).

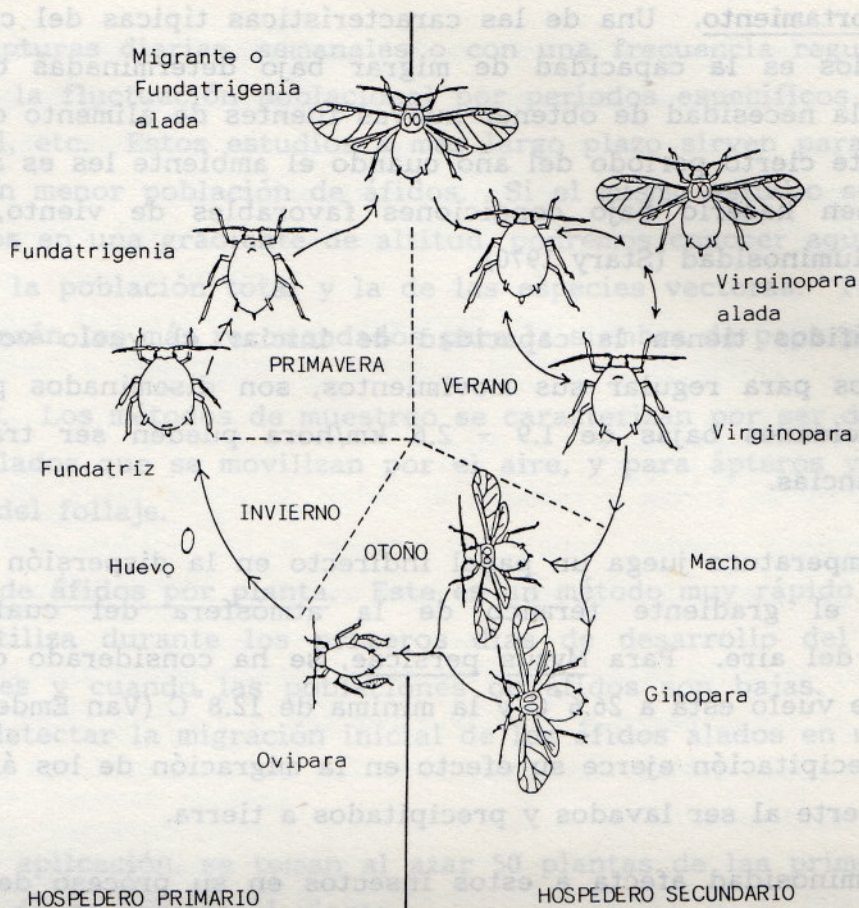


Fig. 1. Ciclo de vida de los áfidos.
Tomado de Cermeli (1984).

Las formas aladas jóvenes son las encargadas de buscar fuentes alternativas de alimento e iniciar la nueva colonia. La distancia recorrida depende de las condiciones ambientales, de la velocidad del viento y de la intensidad lumínica. Al iniciar el vuelo, son atraídos por la luz ultravioleta del cielo. Al cabo de un tiempo de vuelo, esta atracción cambia hacia la radiación proveniente de la tierra, particularmente los rayos infrarrojos. Cerca de la superficie terrestre se orientan hacia el color verde amarillento de las plantas y su disposición sobre el suelo.

En resumen, el ciclo de vida de los áfidos es influenciado por factores como: temperatura, humedad relativa, fotoperíodo, condiciones fisiológicas y microclimáticas de la planta hospedante, además de algunas características intrínsecas de cada especie de áfidos. Las formas pueden ser aladas o ápteras, machos o hembras, ovíparas o partenogenéticas vivíparas.

Comportamiento. Una de las características típicas del comportamiento de los áfidos es la capacidad de migrar bajo determinadas circunstancias, tales como la necesidad de obtener nuevas fuentes de alimento o la de sobrevivir durante cierto período del año cuando el ambiente les es adverso. Para migrar, deben hacerlo bajo condiciones favorables de viento, temperatura, humedad y luminosidad (Stary 1970).

Los áfidos tienen la capacidad de iniciar el vuelo voluntariamente. Incapacitados para regular sus movimientos, son diseminados por el viento; aún a velocidades bajas de 1.9 - 2.6 km/hora pueden ser transportados a largas distancias.

La temperatura juega un papel indirecto en la dispersión de los áfidos al afectar el gradiente térmico de la atmósfera del cual depende el movimiento del aire. Para Myzus persicae, se ha considerado que la máxima actividad de vuelo está a 26.6°C y la mínima de 12.8°C (Van Emden 1972).

La precipitación ejerce su efecto en la migración de los áfidos, ella les causa la muerte al ser lavados y precipitados a tierra.

La luminosidad afecta a estos insectos en su proceso de búsqueda de nuevos hospedantes, a través de la atracción de las ondas de luz y de la respuesta visual al color. En el primer caso, y tal como se menciona arriba, las ondas cortas los atraen hacia el cielo y después de unas horas son repelidos por ellas siendo entonces atraídos por los colores de onda larga. Los colores más cercanos a la luz infrarroja, particularmente el verde amarillento, es en principio el que ejerce mayor atracción ya que al encontrarse más cerca del suelo el amarillo es el color preferido (Harris y Maramorosch 1980).

Características ecológicas. La razón para muestrear los áfidos es la de investigar su migración. Esta a su vez tiene varios objetivos: primero estudiar la población, su dinámica, el efecto de los plaguicidas, su movimiento y dispersión, y la epidemiología de las enfermedades virales; y en segundo término, estudiar el manejo de las plagas.

El monitoreo de los áfidos tiene que ver con su captura en un momento dado, utilizando la información adquirida con fines de predicción y de aviso a los productores para que se tomen las medidas de prevención correspondientes.

Las capturas diarias, semanales o con una frecuencia regular, permite el estudio de la fluctuación poblacional por períodos específicos de carácter anual, bianual, etc. Estos estudios a más largo plazo sirven para identificar las épocas con menor población de áfidos. Si el mismo estudio se realiza en sitios ubicados en una gradiente de altitud, podremos conocer aquellos en los que es menor la población total y la de las especies vectoras. Por lo tanto, estos sitios serán los más recomendados para la siembra de papa para semilla.

Métodos. Los métodos de muestreo se caracterizan por ser de dos tipos: para áfidos alados que se movilizan por el aire, y para ápteros y alados que están dentro del follaje.

Conteo de áfidos por planta. Este es un método muy rápido y eficiente, el cual se utiliza durante los primeros días de desarrollo del cultivo, en plantas jóvenes y cuando las poblaciones de áfidos son bajas. Su objetivo principal es detectar la migración inicial de los áfidos alados en un campo de papa.

Para su aplicación, se toman al azar 50 plantas de las primeras hileras del borde por donde penetra el viento.

Se debe tener cuidado de remover lo menos posible las plantas, porque algunas especies de áfidos tienden a desprenderse y caer al suelo inadvertidamente.

Conteo de áfidos por hoja. Esta técnica se emplea en aquellas situaciones en que no es posible realizar la visita de observación y cuando las plantas se encuentran en un estado de desarrollo avanzado.

Para el empleo de este método se consideran 50 plantas tomadas al azar y de ellas se observa una hoja de la parte superior, media e inferior.

En los lugares donde las virosis del tipo no persistente o portadas en el estilete son un problema, no basta con el conteo total de áfidos. Es necesario separar aladas de ápteras y dentro de estas últimas separar las alatoideas, con el propósito de que esta información sirva para la predicción del vuelo de los áfidos. Este tipo de muestreo requiere mucho esfuerzo pero es más confiable.

Observación directa. El conteo de los áfidos in situ es preferible a la remoción de partes de la planta como en el método anterior, se ha comprobado su confiabilidad cuando lo que se quiere es un estimado de la población. Este método puede dividirse en varias categorías tales como: por unidad de área, por unidad de tiempo, conteo absoluto, y por escalas.

Uso de trampas. Se utilizan diversos tipos de trampas para el muestreo de áfidos que están llegando al cultivo o simplemente para estimar la población de éstos en el aire.

Aparte de su forma y tamaño, el color de estas juega un papel importante por cuanto pueden repeler o atraer a los áfidos, por esto se ha considerado que las estimaciones con base en ellas son sesgadas.

El color amarillo atrae a ciertas especies con mayor fuerza que a otras. El aluminio, el color negro y el vidrio repelen a algunas especies más que a otras. De la misma forma, las trampas de luz atraen los áfidos y dan medidas sesgadas de su densidad.

El tamaño de la trampa también afecta la cantidad de áfidos atrapados y el número de ellos por unidad de superficie es menor a medida que aumenta el área. Se ha sugerido que algunas especies responden a este factor, lo que puede corregirse utilizando algún valor de compensación.

Las trampas de forma redonda han probado ser las más eficientes, comparadas con las rectangulares o cuadradas debido a que el área de la trampa enfocada por el áfido es la misma desde cualquier dirección en que se encuentre.

Ejemplo. Desde 1986, se realizó en Costa Rica un estudio sobre la variación poblacional de los áfidos capturados en trampas de agua, como apoyo al Programa de Papa del MAG-Costa Rica y la Oficina Nacional de Semillas. Dicho estudio mostró que es grande la variabilidad de especies colectadas en seis localidades de la zona (Cuadro 1).

Del Cuadro 1, se desprende que se han recolectado varias especies vectoras de virus importantes en el cultivo de la papa en los sitios considera-

dos. De ellas, la especie Myzus persicae es la más eficiente como vectora de virus de la papa y otros cultivos, siendo la especie predominante en todos los sitios.

La fluctuación poblacional y la densidad de cada especie capturada se describirá en un trabajo futuro.

CUADRO 1. Variabilidad poblacional de áfidos y su influencia en las virosis de papa. Cartago, Costa Rica. 1987.

ESPECIE	Vector de		Localidades (*)					
	PLRV	PVY	1	2	3	4	5	6
1. <u>Aphis citricola</u>								
2. <u>Aphis craccivora</u>								
3. <u>Aphis gossypii</u>		XX		*	*	*	*	*
4. <u>Aphis illinoisensis</u>				*				
5. <u>Aulacorthum solani</u>	XX	XX		*	*	*	*	*
6. <u>Brachycaudus helichrysi</u>				*	*			
7. <u>Brachycaudus rumexicolens</u>				*	*			*
8. <u>Capitophorus hippophaes</u>				*	*			*
9. <u>Capitophorus eleagni</u>						*		*
10. <u>Cavariella aegopodii</u>				*	*	*	*	*
11. <u>Hyperomyzus lactúcae</u>				*	*			*
12. <u>Lipaphis erysimi</u>	XX			*	*			*
13. <u>Macrosiphum euphorbiae</u>	XX	XX		*	*			*
14. <u>Microparsus olivei</u>								*
15. <u>Myzus persicae</u>	XX	XX	*	*	*	*	*	*
16. <u>Myzus ornatus</u>	XX		*	*	*	*	*	*
17. <u>Pentalonia nigronervosa</u>				*	*			*
18. <u>Rhopalosiphum maidis</u>			*	*	*	*	*	*
19. <u>Rhopalosiphum rufiabdominalis</u>				*	*	*	*	*
20. <u>Rhopalosiphoninus latysiphon</u>	XX		*	*				*
21. <u>Sipha flava</u>				*				*
22. <u>Tetraneura nigriabdominalis</u>						*	*	*

(*) 1. Coliblanco 2 800 msnm 4. Cot 1 800
 2. Prusia 2 600 " 5. Capellades 1 600
 3. EEC - MAG 2 200 " 6. Llano Grande 1 850

RESUMEN

A pesar de su pequeño tamaño y su sensibilidad ante los agroquímicos, los áfidos son una plaga que afecta a muchos cultivos cuando actúa como vector de enfermedades virales.

En el cultivo de la papa, los virus se consideran como una de las plagas que mas afectan su rendimiento y la mayor parte de éstos son transmitidos por áfidos.

En este escrito, se describen algunos de los métodos más comunes que se utilizan para medir la infestación de áfidos dentro de un campo de papa.

También se describen aspectos biológicos y ecológicos de los áfidos, así como algunos métodos utilizados para su monitoreo o detección y la utilidad de éstos de acuerdo a sus diferentes objetivos.

A manera de ejemplo, se presenta uno de los métodos, mediante el cual se conoció la variabilidad poblacional de áfidos de una zona, así como las especies predominantes.

LITERATURA CONSULTADA

- BLACKMAN, R.L. and EASTOP, V.F. 1985. Aphids on the world's crops. New York, Wiley. 466 p.
- BLACKMAN, R.L. and EASTOP, V.F. 1985. Vectors of plant viruses. London. Commonwealth Institut of Entomology. 111 p.
- CALVO, C. 1978. Variación estacional del áfido Myzus persicae (Sulzer) en la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. Facultad de Agronomía. 27 p.
- LASTRA, R. 1987. Trasmisión de virus por insectos. In Curso de áfidos. Panamá. CATIE, Serie Técnica, Informe Técnico No. 125. pp 56 - 62.
- CERMELI, M. 1984. Claves para la identificación de áfidos capturados en trampas en Venezuela. Maracay, Venezuela. FONAIAP-CENIAP-Instituto de Investigaciones Agronómicas. Serie A No 2 - 02. 162 p.
- NIETO, J. M. 1974. Aphidinea de la Cordillera Central y Provincia de Salamanca. Madrid. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. 167 p.
- CERMELI L., M. 1987. Control de áfidos plagas en Venezuela. In Curso de áfidos. Panamá. CATIE, Serie Técnica No. 123. pp 20-35.
- RAMAN, K.V. 1985. Transmisión de virus de papa por áfidos. Boletín de Información técnica 2. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. 23 pp. (Tercera edición revisada).
- GOMEZ, C. 1987. Fluctuación de la población de áfidos e incidencia de virus "Y" en el tabaco, en el Cantón de Pérez Zeledón, Provincia de San José, Costa Rica. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. Facultad de Agronomía. 80 p.
- REMAUDIÈRE, G. 1985. Contribution a l'ecologie des aphides africains. Etude FAO, Production Vegetable et Protection des plantes, No. 64, 214p.
- HARRIS, K.F. y MARAMOROSCH, K. 1980. Vectors of plant pathogens. New York. Academic Press. 467 p.
- SMITH, C.F., MARTORELL, L.F. y PEREZ, M.E. 1963. Aphididae of Puerto Rico. Rio Piedras. Agr. Exp. Stn. University of Puerto Rico. Technical paper No.37. 121p.
- HOLMAN, J. 1974. Los áfidos de Cuba. La Habana. Instituto Cubano del Libro. 304 p.
- STARY, P. 1970. Biology of the aphids parasites with respect to integrated control. The Hague. W.Junk N.V. 643 p.
- KENNEDY, J.S., DAY, M.F. y EASTOP, V.F. 1962. A conspectus of aphids as vectors of plant viruses. London. Academic. 344p □
- VAN EMDEN, H.F. 1972. Aphid Technology. London. Academic. 344p □

LA SISTEMÁTICA APLICADA AL ESTUDIO DE LA BIOLOGÍA DE LOS PARASITOIDES

Paul Hanson*

ABSTRACT

One of the most urgent requirements for the future progress of biological control is increased taxonomic study of parasitoids. It is well known that taxonomy is necessary for the correct identification of parasitoid but it is not well known that the majority of parasitoid species are undescribed. In addition, the classification produced by taxonomic study allows us to integrate the biological diversity shown by parasitoids is impressive: primary parasitoids versus hyperparasitoids, ecto-versus endoparasitoids, egg parasitoids versus larval parasitoids, idiobionts versus koinobionts, etc. The classification allows us to predict the biology of a given parasitoid and therefore provides a guide for the practice of biological control. Examples of this predictive ability are given in this article

INTRODUCCION

La práctica del control biológico de los insectos nocivos consiste en el uso de "enemigos naturales" para reducir las poblaciones de las plagas. Dichos enemigos naturales, o agentes de control biológico, incluyen patógenos, depredadores y parasitoides. La mayoría de los parasitoides son avispas pequeñas (Hymenoptera) pero también se incluyen algunas moscas como los tachinidos (Diptera). Los insectos parasitoides atacan a casi todos los grupos de insectos excepto los insectos acuáticos (ej. larvas de zancudos); también son muy pocos los parasitoides que atacan a los ácaros.

Se pueden manipular los enemigos naturales en tres formas: a través de las importaciones, mediante la cría masiva y por medio de su conservación (DeBach 1964). Aunque el control biológico moderno empezó hace un siglo, todavía hacen falta reglas apropiadas para guiar la práctica. En lo referente a las importaciones, o sea dentro del control biológico clásico, algunos ejemplos históricos son los únicos elementos que se toman como norma para guiar las introducciones de enemigos exóticos (Clausen 1978, Greathead 1986, Quezada 1986, Altieri et al. 1989). En el caso de la cría masiva para liberaciones

* Entomólogo y Profesor. Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

periódicas, también se toma como base la experiencia acumulada (Stinner 1977) pero el tercer tipo de control biológico, la conservación a través de la modificación ambiental, es un campo que requiere mayor experimentación y desarrollo (Powell 1986).

La teoría más utilizada para guiar la práctica de control biológico proviene de modelos matemáticos de la ecología de las poblaciones (Hassel y Waage 1984). Esta teoría ha contribuido a generar varios conceptos importantes, pero aún prevalecen controversias sobre cuestiones básicas. Por ejemplo, sobre la definición de los rasgos que caracterizan los parasitoides que pueden garantizar un mayor grado de éxito (Murdoch *et al.* 1985).

El intento de manipular un sistema biológico no es fácil. Lo cual debe responder a la pregunta: ¿A dónde vamos? Dada la complejidad de los sistemas biológicos es necesario seguir varias líneas de investigación. En este artículo se propone avanzar por el camino que ha sido menos utilizado, el de la taxonomía, o mejor dicho la sistemática. La sistemática no consiste únicamente en la descripción de especies nuevas, la identificación y la clasificación. También propone y genera la organización del conocimiento de varias ramas de la biología lo cual facilita la recuperación de información útil pero de difícil acceso por encontrarse muy dispersa. La mejor clasificación para lograr este objetivo es la clasificación filogenética, o sea la que se fundamenta en la evolución de los organismos (Gauld 1986).

Los siguientes párrafos señalan cómo mediante la sistemática se pueden integrar los hallazgos de varios campos en el estudio de la biología de los parasitoides. Antes de hacerlo, vale la pena indicar los problemas que los taxónomos encuentran, así como los inconvenientes que enfrentan los no taxónomos cuando intentan identificar los parasitoides. La solución de ambos problemas es un aspecto de la mayor importancia para que la práctica del control biológico pueda progresar.

PROBLEMAS TAXONOMICOS

Los fracasos del control biológico, debidos a la falta de estudios taxonómicos o a su difícil acceso a ellos, abundan en la historia. El ejemplo más famoso es el de la escama roja de California, donde el control biológico exi-

toso sufrió un retraso de 50 años debido a una identificación equivocada de sus parasitoides y de su hospedero (DeBach 1964). Además de los errores de identificación hay otros tres problemas taxonómicos que afectan el control biológico: 1) el gran número de parasitoides que aún son desconocidos, 2) hospederos registrados equivocadamente, 3) frecuencia de los cambios en la clasificación y en la nomenclatura.

Parasitoides desconocidos. El problema fundamental es que la mayoría de las especies de parasitoides son totalmente desconocidas. Las personas no taxónomas por lo general no se dan cuenta de la gravedad de este problema ni del número de parasitoides de que estamos hablando. Por ejemplo, se estima que hay más de 60 000 especies de Ichneumonidae en el mundo (Townes comunicación personal), o sea, que sólo una familia de parasitoides contiene más especies que todos los vertebrados. En América Central es probable que solamente hayan sido descritas menos del 5% de las especies de parasitoides. Si el 95% de las especies no tienen nombres científicos, es obvio que es demasiado poco lo que se sabe sobre la mayoría de las especies de parasitoides. En otras palabras, una parte importante de las especies de parasitoides no están disponibles para su empleo en el control biológico debido a que se desconocen. Más preocupante aún, es el hecho de que éstos recursos potenciales están desapareciendo antes de que sean conocidos, debido a la incesante destrucción de los bosques tropicales.

La existencia de esta impresionante cantidad, estimada, de especies de parasitoides, significa que es casi imposible que una persona logre conocerlas todas. Este hecho da aún más importancia a la necesidad de establecer una clasificación que organice los datos en una forma en que se puedan predecir los atributos de las especies que aún no han sido descritas.

Registros equivocados de hospederos. Cuando se están criando parasitoides de un hospedero dado es fácil pasar por alto otros hospederos escondidos en el material. Es difícil, por ejemplo, excluir todas las escamas, áfidos, minadores y huevos cuando se está criando un hospedero en especial. Esto puede provocar que se haga un registro equivocado. Se requiere una crianza cuidadosa de las plagas para verificar los registros en la literatura y para revelar registros nuevos. La mayoría de éstos se refieren a unas cuantas especies que ya han sido bien estudiadas.

Para el desarrollo futuro del tercer tipo de control biológico, conservación de parasitoides endémicos, se deben criar parasitoides de los hospederos silvestres relacionados taxonómicamente con las plagas. Es difícil manipular los parasitoides endémicos cuando no se conocen sus hospederos fuera del cultivo.

Cambios taxonómicos. Quienes trabajan en control biológico o en áreas afines, pero no son taxónomos, por lo general piensan que la taxonomía es simplemente una molestia por las frecuentes variaciones en sus nombres científicos o en la clasificación. A pesar de estos inconvenientes, dichos cambios en la nomenclatura son resultados inevitables de los avances en la clasificación y quienes trabajan en control biológico tienen que estar familiarizados con los cambios más recientes.

CUADRO 1. Correcciones preliminares a la lista de los parasitoides asociados con plagas de cultivos anuales presentada por King y Saunders (1984).

FAMILIA--REFERENCIAS

NOMBRE EN KING Y SAUNDERS	CORRECCION

BRACONIDAE--Krombein et al. (1979), Mason (1981)	
<u>Apanteles americanus</u> (Lep.)	<u>Cotesia americanus</u> (Lepeletier)
<u>A. caffreyi</u> Mues.	<u>Glyptapanteles caffreyi</u> (Muesbeck)
<u>A. marginiventris</u> (Cress.)	<u>Cotesia marginiventris</u> (Cresson)
<u>A. militaris</u> (Walsh)	<u>Glyptapanteles militaris</u> (Walsh)
<u>Chelonus texanus</u> Cress.	<u>Chelonus insularis</u> Cresson

ICHNEUMONIDAE--Gauld (comm. pers.)	
<u>Angita</u>	<u>Diadegma</u>
<u>Coelichneumon</u>	<u>Tricholabus</u>
<u>Eiphosoma annulatum</u> Cress.	<u>Eiphosoma dentator</u> (Fabricius)
<u>Horogenes</u> sp.	<u>Diadegma</u>
<u>Limnerium</u>	<u>Campeletis</u>
<u>Porizon</u>	<u>Probablemente Diadegma</u>

APHELINIDAE--Hayatt (1988)	
<u>Prospaltella</u>	<u>Encarsia</u>

ENCYRTIDAE--Krombein et al. (1979)	
<u>Encyrtus anasae</u> Ashm.	<u>Ooencyrtus anasae</u> (Ashmead)

CHALCIDIDAE--Krombein et al. (1979)	
<u>Smiera</u>	<u>Chalcis</u>

EULOPHIDAE--DeSantis (1979), Krombein et al. (1979)	
<u>Pachyscapha</u>	<u>Euplectris</u>
<u>Pleurotropis</u>	<u>Pediobius</u>
<u>Thripoctenus brui</u> Vuillet	<u>Ceranisis menes</u> (Walker)

TRICHOGRAMMATIDAE--Dout y Viggiani (1968)	
<u>Abbella</u>	<u>Paracentrobia</u>
<u>Brachistella</u>	<u>Paracentrobia</u>

TIPHIIDAE--Krombein et al. (1979)	
<u>Elis</u>	<u>Myzinum</u>

TACHINIDAE--Wood (1987)	
<u>Bonnetia</u>	<u>Linnaemya</u>
<u>Hyalomyodes</u>	<u>Strongygaster</u>
<u>Paratheresia</u>	<u>Sillaea</u>

Frecuentemente los cambios en la clasificación tienen un sentido biológico. Un buen ejemplo de esto es el género Apanteles Foerster, el cual es de gran importancia en el control biológico de Lepidoptera. Este género reunía más de 1 000 especies pero Mason (1981) dividió el género (Cuadro 1). Los nuevos géneros Cotesia y Glyptapanteles pertenecen a un grupo donde las especies poseen ovipositor corto, atacan macrolepidopteros y muchas son gregarias, mientras que el género Apanteles, en la nueva nomenclatura ahora más restringida, pertenece a un grupo que se caracteriza por su ovipositor largo, atacan microlepidopteros y no hay especies gregarias. El ovipositor largo está asociado con el ataque de microlepidopteros porque ellos generalmente se esconden en el tejido de la planta (como tejedores de hojas) y un ovipositor largo permite a los parasitoides poderlos alcanzar.

Dada la existencia de los registros equivocados de hospederos y de los cambios taxonómicos, no es sorprendente que existan errores en la literatura. En una revisión de la literatura sin verificación práctica, es más fácil perpetuar errores que suprimirlos o corregirlos y por lo tanto siguen un proceso acumulativo. El libro de King y Saunders (1984) hizo un gran servicio en la compilación de los registros de parasitoides de las plagas de cultivos anuales, pero como sucede con casi todos los libros, repitieron errores que existían en la literatura aún cuando algunos nombres ya habían sido afectados por cambios taxonómicos recientes (Cuadro 1). No es apropiado culpar a los autores por esta situación, pues ésta es una área que concierne solamente a los taxónomos especialistas, quienes están en capacidad de corregir muchos de dichos errores.

LA IDENTIFICACION DE LOS PARASITOIDES

La identificación es la parte de la taxonomía con la cual el trabajador en control biológico se involucra más directamente. Su importancia radica en que es necesaria para buscar información previa en la literatura y para relacionar su propia investigación con las de otros especialistas. Es preferible la identificación hasta la especie y para lograrlo casi siempre se requiere el envío de los especímenes a un taxónomo especialista. Para identificar por lo menos hasta el género, se necesita el acceso a tres recursos: 1) a la literatura taxonómica, 2) a una colección de referencia y 3) a personas con c

pacitación y experiencia en la identificación. Lastimosamente estos recursos son muy escasos en América Central, por esta razón, se depende en muy alto porcentaje, del envío de especímenes al exterior para su identificación, lo cual atrasa el proceso y el resultado de las investigaciones.

El instrumento taxonómico más valioso para quien trabaja en control biológico es la clave ilustrada. Desafortunadamente muchos grupos importantes aún carecen de claves para la identificación de los géneros y especies, particularmente con respecto a la fauna de América Latina (Cuadro 2). A veces las claves para Norteamérica son más o menos aplicables en América Central ej. Tachinidae, (Wood, comunicación personal) pero en otros casos no son apropiadas porque excluyen muchos de los géneros típicos de la región, ej. Mymaridae. En América Central se requieren más estudios taxonómicos sobre grupos como Braconidae-Microgasterinae (Apanteles y géneros relacionados), Ichneumonidae-Campoplegiinae (Campopletis, Diadegma, Microcharops, etc.), Eulophidae y Scelionidae-Telenominae.

CUADRO 2. Las claves taxonómicas para la identificación de los géneros de los parasitoides.

TAXA	IDENTIFICACION	REGION
BRACONIDAE	Marsh <u>et al.</u> , 1987	Norte América
Microgastrinae	Mason, 1981	el mundo
ICHNEUMONIDAE	Townes y Townes, 1966	América Latina
Ophioninae	Gauld y Lanfranco, 1988	" "
APHELINIDAE	Hayatt, 1983	el mundo
<u>Aphytis</u> *	Rosen y DeBach, 1979	" "
ENCYRTIDAE	Noyes, 1980	América Latina
<u>Oencyrtus</u> *	Noyes, 1985	" "
MYMARIDAE	Schauff, 1984	Hemisferio Norte
TRICHOGRAMMATIDAE	Doutt y Viggiani, 1968	el mundo
SCELIONIDAE	Masner, 1976	" "
VINIDAE *	Olmi, 1984	" "
INIDAE	Wood, 1987	Norteamérica

es para la identificación de las especies.

LOS TIPOS DE PARASITOIDES

Históricamente se han distinguido varias categorías de parasitoides basadas en sus rasgos biológicos: parasitoides primarios versus parasitoides secundarios (hiperparasitoides); parasitoides solitarios versus gregarios; endoparasitoides versus ectoparasitoides. También se pueden dividir los parasitoides según el estadio del hospedero atacado (huevo, larva, pupa o adulto). El conocimiento pleno de estas características biológicas puede ser muy útil para la aplicación del control biológico. Esta información se puede conseguir de la clasificación, para así poder predecir la distribución taxonómica de los diferentes tipos de parasitoides.

Hiperparasitoides. De la clasificación se puede predecir cuáles parasitoides ofrecen más riesgo para efectos de la importación. Por ejemplo en los casos de un Braconidae o un Tachinidae no hay motivo de preocupación, porque los hiperparasitoides en estas familias son casi inexistentes. En cambio si se trata de las familias Chalcididae, Encyrtidae, Eulophidae, Eupelmidae, etc. el proceso de identificación tiene que ser más detallado a fin de determinar si los especímenes en cuestión son parasitoides primarios o hiperparasitoides (Sullivan 1987). El reconocimiento de los hiperparasitoides es fundamental en la práctica del control biológico clásico y su importación accidental debe prevenirse a través de las medidas de cuarentena.

Algunos miembros de la familia Aphelinidae muestran un tipo especial de hiperparasitismo que confundió por muchos años, a quienes desarrollaban trabajos en control biológico. Solo fue posible criar algunas especies de esta familia, cuando se conoció el hecho extraño de que los machos son hiperparasitoides de las hembras; aún no se sabe cómo criar otras especies de esta familia (Viggiani 1984).

Estadio Atacado. Algunos grupos son muy uniformes con respecto al estadio del hospedero atacado. Así por ejemplo, todas las especies de Mymaridae, Trichogrammatidae y Scelionidae son parasitoides de huevos. En general, hay pocos parasitoides del estadio adulto de hospederos holometabolos (ej. algunas especies de la subfamilia Euphorinae en Braconidae atacan adultos de Coleoptera). En cambio son muy comunes los parasitoides de larvas.

CUADRO 3. Distribución taxonómica de algunas características de parasitoides: ecto- versus endoparasítico, idio- versus koinobionte, estadio del hospedero atacado y hospederos. La lista no es completa (*).

	ECTOPARASITOIDE	ENDOPARASITOIDE
	HUEVO no se conoce	HUEVO algunas Encyrtidae - L (Ej. <u>Ooencyrtus</u>) Mymaridae - C, Ho, He Trichogrammatidae - C, D, He, L Scelionidae - C, He, L
IDIO- BIONTE	LARVA Braconinae (Bra)-C, L Doryctinae (Bra)-C algunas Rogadinae (Bra)-C, D, L	LARVA algunas Eulophidae - D, L (Ej. <u>Chrysocharis</u> spp.)
	PUPA Phygadeuontinae (Ich)-C, D, L	PUPA algunas Pimplinae (Ich) - L
	HUEVO/LARVA no se conoce	HUEVO/LARVA Cheloninae (Bra.) - L
	LARVA/LARVA Tryphoninae (Ich)-L algunas Eulophidae-L (ej. <u>Euplectrus</u>)	LARVA/LARVA Agathidinae (Bra) - L Macrocentrinae (Bra) - L Microgasterinae (Bra) - L algunas Rogadinae (Bra) - L Campopleginae (Ich) - L Cremastinae (Ich) - L Ophioninae (Ich) - L algunas Encyrtidae - L (Ej. <u>Copidosoma</u>) algunas Tachinidae - L
KOINO- BIONTE	LARVA/PUPA no se conoce	LARVA/PUPA Alysiinae (Bra) - D Opiinae (Bra) - D Ichneumoninae (Ich) - L
	NINFAS Y/O ADULTOS algunas Aphelinidae - Ho (Ej. <u>Aphytis</u>)	NINFAS Y/O ADULTOS Aphidiinae (Bra) - Ho algunas Aphelinidae - Ho algunas Encyrtidae - Ho algunas Tachinidae - He

(*) **Abreviaciones**

Parasitoides: Bra = Braconidae; Ich = Ichneumonidae.
Hospederos: C = Coleoptera; D = Diptera; He = Heteroptera;
Ho = Homoptera; L = Lepidoptera.

En algunos parasitoides la hembra pone sus huevos en un estadio del hospedero y su desarrollo termina en otro estadio (Cuadro 3). Las especies de la subfamilia Cheloninae (Braconidae, ej. Chelonus) ovipositan en el huevo de un lepidoptero, el parasitoide eclosiona dentro de la larva de su hospedero y después, cuando la oruga madura, se retira al lugar en donde empupa, los parasitoides terminan comiéndosela afuera (como un ectoparasitoide) y forman sus propios capullos. Otros grupos ovipositan en la larva y salen posteriormente de la pupa, como la mayoría de las especies de braconidos de la subfamilia Opiinae, las cuales atacan moscas de la fruta, y Alysiinae que atacan dipteros minadores. También hay especies que ovipositan en un estadio larval y salen de otro estadio larval más viejo. Este reconocimiento de los estadios del hospedero ocupado por el parasitoide es útil para intentar

medir el porcentaje de parasitismo. Por ejemplo, si un parasitoide oviposita en el primer estadio larval y sale del tercer estadio, uno tiene que medir porcentaje del parasitismo usando sólo el segundo estadio. Es más complicado medir si entra y sale del mismo estadio (Van Driesche 1983).

Idiobiontes vs. koinobiontes. Los parasitoides que ovipositan en un estadio y salen de otro, o sea aquellos que permiten a su hospedero desarrollarse, fueron bautizados recientemente como "koinobiontes" (Askew y Shaw 1986). En cambio los que entran y salen del mismo estadio y detienen el desarrollo de su hospedero, se llaman "idiobiontes". Ambos tipos de parasitoides incluyen endo- y ectoparasitoides (Cuadro 3). El comportamiento de los idiobiontes en realidad tiene más en común con los depredadores que el de los koinobiontes. La distinción entre los depredadores y los parasitoides idiobiontes es a menudo muy arbitraria, especialmente en aquellos que se alimentan de huevos, la larva de un parasitoide idiobionte se alimenta de sólo un huevo mientras que la larva de un depredador consume varios huevos del hospedero.

Los koinobiontes endoparasíticos son los parasitoides más especializados y tienden a ser relativamente monófagos con respecto al ámbito de hospederos atacados. La razón, es que aquellos parasitoides tienen que vencer las defensas inmunológicas de su hospedero o sea la encapsulación por las células de la hemolinfa (Beckage y Thompson 1986). Los koinobiontes endoparasíticos emplean varias estrategias para afrontar tales defensas. Varias especies de la subfamilia Ichneumoninae ovipositan precisamente en un órgano interno, dejando los huevos ocultos donde no llegan los hemocitos del huésped. En otros grupos, como las subfamilias Microgastrinae y Cheloninae de la familia Braconidae y la subfamilia Campopleginae de la familia Ichneumonidae, la hembra inyecta un virus en su hospedero para incapacitar el proceso de encapsulación. A veces la hembra se equivoca y pone un huevo en un hospedero donde el virus no sirve, y como resultado, el parasitoide es encapsulado y eliminado (Gauld y Bolton 1988).

Otra razón para la especificidad de los koinobiontes endoparasíticos es que, ellos necesitan sincronizar su desarrollo con el de su hospedero a través de hormonas y a veces pueden manipular el sistema endocrino de su hospedero (Beckage 1985). A veces en hospederos que se ocultan para empupar, el para-

siteoide causa un empupado prematuro y así puede reducir el tiempo expuesto a mortalidad (ej. especies de Chelonus). Los parasitoides pueden provocar otros cambios en el comportamiento del huésped. Por ejemplo, en las cochinillas (Homoptera: Pseudococcidae), las que tienen un parasitoide adentro, frecuentemente se esconden en la corteza del árbol (Clausen, 1978) mientras que las cochinillas no parasitadas permanecen en el follaje. Es útil conocer este detalle porque permite medir el porcentaje de parasitismo en las cochinillas.

Los koinobiontes comúnmente entran al estadio adulto listos para ovipositar, y los adultos viven relativamente poco tiempo (Gauld y Bolton 1988). En cambio los adultos de idiobiontes por lo general desarrollan sus huevos lentamente durante una vida más larga. Por lo tanto las hembras adultas de idiobiontes necesitan comer flores (como casi todos los parasitoides) pero también requieren proteínas para desarrollar sus huevos; lo cual consiguen por depredación de su hospedero (Jervis y Kidd 1986). Por ejemplo unas especies que parasitan Liriomyza, como las de Chrysocharis y Diglyphus, son depredadoras en el estadio adulto. Esta depredación a menudo significa que la tasa de mortalidad total causada por el parasitoide es más alta que la tasa de parasitismo.

Los koinobiontes ectoparasíticos (Cuadro 3) necesitan adaptaciones para sobrevivir en las mudas de su hospedero y por lo tanto son más o menos monófagos como los koinobiontes endoparasíticos. En contraste los idiobiontes, endo- y ectoparasíticos, tienden a ser más polífagos (generalistas) porque matan o paralizan permanentemente a su hospedero (no necesitan tantas adaptaciones especializadas).

Es importante conocer, tanto en la teoría como en la práctica, si una especie de parasitoide es monófaga o polífaga. En la cría masiva es más fácil manejar las especies polífagas porque se pueden mantener en hospederos alternos. También en la conservación de los parasitoides endémicos se necesita considerar si la especie en cuestión, es relativamente monófaga o polífaga. Es aún mejor conocer cuáles son los hospederos de un parasitoide dado, pero ésto no es fácil. Se pueden llegar a conocer todas las especies de parasitoides que atacan a un hospedero, pero es muy difícil conocer todos los hospederos de una especie de parasitoide. En el futuro valdría la pena poner una mayor atención en el entorno del cultivo.

¿Cuál es el mejor tipo de parasitoide para el uso en control biológico? Los ecto- o endoparasitoides?, o los idio- o koinobiontes? La respuesta depende del hospedero, del tipo de control biológico y de la situación. Se piensa que la razón por la cuál las especies del género Aphytis (Aphelinidae) han contribuido a tantos éxitos en el control de Diaspididae, es porque estas especies son las únicas ectoparasitoides de esta plaga, lo cual elimina problemas con encapsulación y aparentemente con hiperparasitoides (Rosen y DeBach 1979). Los idiobiontes pueden ser ventajosos porque en muchas especies la hembra se comporta como un depredador (resultando en mortalidad adicional) y porque vive más tiempo. Por otro lado, cuando se quiere un parasitoide bastante monófago, a menudo es mejor usar un koinobionte.

La clasificación permite a quien trabaja en control biológico, predecir las características biológicas de una especie desconocida, si puede identificarla hasta cierto nivel. Por ejemplo si es posible identificar su avispa hasta Microgastrinae (digamos "Apanteles") ya conoce a un endoparasitoide primario de larvas de lepidópteros que permite a su hospedero seguir desarrollándose, y por lo tanto es relativamente monófago. Además conoce que la hembra probablemente inyecta un virus en el hospedero para combatir sus defensas inmunológicas y por lo tanto puede ser encapsulado en hospederos no adecuados. Con más investigaciones biosistemáticas y con la organización de esta información a través de la clasificación, se ampliará la capacidad de predecir la biología de una especie de interés (Quezada 1987).

CONCLUSION

Uno de los requisitos más urgentes para el progreso futuro del control biológico, es el incremento en el desarrollo de estudios taxonómicos de los parasitoides. Es como un taxónomo dijo hace mucho tiempo: "¿Cómo se puede practicar la ganadería si no es posible distinguir las vacas de los caballos?" Desafortunadamente este comentario es también apropiado para el control biológico, debido al estado elemental actual de la taxonomía de los parasitoides. Aún en especies bien conocidas como Diadegma insulare (Cresson) hay escasez de estudios taxonómicos: la taxonomía de este género está en situación caótica y los nombres de las especies son todavía muy tentativos (Gauld, comunicación personal).

Debido a la complejidad de los sistemas biológicos no es posible encontrar formulas sencillas para la práctica del control biológico. En algunas situaciones los depredadores generalistas son mejores, pero en otras circunstancias los parasitoides especialistas son más apropiados. En último caso se requieren parasitoides con un elevado índice de búsqueda de sus hospederos, una significativa tasa de aumento numérico y un alto índice de dispersión con respecto a su hospedero (Murdoch et al. 1985). La taxonomía provee una clasificación con la cuál es posible ordenar esta diversa información biológica. Es necesario integrar los distintos estudios sobre la biología de los parasitoides, los cuales permanecen en las revistas especializadas, a fin de establecer guías o reglas que faciliten y perfeccionen la práctica del control biológico.

RESUMEN

Una de las bases fundamentales necesarias para el progreso futuro del control biológico, es el incremento en los estudios taxonómicos de los parasitoides. Es bien conocido que la taxonomía es necesaria para la identificación correcta de los parasitoides, pero es menos conocido el que la mayoría de las especies de éstos, no tienen nombres científicos. Además, la clasificación puede integrar los hallazgos de varios campos en el estudio de la biología de los parasitoides. La diversidad biológica mostrada por los parasitoides es impresionante: parasitoides primarios versus hiperparasitoides; ecto-versus endoparasitoides; parasitoides de huevos versus parasitoides de larvas; idiobiontes versus koinobiontes, etc. La clasificación nos permite predecir la biología de un parasitoide dado y por lo tanto provee una guía para la práctica de control biológico. Este artículo presenta ejemplos de esta posibilidad y capacidad de predecir con la ayuda de la sistemática.

LITERATURA CITADA

- ALTIERI, M.; KLEIN-KOCH, C.; TRUJILLO, J.; GOLD, C.; CAMPOS, L.; QUEZADA, J. 1989. El control biológico clásico en América Latina en su contexto histórico. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No.12*, p. 82-107.
- ASKEW, R.; SHAW, M. 1986. Parasitoid communities: their size, structure and development. *En* Waage, J. y Greathead, D. (editores), *Insect parasitoids (13th Symposium Royal Entomol. Soc. London)*, Academic Press, p. 225-264.
- BECKAGE, N. 1985. Endocrine interactions between endoparasitic insects and their hosts. *Annual Review of Entomology* 30:371-413.
- _____; THOMPSON, S. (Ed.) 1986. Physiological interactions between endoparasitic insects and their hosts. *Journal of Insect Physiology* 32:249-423.
- CLAUSEN, C. (Ed.) 1978. Introduced parasites and predators of arthropod pests and weeds: a world review. United States Department of Agriculture, *Agriculture Handbook*, No. 480, 545 p.
- DEBACH, P. (Ed.) 1968. Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. Mexico, D.F. Continental, 949 p.
- DESANTIS, L. 1979. Catálogo de los Himenópteros Calcidoideos de América al Sur de los Estados Unidos. La Plata, Argentina. Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, 488 p.
- DOUTT, R.; VIGGIANI, G. 1986. The classification of the Trichogrammatidae (Hymenoptera: Chalcidoidea). *Proceedings of the California Academy of Science* 35:477-586.
- GAULD, I. 1986. Taxonomy, its limitations and its role in understanding parasitoids biology. *En* Waage, J. y Greathead, D. (Eds.), *Insect parasitoids (13th Symposium Royal Entomol. Soc. London)*, Academic Press, p. 1-21.
- _____; BOLTON, B. (Eds.) 1988. The Hymenoptera. British Museum (Natural History), Oxford University Press, Reino Unido, 332 p.
- _____; LANFRANCO, D. 1988. Los géneros de Ophioninae de Centro y Sudamérica. *Revista de Biología Tropical (Costa Rica)* 35:257-267.
- GREATHEAD, D. 1986. Parasitoids in classical biological control. *En* Waage, J. y Greathead, D. (editores), *Insect parasitoids (13th Symposium Royal Entomol. Soc. London)*, Academic Press, p. 290-318.
- HASSELL, M.; WAAGE, J. 1984. Host-parasitoid population interactions. *Annual Review of Entomology* 29:89-114.
- HAYATT, M. 1983. The genera of Aphelinidae (Hymenoptera) of the world. *Systematic Entomology* 8:63-102.
- JERVIS, M.; KIDD, N. 1986. Host-feeding strategies in hymenopteran parasitoids. *Biological Review* 61:395-484.
- KING, A.; SAUNDERS, J. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Administración de Desarrollo Extranjero, Londres, Reino Unido, 182 p.
- KROMBEIN, K.; HURD, P.; SMITH, D.; BURKE, B. (Eds.) 1979. Catalog of Hymenoptera in America North of Mexico. Washington, D.C. Smithsonian Institution Press, 3 vols.

- MARSH, P.; SHAW, S.; WHARTON, R. 1987. An identification manual for the North American genera of the family Braconidae (Hymenoptera). *Memoirs of the Entomological Society of Washington*. No.13. 98 p.
- MASNER, L. 1976. Revisionary notes and keys to world genera of Scelionidae (Hymenoptera: Proctotrupoidea). *Memoirs of the Entomological Society of Canada*, No. 97, 87 p.
- MASON, W. 1981. The polyphyletic nature of Apanteles Foerster (Hymenoptera: Braconidae): a phylogeny and reclassification of Microgastrinae. *Memoirs of the Entomological Society of Canada*, No. 115, 147 p.
- MURDOCH, W.; CHESSON, J.; CHESSON, P. 1985. Biological control in theory and practice. *American Naturalist* 125:344-366.
- NOYES, J. 1980. A review of the genera of Neotropical Encyrtidae (Hymenoptera: Chalcidoidea). *Bulletin of the British Museum (Natural History)* 41:107-253.
- _____. 1985. A review of the Neotropical species of Ooencyrtus Ashmead, 1900 (Hymenoptera: Encyrtidae). *Journal of Natural History* 19:533-554.
- OLMI, M. 1984. A revision of the Dryinidae (Hymenoptera). *Memoirs of the American Entomological Institute*, No. 37, 1913 p.
- POWELL, W. 1986. Enhancing parasitoid activity in crops. *En* Waage, J. y Greathead, D. (Eds.), *Insect parasitoids* (13th Symposium Royal Entomol. Soc. London), Academic Press, p. 342-374.
- QUEZADA, J. 1986. Utilización del control biológico clásico. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* No.2, p. 16-31.
- _____. 1987. Principales aspectos a cubrir en el estudio biosistemático de enemigos naturales. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* No.3, p. 50-61.
- ROSEN, D.; DEBACH, P. 1979. *Species of Aphytis of the world*. The Hague, Holanda, Junk, 800 p.
- SCHAUFF, M. 1984. The Holarctic genera of Mymaridae (Hymenoptera: Chalcidoidea). *Memoirs of the Entomological Society of Washington*, No. 12, 67 p.
- STINNER, R. 1977. Efficacy of inundative releases. *Annual Review of Entomology* 22:101-105.
- SULLIVAN, D. 1987. Insect hyperparasitism. *Annual Review of Entomology* 32:49-70.
- TOWNES, H.; TOWNES, M. 1966. A catalogue and reclassification of the Neotropical Ichneumonidae. *Memoirs of the American Entomological Institute*, No. 8, 367 p.
- VAN DRIESCHE, R. 1983. Meaning of "percent parasitism" in studies of insect parasitoids. *Environmental Entomology* 12:1611-1622.
- VIGGIANI, G. 1984. Bionomics of the Aphelinidae. *Annual Review of Entomology* 29:257-276.
- WOOD, M. 1987. Tachinidae. *En* McAlpine, J. (ed.), *Manual of Nearctic Diptera*, volume 2. Research Branch, Agriculture Canada, Monograph No. 28. □

CARACTERIZACION AGROECONOMICA DE LA FITOPROTECCION EN EL CULTIVO DEL TOMATE, VALLE CENTRAL DE COSTA RICA*

Gustavo Calvo Domingo**

James B. French**

Jorge Siman***

Nelson Kooper****

ABSTRACT

Cultural activities, use of pesticides and general aspects of three tomato production systems were evaluated during both wet and dry seasons, on 31 farms in Grecia and Naranjo, Costa Rica.

The insect pests Keiferia lycopersicella, Heliothis zea and Spodoptera spp. were most abundant in the dry season and the fungi Phytophthora infestans and Alternaria solani most severe in the wet season. The fungicides Dithane M-45 and propineb and the insecticides methamidophos and methomyl were most used in the dry season. The fungicides mancozeb and copper sulfate and the insecticides methamidophos and oxamyl were most used in the wet season.

Statistical differences were found in total production costs between seasons, production systems and the interaction, differences were also found in variable total costs of plant protection according to season, and net benefits because of interaction between season and production system.

INTRODUCCION

Los plaguicidas de origen químico llegaron a constituirse en un instrumento importante para la agricultura ya que contribuyeron a disminuir pérdidas ocasionadas por plagas en los cultivos. Si bien el uso de plaguicidas ha contribuido a la producción "económica" de los cultivos (Headley 1968,

* Parte de este material fue presentado en el Sexto Congreso Agronómico Nacional. 1989, Cartago, Costa Rica.

** Economista Agrícola Asistente y Economista Agrícola Principal, respectivamente. CATIE, Programa de Mejoramiento de Cultivos Tropicales, 7170 Turrialba, Costa Rica.

*** Economista Agrícola, Proyecto MIP CATIE/MIDINRA, Nicaragua.

****Agente de Extensión, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Grecia, Costa Rica.

Pimentel 1979). También su uso inadecuado ha causado perturbaciones graves en los ecosistemas y en la salud del hombre, aumentando además los costos de producción y reduciendo la rentabilidad de los cultivos (Kilirajan 1981).

El incremento actual en el uso de plaguicidas químicos está siendo cuestionado, porque ha causado innumerables problemas que afectan a la producción misma y al hombre. Según Hilje et al. (1987) los plaguicidas químicos han demostrado ser causantes de los siguientes efectos perjudiciales en la agricultura:

- Desarrollo de resistencia genética de las plagas a los plaguicidas;
- Reducción de las poblaciones de enemigos naturales de las plagas;
- Acción residual de plaguicidas en los cultivos y en los alimentos; y
- Eliminación o reducción de especies de importancia económica (polinizadores) o ecológica, lo cual genera brotes significativos de plagas secundarias.

En Costa Rica, los agricultores utilizan grandes cantidades de plaguicidas, particularmente en productos hortícolas (Arauz et al. 1983). Esta práctica protege la inversión, garantiza la calidad del producto y asegura un buen precio en el mercado. En un estudio realizado sobre la eficiencia en el uso de plaguicidas en papa veranera en Costa Rica, se determinó que los agricultores hacen un uso económicamente eficiente de los insumos variables cuando en el modelo se toma en cuenta la inversión de capital hecha en el cultivo hasta el momento de empezar a utilizar plaguicidas (Hernandez 1988).

En un estudio sobre la demanda de plaguicidas en el cultivo de tomate, se encontró una relación directa entre el precio esperado por el productor y el uso de plaguicidas (Siman 1988). El uso de plaguicidas hecho por los agricultores que esperan obtener mejores precios por su producto es superior en un 36% en comparación con los agricultores que esperan obtener precios bajos por su producto.

Otro factor a considerar es que el uso de plaguicidas es la práctica de control de plagas predominante en la producción. De acuerdo con Hilje et al. (1987) el uso de plaguicidas es el método de control más recomendado por el Ministerio de Agricultura de Costa Rica en su Manual de Recomendaciones para el Manejo de Cultivos. Como consecuencia de la dependencia del uso de

plaguicidas, se han observado residuos de plaguicidas en hortalizas, en niveles que sobrepasan la tolerancia establecida en otros países (Mora et al. 1984, Rodríguez et al. 1984).

El tomate es uno de los principales cultivos hortícolas del país, el cual se produce más intensamente en el occidente del Valle Central. Para el año de 1984 se produjo el 60% del total del tomate comercializado en el CENADA (PIMA 1985). El área cultivada comprende los cantones de: Santa Ana, Belén, Alajuela Centro, Atenas, Grecia, Valverde Vega y Naranjo.

En varias localidades del área mencionada se presentan problemas causados por el uso excesivo de plaguicidas y específicamente en los cantones de Grecia-Naranjo y Belén-Santa Ana. De las once áreas hortícolas evaluadas en Costa Rica, estas ocuparon el séptimo y noveno lugar en el uso excesivo de plaguicidas para el año 1983 (Arauz et al. 1983).

Casos como el anterior crean la necesidad de evaluar la tecnología utilizada en el control de plagas y considerar métodos alternativos de combate. El Manejo Integrado de Plagas (MIP) ofrece una alternativa a esta problemática, por ser un enfoque ecológico y multidisciplinario que utiliza una variedad de técnicas compatibles en un solo sistema de manejo y promueve al máximo el uso de factores de mortalidad natural y, cuando sea necesario, la aplicación selectiva de químicos.

Para desarrollar programas de manejo integrado de plagas en el cultivo de tomate, es necesario conocer los actuales métodos de combate, su eficiencia económica y los factores que influyen en esta. El fin primordial de tales programas es obtener comparaciones que permitan desarrollar opciones de MIP con probabilidad de adopción por los agricultores (Hernandez 1988).

El presente trabajo se plantea los siguientes objetivos:

- Caracterizar la tecnología en fitoprotección del tomate, utilizada por los agricultores del Valle Central de Costa Rica, en la época seca con riego y en la época lluviosa.
- Determinar y comparar algunos índices de rentabilidad y gastos relacionados con la fitoprotección en el cultivo de tomate

- Evaluar el efecto de los diferentes sistemas de cultivo y épocas de siembra, sobre los índices de rentabilidad y los gastos en fitoprotección.

El CATIE, por medio del Proyecto Regional de Manejo Integrado de Plagas (MIP), llevó a cabo esta investigación como parte del desarrollo de un programa MIP de tomate en Costa Rica. Colaboraron en este trabajo las Agencias de Extensión Agrícola del Ministerio de Agricultura y Ganadería en la localidad de Grecia, Alajuela y Sarchí y el Departamento de Economía de la Universidad del Estado de Carolina del Norte.

METODOLOGIA

El área de estudio se localizó en los cantones de Belén, Alajuela Centro, Grecia y Sarchí de las provincias de Alajuela y Heredia. Se tomó una muestra al azar de 31 productores del Valle Central, en donde se siembra el tomate durante todo el año. Se tomó el cuidado necesario para que en la muestra a ser estudiada existiera representación de cada uno de los sistemas de cultivo prevalecientes: monocultivo, asociado con café y asociado con caña de azúcar. Se tomó información de 24 agricultores en la época seca y siete en la época lluviosa. De los 31 agricultores muestreados, 18 sembraron en monocultivo, siete en asocio con café y seis en asocio con caña de azúcar.

Durante visitas semanales a los agricultores se recolectó la información sobre actividades agrícolas realizadas, los productos y dosis utilizados y los rendimientos obtenidos. También se esclareció con ellos la razón de aplicar los plaguicidas y se definieron las plagas de mayor importancia.

Para mejorar la confiabilidad de la información y para poder relacionarla con diferentes medidas de productividad se tomó información de otras variables a nivel de campo. Se midió el área de las parcelas para obtener su valor real, se realizaron muestreos para estimar la densidad de plantas a la siembra y a la cosecha. Se tomaron muestras de insectos y enfermedades encontradas en las parcelas las cuales fueron identificadas por especialistas del Proyecto MIP/CATIE.

Método de Análisis: Se analizó la información general utilizando estadísticas descriptivas (frecuencias- promedios). Se determinó la frecuencia

con que los agricultores realizan las actividades, tipos de plaguicidas utilizados, frecuencias de otros insumos como fertilizantes foliares, fertilizantes granulados; frecuencias de plagas reportadas. Se calcularon promedios de dosis de plaguicidas utilizadas, costos de producción, rendimientos obtenidos, ingresos brutos, ingresos netos y de algunos índices económicos tales como gastos efectivos y gastos totales en fitoprotección.

Las comparaciones entre índices económicos y las variables rendimiento total y categorizado, plantas a siembra y plantas a cosecha se realizaron por medio de un análisis de varianza, donde las fuentes de variación fueron los sistemas de cultivo: monocultivo, asocio con café y asocio con caña y las épocas de siembra: seca y lluviosa.

RESULTADOS Y DISCUSION

Descripción general del cultivo. En la zona se siembra el tomate generalmente en tres sistemas, monocultivo, asocio con café y asocio con caña. La densidad de plantas utilizada no esta determinada por el cultivo asociado, sino por la época de siembra. En la época seca el promedio de plantas a la siembra fue de 22 000 pl/ha para los tres sistemas mientras que en la época lluviosa el promedio estuvo en 29 000 pl/ha a la siembra. En promedio en la época lluviosa el agricultor pierde 3 213 pl/ha, mientras que en la época seca solo 1 716 pl/ha. Al evaluar esta variable por medio de un análisis de varianza se encontró que solo era significativo el efecto de la época de siembra, no así el del sistema de cultivo. Esta diferencia de plantas a la siembra se explica por el conocimiento que el agricultor tiene del cultivo. El sabe que en la época lluviosa, debido a las enfermedades va a tener más pérdidas de plantas que en la época seca por lo cual aumenta la densidad de plantas a la siembra para evitar que se reduzca la producción.

Las variedades que los agricultores mayormente utilizan son "Tropic" y "Hayslip" (50% cada una), algunas veces las combinan con algunas hileras de otras variedades como "Heinz" y "Jubiton".

Una práctica no muy común es la aplicación de cal antes de la siembra, la cual fue realizada solo por el 19% de los agricultores muestreados.

La siembra directa es la práctica predominante. Solamente el 9% de los agricultores muestreados utilizaron semillero, el resto (91%) realizaron la siembra directa.

La fertilización y la aplicación de insecticidas al momento de la siembra es una práctica común. El 84% de los agricultores fertilizaron y un 55% aplicaron algún tipo de plaguicida al suelo o a la semilla. El principal fertilizante utilizado a la siembra es la fórmula completa 10-30-10 (73% de la muestra) en dosis de 100-150 kg/ha. Otras formulas utilizadas en menor porcentaje fueron la 12-24-12 y la 15-3-31.

El principal plaguicida aplicado al suelo fue el Furadán (carbofuran) utilizado por el 46% del total de agricultores evaluados. Otro plaguicida empleado para proteger la semilla es el Aldrin (19% de la muestra), a pesar de que su uso es restringido en Estados Unidos desde 1974 y en Costa Rica desde su registro en el periodo 1977-82 (Vega et al. 1983). Este lo utilizan mezclando unos pocos gramos del producto con la semilla para protegerla contra insectos, principalmente hormigas.

Después de la siembra algunos agricultores aplican al suelo insecticidas granulados (35.5% de la muestra). Esta aplicación generalmente coincide con la primera fertilización. El principal producto utilizado en este caso es el Temik (aldicarb) en dosis de 20 kg/ha (76% de los que realizan esta actividad).

El 100% de los agricultores muestreados fertilizan con granulados inorgánicos después de la siembra. Mayormente utilizan las formulas 10-30-10 (80% de la muestra), 12-24-12 (45% de la muestra) y 18-5-15-6-2 (77% de la muestra). En promedio aplican entre 350-400 kg/ha de 10-30-10 y entre 400-450 kg/ha de las otras fórmulas. Un 29% de los agricultores aplicó también fertilizantes orgánicos (gallinaza) en dosis promedio de 10 Tm/ha cuando se aplicaba solo y en dosis de 3-4 Tm cuando se complementaba con una fertilización con granulados inorgánicos. La forma de aplicación de los fertilizantes es diversa, principalmente riegan el fertilizante y luego lo tapan con una aporca (100% de los agricultores). Otra forma común es la fertilización utilizando espeque, realizada por el 61% de los agricultores muestreados.

También se realiza una gran cantidad de aplicaciones de fertilizantes foliares solos o en combinación con plaguicidas. Durante la época seca se

realizaron tres atomizaciones de fertilizantes foliares solos, en promedio y ocho en combinación con plaguicidas. En la época lluviosa se realizaron cuatro atomizaciones de solo foliares y siete en combinación con plaguicidas en promedio. Del total de atomizaciones que incluían fertilizantes foliares en la época seca, el 88% se realizó antes de la primera cosecha. En invierno el 99% de las atomizaciones se realizaron antes de la primera cosecha. Los foliares más utilizados fueron en la época seca el Nitrofoska, Wuxal (N-8%-P-8%-K-8%), 20-20-20 foliar y Nu-Z (Zinc), y en invierno Nu-Z (Zinc) y Nutriverde (Sal de inglaterra-sulfato de magnesio).

Los rendimientos obtenidos presentan diferencias estadísticamente significativas, en la época seca fueron mayores que los de la época lluviosa, a pesar de tener un menor número de plantas a la siembra y a la cosecha. Se produjeron en la época seca 36 Tm/ha en promedio, con 2.04 kg/planta como promedio. En la época lluviosa se produjeron 29 Tm/ha, con un promedio 1.02 kg/planta. Otro aspecto importante es que la planta en la época seca produce frutos de mayor calidad, pues produce 1.61 kg/planta de fruto de primera, mientras que en la época lluviosa solo produjo 0.58 kg/planta de fruto de primera.

Principales plagas reportadas. En la época seca las principales plagas fueron los insectos, mayormente gusanos del fruto tales como Keiferia lycopersicella, Heliothis zea y Spodoptera spp. los cuales fueron reportados por los agricultores en el 54% de las parcelas muestreadas. Gusanos e insectos cortadores, minadores y chupadores de follaje también fueron importantes. El gusano alfiler Keiferia lycopersicella fue reportado en el 46% de las parcelas, el gusano rayador o minador Liriomyza sp. en el 29% de las parcelas, la mosca blanca Bemisia spp. en el 33% de las parcelas y otros insectos como vaquitas Diabrotica spp. y pulgones Myzus sp. en el 12% y 17% de las parcelas. La principal enfermedad en la época seca fue la llamada "apagón o derrite" causada por Phytophthora infestans o Pseudomonas solanacearum; observada en el 25% de las parcelas.

Durante la época lluviosa las principales plagas fueron las enfermedades causadas por hongos P. infestans, A. solani o por bacterias P. solanacearum, reportadas en el 85% de las parcelas.

Algunas de las plagas insectiles reportadas, como causa importante de daño según los productores, son especies conocidas como plagas secundarias, la Keiferia licopersicella, Liriomyza spp. y Diabrotica spp. (Rosset 1988). Esto parece indicar que el uso excesivo de plaguicidas de amplio espectro para el control de las plagas principales y durante todo el ciclo del cultivo esta perturbando el control natural permitiendo que surjan las plagas secundarias como los principales problemas en el cultivo.

Prácticas de control de plagas. El 100% de los productores utilizan varios insecticidas y fungicidas contra las plagas. Se realizan 20 aspersiones en promedio durante la época seca y 33 aspersiones durante la época de invierno. Las principales prácticas de control de las malezas, son las culturales, dentro de las cuales el 100% de los agricultores realiza aporcas como la principal práctica de control de malezas. Los agricultores tienen conciencia de la utilidad de variedades resistentes o tolerantes a plagas y están dispuestos siempre a probar nuevas variedades.

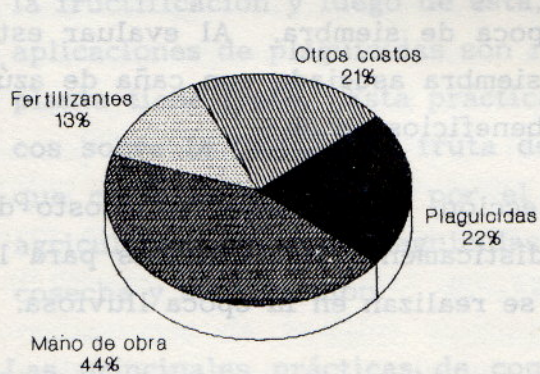
Los insecticidas más utilizados, son en la época seca, el methomyl (Lannate) y el metamidophos (Tamarón-Monitor), mientras que en la época lluviosa son, el metamidophos y el oxamil (Vydate). Para el control de gusanos del fruto el insecticida más utilizado es la permetrina (Ambush) en dosis de 4-10 cc/bomba (120cc/ estañon).

Los fungicidas más utilizados fueron en la época seca mancozeb (Dithane M-45) y propineb (Antracol) y en la lluviosa, el mancozeb y el sulfato de cobre. El mancozeb se utiliza en dosis de 60-80 gr/bomba (.9 kg/estañon).

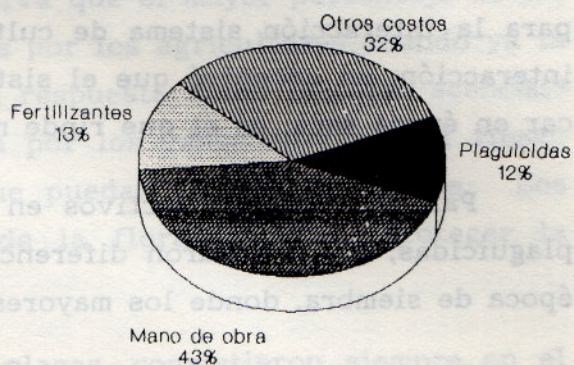
Costos e Indices económicos de la fitoprotección. Las Figuras 1a y 1b muestran la estructura de los costos de producción por ha de tomate. Los gastos en plaguicidas son mayores en un 10% en la época lluviosa, que en la época seca. Esto se debe al mayor empleo de fungicidas para controlar problemas de enfermedades causados por efecto de la lluvia.

Las Figuras 2a y 2b muestran la distribución porcentual de los gastos en plaguicidas, con esto se confirma que el aumento del gasto se debe a un mayor uso de fungicidas que pasa de representar en la época seca el 49% de

los gastos en plaguicidas, al 78% en la época lluviosa. Esto representa un aumento en los gastos en fungicidas del 245%. Y un aumento total en los gastos totales en plaguicidas del 255%.



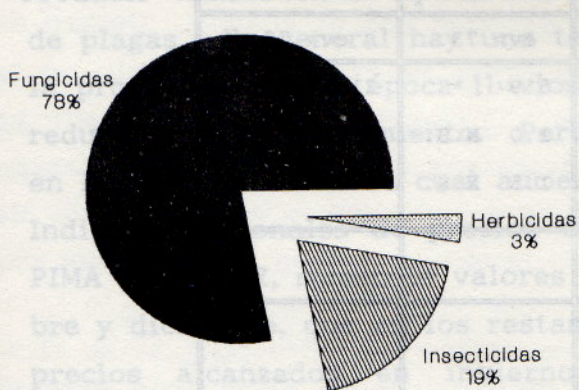
1a. Estructura de costos de producción tomate, época lluviosa, 1988.



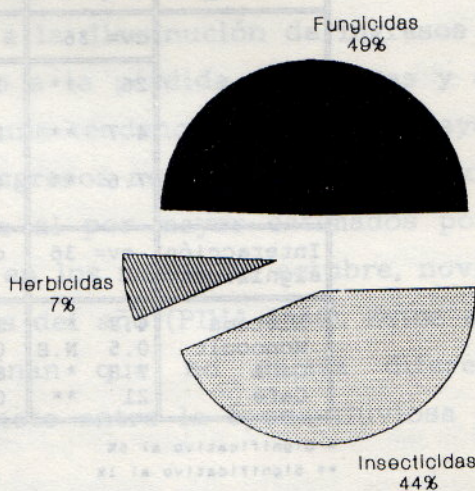
1b. Estructura de costos de producción tomate, época seca, 1988.

Algunos índices económicos relacionados con la fitoprotección, los beneficios netos y los costos directos de producción, se calcularon y se compararon por medio de un análisis de varianza. Cuadro 1.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los gastos totales directos de acuerdo con la época de siembra, el sistema de cultivo y



2a. Distribución de gastos en plaguicidas tomate, época lluviosa, 1988.



2b. Distribución de gastos en plaguicidas tomate, época seca, 1988.

la interacción entre ambos. Al evaluar la interacción se encontró que para el sistema de siembra en monocultivo, no hay diferencia entre los gastos totales directos de producción debido a la época de siembra. Para los sistemas en

siembra de asocio con caña y asocio con café, los gastos totales directos de producción son mayores en época lluviosa que en época seca.

Hubo diferencias estadísticamente significativas en los beneficios netos para la interacción sistema de cultivo y época de siembra. Al evaluar esta interacción, se encontró que el sistema de siembra asociado con caña de azúcar en época seca, es el que rinde mayores beneficios netos.

Para los gastos efectivos en fitoprotección, que incluye solo costo de plaguicidas, se observaron diferencias estadísticamente significativas para la época de siembra, donde los mayores gastos se realizan en la época lluviosa.

Para la variable gasto total en fitoprotección, que agrega el gasto de mano de obra en aplicación de plaguicidas y control de malezas, se observaron diferencias estadísticamente significativas para la variable época de siembra, en donde el mayor gasto ocurre en la época lluviosa.

CUADRO 1. Analisis de varianza y significancia de las fuentes de variación.

Fuentes de variación	Costo total		Beneficio neto		Gastos efectivos fitoprot.		Gasto total en fitoprotec.	
	F	Pr>0	F	Pr>0	F	Pr>0	F	Pr>0
	cv= 36		cv= 97		cv= 73		cv= 70	
Epoca	26	**	1.6	N.S.	5.9	*	21.8	**
Sistema	4.7	**	1.0	N.S.	1.0	N.S.	1.5	N.S.
Epoca * Sistema	7.6	**	4.4	*	1.5	N.S.	3.2	N.S.
Interacción significat.	cv= 36		cv= 97					
Sistema Monocult	4.7	*	1.0	N.S.				
Caña	0.5	N.S.	0.6	N.S.				
Café	7.3	*	8.7	**				
	21	**	0.05	N.S.				

* Significativo al 5%
 ** Significativo al 1%

CONCLUSIONES

- Se observó en el área de estudio un empleo generalizado de plaguicidas en el cultivo del tomate. Este uso pareciera ser indiscriminado mediante un

alto número de aplicaciones y una cantidad muy variada de productos, lo cual confirma los resultados de estudios anteriores. Como aspecto ressaltante al dividir las aplicaciones de plaguicidas en dos etapas, antes de la fructificación y luego de esta, se observa que el mayor porcentaje de las aplicaciones de plaguicidas son realizadas por los agricultores cuando ya la planta tiene fruto. Esta práctica es una respuesta a los factores económicos sobre la calidad de fruta demandada por los consumidores y el riesgo que corre el agricultor, por el daño que puedan causar las plagas. Los agricultores aplican plaguicidas antes de la floración, para proteger la cosecha y su inversión.

- Las principales prácticas de control de plagas, consistieron siempre en el uso de plaguicidas químicos.
- Los agricultores en promedio, obtuvieron buenos rendimientos e ingresos netos. Esto significa que para el productor el alto beneficio recibido del cultivo del tomate, compensa el alto gasto en el control de las plagas, aunque no necesariamente exista una justificación real de gastar tanto en su control. A pesar de lo anterior es necesario hacer un análisis más profundo sobre la eficiencia económica del gasto en plaguicidas.
- Producir tomate en la época lluviosa implica mayores gastos en el control de plagas. En general hay una tendencia a la disminución de ingresos con la producción en la época lluviosa, debido a la pérdida de plantas y a la reducción en el rendimiento. Pero existe una tendencia de precios mayores en la época lluviosa la cual aumenta los ingresos netos de los agricultores. Índices estacionales de precios del tomate al por mayor estimados por el PIMA y el ITCR, muestran valores mayores en los meses de octubre, noviembre y diciembre, que en los restantes meses del año (PIMA 1986). Estos altos precios alcanzados en invierno determinan que no exista diferencia estadísticamente significativa en ingreso neto entre la época lluviosa y la estación seca.

RECOMENDACIONES

Debido sobre todo al mal uso de los plaguicidas y en algunos casos a su empleo excesivo, es necesario promover la implementación en la zona de un

plan de manejo integrado de plagas en el cultivo de tomate. Un aspecto importante que se debe mejorar, es la información que recibe el agricultor sobre las plagas y enfermedades. Se le debe orientar o clarificar sobre sus causas y las relaciones entre planta, clima y plagas. Por ejemplo los agricultores en su mayoría desconocen la relación entre la mosca blanca o los áfidos y el virus, ignoran que esta mosca o los afidos pueden transmitir el virus. Por lo tanto no se puede esperar que puedan estimar el período necesario de protección de la planta contra el virus. Igual sucede con otras plagas y enfermedades. Los elementos que debiera desarrollar este plan deben enfocar los siguientes aspectos sobre insectos y enfermedades:

- Insectos. Desarrollo de opciones tecnológicas para el manejo de insectos plagas del fruto, orientadas a racionalizar y minimizar el uso de insecticidas a través de la aplicación de criterios de decisión para la utilización de medidas de control. Esta investigación debe orientarse principalmente hacia el control de gusanos del fruto, limitante de mayor importancia en la producción durante la época de verano. Por ejemplo, en Guatemala el Proyecto MIP en colaboración con el ICTA, desarrolló un umbral de acción para la aplicación de insecticidas en el control del gusano del fruto Heliothis spp. Este umbral se basa en el muestreo y cuantificación del número de huevecillos del gusano en las hojas del tomate, a partir de la floración del cultivo, o del número de frutos de tomate dañados por el gusano. Dentro de esto las aplicaciones contra el gusano del fruto se realizan a partir de la floración y se eliminan todas las anteriores. El uso de estas opciones MIP ha logrado disminuir entre 30 y 40% de las aplicaciones de insecticidas comparado con el testigo del agricultor, lo que conduce a reducciones en los costos de producción, y del impacto ambiental y sobre la salud humana, ocasionadas por las medidas de control (CATIE 1989).

La práctica de cultivos asociados o policultivos es promisorio para el manejo de insectos plagas del fruto en tomate. El uso del frijol como cultivo asociado al tomate ha demostrado ser bueno. En Nicaragua se encontró que en cultivos experimentales, este asocio ha reducido el ataque de Liriomyza sativa, del complejo de Heliothis spp. y de Spodoptera spp. (Rosset 1989).

Manejo del complejo de insectos plagas del follaje. Es necesario señalar que el tomate tolera mucha defoliación durante la época de crecimiento vege-

tativo sin afectar el crecimiento (Rosset 1989). Ciertamente la mayoría de los agricultores de la zona realizan deshojas para permitir un mejor desarrollo de la planta. Es posible que el tomate tolere poblaciones relativamente altas de plagas defoliadoras, sin tener que recurrir al uso de plaguicidas y así preservar la fauna benéfica.

En Guatemala el programa de investigación en tomate, también se ha dirigido a reducir el uso de insecticidas de alta toxicidad y sustituirlos por otros menos tóxicos. Se ha logrado manejar el complejo de insectos plagas del tomate con base en el uso de insecticidas biológicos tales como: varias formulaciones de Bacillus thuringiensis o del VPN (virus de la poliedrosis nuclear) o plaguicidas muy específicos para Lepidóptera, por ejemplo, el teflubenzurón el cual es un inhibidor de la síntesis de la quitina durante el proceso de muda de los insectos. Estos plaguicidas son específicos, y por su modo de acción de muy baja toxicidad, no tienen efectos negativos sobre el agroecosistema (CATIE 1989). También el uso de frijol como cultivo asociado permite la reducción del ataque de Liriomyza sativa de acuerdo con trabajos realizados en Nicaragua (Rosset 1989). En Costa Rica, se determinó que el asocio tomate y frijol protege la plantula del tomate del ataque de Spodoptera sunia Guenée (Rosset 1989).

Es también importante la evaluación del Programa Potencial de MIP para el tomate, propuesto por Rosset, referido al manejo integrado de insectos plagas adaptándolo y validándolo para las condiciones de Costa Rica (Rosset 1989).

- Enfermedades. Manejo de enfermedades. Estas son la principal limitante en la producción de tomate en la época de invierno en la zona. El agricultor las maneja tradicionalmente por medio de plaguicidas. Uno de los principales métodos de manejo de enfermedades es el uso de variedades o cultivares resistentes introducidas o desarrolladas en el país. Por lo anterior, se hace necesaria la implementación de un plan de mejoramiento genético de tomate.

En este campo el Proyecto Manejo Integrado de Plagas del CATIE ha desarrollado una metodología para la evaluación de materiales genéticos por su

resistencia o tolerancia a patógenos que atacan al tomate. Con este método se han identificado varias líneas de tomate tolerantes a marchitez bacterial y a tizones.

En Guatemala y Costa Rica se han evaluado algunas prácticas culturales para reducir la incidencia de enfermedades. Por ejemplo la aplicación de cal en suelos ácidos, reduce la incidencia de la marchitez bacteriana Pseudomonas solanacearum (Mercadal 1989) y del tizón temprano Alternaria solani (Alas 1989). La siembra de tomate en surco doble y la planta colocada en la parte más alta del surco, permite mejorar las relaciones raíz-suelo-agua lo que disminuye la incidencia de la marchitez fungosa (CATIE 1989).

Prevención de virosis. Según los agricultores y agentes de extensión de la zona, este problema se ha incrementado lo cual requiere realizar más investigación y desarrollar prácticas preventivas y curativas. Se debe aclarar que la planta de tomate es susceptible a infección solamente durante los primeros 48 días, por lo cual no es necesario su combate a partir de ese momento. (Rosset 1986). Se deben evaluar prácticas preventivas como el uso de aceites livianos rociados sobre el cultivo, lo cual provoca mayor y más rápida mortalidad, que los químicos, a la mosca blanca. Se plantea el uso de aceites minerales y vegetales tales como los de ajonjolí, maní y semilla de algodón (Rosset 1989).

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen al Ing. Ulises Jimenez por su apoyo en la búsqueda y selección de los agricultores colaboradores. Al Sr. Rigoberto Solano por su trabajo de recolección de la información.

RESUMEN

Se realizó un trabajo de evaluación del cultivo de tomate en la zona de Alajuela, Grecia y Sarchí, Costa Rica. Se visitaron semanalmente 31 agricultores, durante las épocas de siembra, seca y lluviosa. Se les tomó información de las actividades realizadas, productos utilizados y otros aspectos generales.

Existen tres sistemas de siembra, en monocultivo, con caña y con café. Las principales plagas reportadas fueron: en verano los insectos, principalmente gusanos

de fruto (*K. lycopersicella*, *H. zea* y *Spodoptera* spp.), en invierno los hongos, principalmente los tizones (*P. infestans* y *A. solani*). En verano los plaguicidas más utilizados son: los funguicidas mancozeb (Dithane M-45) y el propineb (Antracol) y los insecticidas metamidophos (Tamaron) y methomyl (Lannate). En invierno los plaguicidas más utilizados son: los funguicidas mancozeb (Dithane M-45) y el sulfato de cobre, y los insecticidas metamidophos (Tamaron) y oxamil (Vydate). En verano el promedio de aplicaciones fue de 23 de las cuales 12 son de solo plaguicidas, 3 de solo foliares y 8 de combinaciones de plaguicidas y foliares. En invierno el promedio total fue de 38 aplicaciones, de las cuales 24 fueron de solo plaguicidas, 4 de solo foliares, 8 de plaguicidas y foliares y 2 de herbicidas. Respecto a los costos de producción en verano, los plaguicidas representan el 12% de los costos totales de producción y dentro de éstos un 48.5% es por funguicidas y un 44.5% es por insecticidas. En invierno los plaguicidas representan el 22% de los costos totales y dentro de éstos el 78% es en funguicidas y el 19% en insecticidas.

Se encontraron diferencias estadísticas significativas en los costos de producción debido a la época, al sistema de siembra y a la interacción entre estos dos factores. También se encontraron diferencias estadísticas significativas en la variable Costos Totales de la Fitoprotección debido a la época, donde el mayor gasto se da en invierno. El sistema de tomate-caña obtiene mayores beneficios netos en verano, donde se dan diferencias estadísticas significativas, debido a la interacción de la época con el sistema de cultivo.

BIBLIOGRAFIA

- ALAS, J. 1989. Efecto del calcio y el fosforo sobre la severidad de *Alternaria solani* en tomate. Tesis de M.Sc. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 107 p.
- ARAUZ, L.F.; CARAZO, F.; MORA, D. 1983. Diagnóstico sobre el uso y manejo de plaguicidas en las fincas hortícolas del Valle Central de Costa Rica. Informe Preliminar. Agronomía y Ciencia (Costa Rica) 1(3):37-49.
- CATIE. 1989. Proyecto Manejo Integrado de Plagas. Informe Trimestral. Julio-Setiembre 1989. Turrialba. 45 p.
- _____. 1989. Proyecto Manejo Integrado de Plagas Guatemala. Informe Final. Guatemala, setiembre de 1989. 69 p.
- HERNANDEZ, IRMA. 1988. Eficiencia económica del uso de plaguicidas en papa en la época de verano en la zona norte de la Provincia de Cartago, Costa Rica. Tesis M.Sc. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 105 p.
- HEADLY, J. C. 1968. Estimating the productivity of agricultural pesticides. American Journal of Agricultural Economics 50(1):13-23.
- HILJE, L.; CASTILLO, L.; THRUPP, L. A.; WESSLING, I. 1987. El uso de plaguicidas en Costa Rica. San José, Costa Rica. EUNED. 164 p.
- KILIRAJAN, K. 1981. The economic efficiency of farmers growing high-yielding, irrigated rice in India. American Journal of Agricultural Economics 36(3):566-570.
- MERCADAL, R.A. Incidencia a marchitez bacteriana en el cultivo de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. en respuesta a niveles de estiércol y cal en Turrialba, Costa Rica. Tesis de M.Sc. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 115 p.

MORA, L.; CARAZO, E.; FUENTES, G.; CONSTENLA, M.; RODRIGUEZ, L. 1984. Análisis de residuos de plomo en repollo de Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 8(2):161-165.

PIMENTEL, D. et al. 1978. Benefits and cost of pesticide use in U.S. food production. *Bioscience* 12(28):772-784.

PROGRAMA INTEGRAL DE MERCADEO AGROPECUARIO. 1986. Estudio de comercialización de tomate. Departamento Técnico, Programa de Información de Mercados. San José, Costa Rica. 5 p.

_____. 1985. Volumen, precios y origen de la oferta de hortalizas y frutas en el CENADA. Departamento Técnico, Programa de Información de Mercados. San José, Costa Rica. *Boletín Anual* No.2 Ene.- Dic. 1984. 120 p.

RODRIGUEZ, L. D.; CARAZO, E.; CONSTENLA, M.; FUENTES, G. 1984. Determinación de residuos del insecticida metamidophos en lechuga. *In* Congreso

Agronómico Nacional. (6, 1984, San José, Costa Rica). *Resúmenes*. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos. v 1, p. 330-331.

ROSSET, P. 1986. Aspectos ecológicos y económicos del manejo de plagas y los policultivos de tomate en América Central. *Ann Arbor, Michigan*. Instituto para el Desarrollo de Alternativas Agrícolas. 128 p.

_____. 1988. El Manejo de insectos en tomate: Algunas consideraciones sobre la experiencia en Centroamérica. *Manejo Integrado de Plagas*. (Costa Rica) No. 7:1-12 p.

SIMAN, J. 1989. Derived demand for pesticides: tomato production in Alajuela, Costa Rica. Tesis M.Sc. Raleigh, North Carolina State University. 125 p.

VEGA, S.; MAROTO, I.; RODRIGUEZ, A.; ZUNIGA, C. 1983. Manual de identificación de plaguicidas. Heredia, Costa Rica. Universidad Nacional. 147 p. □

- Va usted a exponer en la próxima REUNION TECNICA?
- Está preparando material de ENSEÑANZA?
- Planea usted una INVESTIGACION?

VAYA SEGURO Y ACTUALIZADO

Las "Páginas de Contenido MIP" le ofrecen trimestralmente alrededor de 140 títulos de revistas y memorias de congresos, los cuales registran un promedio de 600 artículos y ponencias a reuniones técnicas, sobre áreas específicas de Manejo Integrado de Plagas y temas afines.

"Páginas de Contenido MIP" es un instrumento que le facilita a usted el acceso a la literatura técnica reciente en su campo. No las archive, consúltelas y circulelas entre los colegas.

EL CONTROL BIOLÓGICO DE PLAGAS, ESFUERZOS Y LOGROS EN EL SALVADOR*

José Rutilio Quezada**

ABSTRACT

A short review is given of the origins of biological control in 1888 and its contribution to the fields of ecology, zoogeography and evolution. Practical examples applied to different pests and crops are presented to illustrate the nature and definitions of biological control in Latin America is reviewed, with special emphasis on achievements in El Salvador during the past 25 years. The author mentions the principal Salvadoran specialists who have contributed to the furtherance and application of biological control techniques in the fields of integrated pest management, the conservation of natural resources and environmental quality, and public health.

INTRODUCCION

Desde que el hombre comenzó a cultivar las plantas para su alimentación u obtención de fibras afrontó la competencia de organismos que afectaban sus incipientes cultivos. Estos problemas se hicieron más agudos a medida que la agricultura se ampliaba y recibía una mayor organización. Los organismos competidores, designados genéricamente como PLAGAS, pueden ser fitopatógenos (hongos, virus, bacterias), insectos, ácaros, malezas, roedores, pájaros, nematodos, o moluscos como las babosas y los caracoles.

Las pérdidas directas por destrucción de los cultivos y granos almacenados, o por la transmisión de enfermedades, son cuantiosas y constituyen una perenne preocupación de los ministerios de agricultura, los empresarios agrícolas y los organismos internacionales. Una nube de langostas en el Senegal, una manga de chapulín en el golfo de Fonseca, una nueva plaga introducida en cualquier región, puede significar el colapso de un producto agrícola de ex-

* Dedicado al Departamento de Biología de la Universidad de El Salvador, en su 25° aniversario de actividades, las cuales han ejercido un impacto importante en el desarrollo de las ciencias biológicas del país.

** Especialista en Manejo Integrado de Plagas y Control Biológico. 4624 W. Feemster, Visalia, California 93277. USA.

portación o una hambruna que amenace inclusive la estabilidad social de todo un país. De ahí la necesidad que el hombre ha tenido siempre de controlar las plagas por todos los medios a su alcance.

En las primeras etapas se recurría a la simple convivencia con las plagas, dejando a la naturaleza tomar su curso o encomendando las cosechas a las deidades u otras fuerzas sobrenaturales. Poco a poco, el hombre comenzó a hacer uso de prácticas culturales, como la remoción manual de malezas o la destrucción directa de insectos. Asimismo se fueron desarrollando rudimentarios implementos agrícolas para cultivar la tierra. Sin duda que en esa etapa primigenia también se comenzaron a seleccionar semillas o vástagos de plantas que mostraban características ventajosas como resistencia a la sequía o al ataque de las plagas, lo que fue el inicio del uso de variedades resistentes, una valiosa táctica que llevaría a la Revolución Verde en nuestro siglo.

El más conocido de los métodos de control es el uso de plaguicidas (insecticidas, fungicidas, herbicidas, nematocidas, rodenticidas, etc.). Estas sustancias han transformado la agricultura de manera dramática, con aumentos en la producción de alimentos y fibras, desarrollo de la agroindustria y la seguridad alimentaria. Asimismo, han jugado un papel decisivo en el control de vectores de enfermedades como la malaria y el tifus. Sin embargo, el uso unilateral de los plaguicidas ha traído efectos severos como la resistencia de las plagas, aparición de nuevas, retorno de la malaria, contaminación de aguas y suelos, intoxicaciones humanas, deterioro del ambiente y de la vida silvestre.

El mal uso de los plaguicidas, como el de cualquier otra tecnología, puede ser contraproducente, lo cual ha sido documentado en varios cultivos como el algodón (Smith 1971). Otras formas de control incluyen el uso de atrayentes, repelentes, la técnica del insecto estéril, el uso de feromonas, etc. El control biológico ocupa un lugar especial entre los métodos para manejar a las plagas. Brevemente, consiste en usar a los enemigos naturales de aquéllas para regular sus poblaciones. Hasta ahora este método ha dado resultados espectaculares con plagas de insectos y malezas, pero también se están haciendo progresos con otros organismos. Los enemigos naturales incluyen a los depredadores, parásitos y organismos patógenos. Los depredadores persiguen, capturan y devoran a una presa; los parásitos depositan sus huevos en un huésped, los cuales se desarrollan en él y terminan matándolo; los patógenos (bacterias, hongos y virus) producen enfermedades que también matan al

huésped. Algunos insectos plaga y malezas han sido controladas exitosamente con la aplicación de este método.

El año de 1989 marca precisamente el primer centenario de esta disciplina, por lo que los especialistas de todo el mundo se han dado cita en varios congresos para evaluar la historia, el presente y el futuro de tan novedoso procedimiento.

LOS ORIGENES DEL CONTROL BIOLÓGICO

La historia de esta técnica se remonta a 1888, cuando la industria de los cítricos de California estaba al borde del colapso debido a las fuertes infestaciones de la cochinilla algodonosa, Icerya purchasi. La escama había sido accidentalmente introducida desde Australia alrededor de 1869. Se escapó de sus enemigos naturales en su lugar de origen y alcanzó poblaciones enormes en la nueva área invadida. Todos los remedios químicos disponibles en aquel tiempo fallaron. Se decidió entonces mandar a un entomólogo, Albert Koebele, al lugar nativo de la plaga para buscar a sus enemigos. Koebele tuvo éxito al encontrar al famoso escarabajo depredador, la "vedalia", Rodolia cardinalis y la mosca parasítica Cryptochaetum iceryae.

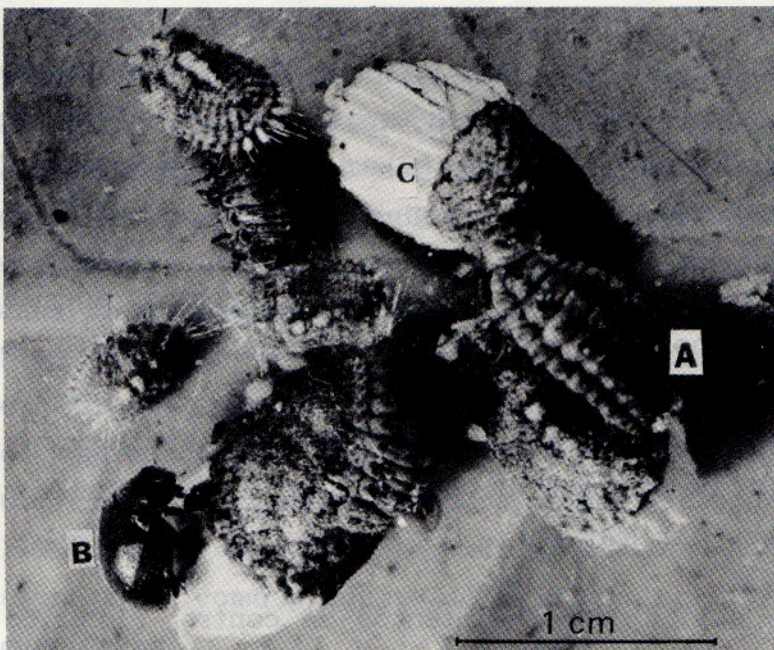


Fig. 1. Larvas (A) y adulto (B) de la "vedalia" devorando a la escama algodonosa de Australia (C) en lo que constituye el primer caso famoso de control biológico clásico.

En término de pocos meses, la plaga fue suprimida por esos insectos benéficos, lo cual constituyó el primer caso famoso en los anales del control biológico. Las circunstancias que rodearon ese evento son fascinantes y han sido descritas por Doult (1958, 1964). Quien esto escribe se adentró en esta disciplina en sus estudios de posgrado en la Universidad de California, Riverside, entre los años de 1965-69, con el anhelo de contribuir a su desarrollo en El Salvador. El autor también tuvo ocasión de hacer exploraciones en Australia en 1971, para seguir la ruta que Koebele transitó hacia un poco más de 80 años (Koebele 1890). Tales exploraciones fueron exitosas y ayudaron a esclarecer varios puntos teóricos y prácticos del control biológico, de las cuales se generaron aportes a los campos de la ecología, zoogeografía y evolución (Quezada 1972, Quezada y DeBach 1973).

La milagrosa "vedalia" se comenzó a distribuir en todos los países donde se cultivaban los cítricos y en donde aparecía la escama algodonosa. Así, se encuentra en toda el área mediterránea (España, Grecia, Israel, etc), Sur Africa, el Caribe, Centro y Sur América, México y Japón. Rodolia cardinalis ha sido el insecto que más se ha trasladado en forma intencional, dada su acción benéfica (Huffaker y Messenger 1976).

El entusiasmo por el control biológico comenzó a generar estudios básicos y proyectos aplicados en varios países, con el liderazgo de la Universidad de California y del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Otros países que emprendieron estudios fueron Australia, Alemania, Francia, Italia e Inglaterra. Este último país, con su vasta mancomunidad, estableció laboratorios en zonas como el Canadá, la India, Fiji, Nueva Zelanda, Trinidad, etc. En nuestra América Latina han sido notables los esfuerzos iniciales de Argentina, Brasil y Chile, así como los de México, Colombia y Perú.

Entre los proyectos exitosos de control biológico de insectos, además del clásico de la cochinilla algodonosa, se cuentan el del pulgón lanífero de la manzana en los Estados Unidos, la cigarrita de la caña de azúcar en Hawaii, la escama roja de cera en Japón, la mosca prieta de los cítricos en México y Cuba, el piojo del café en Kenia, la palomilla de los cocoteros en Fiji, el escarabajo oriental en Hawaii y las Islas Marianas.

Las malezas, también han sido objeto de intentos de control biológico por medio de insectos herbívoros. El caso clásico es el de los cactus en

Australia. Los colonizadores habían llevado cactus del género Opuntia, oriundos de México y otras partes del continente americano, para cercar sus propiedades. Los cactus, en ausencia de sus enemigos naturales, invadieron millones de hectáreas destinadas para la ganadería. Los entomólogos se dieron a la búsqueda de los insectos herbívoros en México y Centro América, hasta que hicieron el hallazgo y la importación de una palomilla o mariposa de los cactus, Cactoblastis cactorum, de Argentina. La pequeña mariposa, cuyas larvas devoran exclusivamente cactus, resolvió el problema una vez establecida en Australia.

Otros proyectos incluyen la hierba Klamath en el norte de California, la hierba "cinco negritos" oriunda de Centro América e introducida en Hawaii y Australia (DeBach 1964). Actualmente existen resultados alentadores para el control biológico de algunas plantas acuáticas. También se está explorando el control biológico de enfermedades de plantas. Tal es el caso de la pudrición de la mazorca del cacao, producida por un hongo del género Monilia, el cual se está atacando por medio de una bacteria. Algunas malezas como el famoso "coyolillo" o "coquito", Cyperus rotundus, sufren enfermedades del grupo de las royas, con potencial para controlarles en forma biológica. Los dos últimos ejemplos han resultado de trabajos emprendidos en el CATIE, Turrialba, Costa Rica.

¿QUE ES EL CONTROL BIOLOGICO?

Toda especie de animal o planta que se establece en un ambiente determinado está sujeta a factores de mortalidad que regulan sus niveles de población. Estos factores de mortalidad pueden ser de naturaleza física, como la temperatura, la humedad, el viento, etc. Otros son de naturaleza biológica, entre los cuales se cuentan los enemigos naturales antes referidos. Así, en condiciones normales, ninguna especie se puede reproducir al infinito, ya que esos frenos naturales lo impiden. A eso se llama control natural. Ahora bien, los factores biológicos de ese control natural, los enemigos naturales, constituyen el control biológico natural, que puede definirse como "la acción de depredadores, parásitos y patógenos en la regulación de poblaciones de una especie a niveles más bajos de los que ocurrirían en su ausencia" (DeBach 1964). Esta definición se refiere al control biológico que se da en forma espontánea, como producto de la co-evolución de plantas, animales fitófagos y carnívoros.

Cuando el hombre interviene intencionalmente para aprovechar ese fenómeno natural en su afán de proteger sus cultivos, actúa dentro del control biológico aplicado. De acuerdo con el mismo autor, éste sería "el uso de depredadores, parásitos y patógenos para la regulación de las poblaciones de plagas". Hay que distinguir entonces, dos tipos de control biológico aplicado:

- En los ejemplos ya referidos puede notarse que se trata de importar los enemigos naturales que una plaga introducida ha dejado en su lugar de origen. A eso se designa como control biológico clásico. Este enfoque dominó por mucho tiempo las investigaciones y esfuerzos.
- En la actualidad también se da mucha importancia al control biológico nativo, o sea al que existe en los ecosistemas naturales o en los cultivos de un país. Existen multitud de especies nativas altamente benéficas que mantienen controladas las plagas potenciales, cuya existencia a menudo se ignora. Para el caso, la hierba "cinco negritos", Lantana camara, no representa un problema en El Salvador, mientras que en Hawaii y Australia invadió miles de hectáreas. Los entomólogos de esos estados salieron a buscar a los enemigos de la maleza, e incluso colectaron en El Salvador uno de los insectos más prometedores para su control, la pequeña chinche de encaje, Teleonemia scrupulosa. Si ese pequeño insecto fuera destruido en su habitat por cualquier causa, se puede asegurar que la planta de "cinco negritos" se convertiría en una plaga para nuestros campos y pastizales. Nótese cómo el control biológico nativo en un país puede ser motivo de esfuerzos de control biológico clásico para otro.

El control biológico de vectores de enfermedades de humanos y animales ha sido también objeto de investigaciones que aportaron valiosos resultados aplicables en el manejo de tales enfermedades. Las chinches vectoras de la enfermedad de Chagas, la mosca tsé-tsé, los caracoles que entran en el ciclo de enfermedades como la esquistosomiasis, etc., tienen enemigos naturales de mucho valor en su control.

Los roedores y otras plagas de mamíferos y pájaros han sido también objeto de estudios para aplicar las técnicas del control biológico, a menudo con resultados alentadores. El control biológico, en fin, ha contribuido a desarrollar una mejor comprensión de las complicadas relaciones entre los organismos y ha fortalecido tanto las teorías como las prácticas de la ecología.

Asímismo ha ayudado a apreciar el valor de la conservación de los recursos naturales, el establecimiento de reservas biológicas y la preservación del ambiente, pues se concluye que el control biológico es en sí un aspecto de la ecología aplicada.

ESFUERZOS Y LOGROS DEL CONTROL BIOLÓGICO EN EL SALVADOR

Antecedentes Históricos. Algunos investigadores como Peñalver (1957) y Berry (1959), se interesaron por la existencia de enemigos naturales de las plagas en El Salvador. A partir de la fundación del Departamento de Biología de la Universidad de El Salvador, se iniciaron estudios que llevaron al establecimiento de una verdadera escuela en la que varias personas lograron hacer contribuciones sustanciales al desarrollo de esa disciplina en el país. El Departamento comenzó a funcionar en 1964, como una unidad docente en las instalaciones del Instituto Tropical de Investigaciones Científicas. En él laboraron especialistas europeos y estadounidenses y sus trabajos se difundieron en la revista COMUNICACIONES. Curiosamente, muy poco personal nacional fue capacitado en tan famoso instituto y la mayor parte de las colecciones de especímenes biológicos y geológicos terminaron en museos extranjeros. Sin poner en duda las contribuciones del Instituto al desarrollo de la ciencia en el país, se puede aseverar que el componente de capacitación nacional fue escaso. La biología salvadoreña estaba en pañales al iniciarse la década de los 60, cuando la Universidad de El Salvador emprendió su trascendental proceso de reforma.

El Departamento de Biología, entonces, comenzó a desplegar algunas actividades de investigación sobre los recursos bióticos del país, con algunos elementos nacionales y extranjeros. Había mucho que aprender e investigar sobre la fauna y la flora salvadoreña. Sobre todo, había que definir para qué habíamos de estudiar esos elementos del ecosistema nacional. Quién esto escribe, con la ayuda de algunos colaboradores, emprendió estudios sobre los insectos que atacaban los cítricos, el cocotero y el café. Al mismo tiempo, la Facultad de Ciencias Agronómicas había adquirido su finca experimental, en donde se comenzaban estudios sobre insectos plagas del algodón y de los granos básicos (Landaverde 1974, Mancía y Cortés 1976, Trejo y Cortés 1977). Sus nexos con los organismos agrícolas oficiales (el ahora CENTA y el ISIC) eran bastante estrechos.

Mancía y Larios (1978) estudiaron dos parásitos del gusano cachón de la yuca, Erinnys ello. Se realizaron trabajos de tesis tanto en la Facultad como en el Departamento de Biología, los cuales constituyen buena parte de los esfuerzos y logros del control biológico en los últimos veinticinco años. Algunos insectos que no eran necesariamente de importancia económica, pero de interés ecológico se estudiaron en el Departamento de Biología. Tal fue el caso de la mariposa del jocote, que hizo posible estudios que se prolongaron por años, produjeron resultados relevantes para la agricultura, la ecología y el manejo de plagas.

El caso de la mariposa del jocote. La mariposa del jocote, Rothschildia aroma, comenzó a estudiarse en 1963. Durante la estación seca se pueden ver capullos ovoideos y sedosos colgando de las ramas de los árboles de jocote, Spondias sp. y de otras plantas hospederas más. Como los árboles de jocote se quedan sin hojas en el tiempo seco, los capullos no escapan a la vista de cualquier persona. Normalmente, de esos capullos, tejidos por las larvas ya desarrolladas en el follaje de la planta hospedera, emergen mariposas grandes de color marrón, típicas de la familia de los Saturnidae. Sin embargo, cuando se confinaron capullos (unos 1 200) en frascos individuales, se determinó que sólo un 10% de ellos daban origen a mariposas, mientras que el resto moría por causas naturales, especialmente el parasitismo de moscas de la familia Tachinidae (Belvosia nigrifrons y Lespesia sp.) y de avispones ichneumonidos, Enicospilus americanus. La mariposa existía en un balance natural con sus enemigos, por lo que nunca se encontraban árboles con capullos en exceso o defoliados por las larvas de la mariposa. Un caso claro de control biológico natural, una manifestación del valor escondido de nuestros recursos naturales. Pero este hallazgo, en apariencia de valor puramente académico, probó tener un gran valor práctico en relación con el mal uso de los insecticidas, sobre todo en la zona aldonera (Quezada 1967).

Al hacer otro estudio entre 1969 y 1972, con una colecta de más de 5000 capullos en todo el país, se notaron desviaciones en los resultados comparados con los obtenidos hacía unos 10 años. Se separaron los datos de las zonas interiores de los de la zona costera. Los resultados fueron sorprendentes: mientras en las primeras se mantenía el balance natural, en la zona costera se habían prácticamente invertido. Un 70% de los capullo producían mariposas y el parasitismo apenas alcanzaba un 20%. Por ese entonces ya era



Fig. 2. Adulto de la mariposa del jocote, insecto de nuestro país que se encuentra bajo control biológico natural.



Fig. 3. Capullo de la mariposa del jocote, con la mosca tachínida, principal enemigo natural del insecto.

evidente que el cultivo del algodón afectaba la ecología de las zonas costeras por el severo efecto de los residuos de insecticidas sobre todo el balance natural. Los resultados se publicaron tanto en revistas reconocidas (Quezada 1973, Quezada *et al.* 1973) como también a través de los periódicos en San Salvador. Era necesario comenzar a hacer un mejor uso de los plaguicidas para salvar al cultivo de un verdadero desastre y al país de los problemas derivados del manejo incorrecto de una tecnología unilateral, lo cual se planteó oportunamente (Quezada 1979). La mariposa del jocote siguió siendo objeto de estudios (Velasco 1976, Estrada 1977) quienes la caracterizaron como un indicador ecológico de zonas perturbadas por el abuso de insecticidas. En Costa Rica se comprobó que esas mariposas se convierten en plagas defoliadoras de los cafetales, cuando se hacen aplicaciones descuidadas de insecticidas. Al suspenderse las aplicaciones y estimular la sobrevivencia de estos enemigos naturales, el problema se resuelve en unos pocos meses (Quezada y Rodríguez 1989).

El Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, OIRSA, mantiene un laboratorio para producir moscas estériles en su programa de combate de la mosca del Mediterráneo, Ceratitis capitata. También se han producido insectos benéficos, entre ellos parásitos de la moscamed, del género Biosteres, habiéndose liberado tales parásitos en El Salvador a mediados de los años 70.

Entre 1969 y 1972 se emprendieron estudios sobre los insectos asociados a los cítricos (Quezada et al. 1974) y se hicieron múltiples hallazgos de enemigos naturales de un gran valor para el manejo de esos cultivos. Durante esa época se trabajó en un caso de control biológico clásico, con la mosca prieta de los cítricos, el cual fue determinante para impulsar el control biológico y el manejo integrado de plagas.

El caso de la mosca prieta de los cítricos. La mosca prieta de los cítricos, Aleurocanthus woglumi, es un insecto chupador de notoria fama como plaga, en todo el mundo. Las ninfas se acumulan debajo de las hojas y excretan grandes cantidades de mielecilla, lo cual acelera la proliferación de un hongo que hace aparecer los árboles como matizados con carbón, mientras se debilitan hasta morir, y su producción disminuye severamente. Las aplicaciones de insecticidas casi siempre resultan inútiles y hasta producen brotes de otras plagas que rompen el balance natural. Originaria del sudeste de Asia, la mosca prieta logró entrar al continente americano por los años 20, cuando infestó los cultivos en Cuba. En los años 30 había invadido los naranjales de México y había hecho incursiones en los estados de Florida y Texas. Mediante el uso de las técnicas del control biológico clásico, los entomólogos exploraron en su lugar de origen y encontraron parásitos, avispas minúsculas que introducidas en Cuba y México resolvieron el problema, para alivio de los citricultores de los Estados Unidos. En El Salvador, esta plaga apareció alrededor de 1965, se extendió por todo el país en unos cuatro años e infestó unas 2 000 manzanas.

Los estudios hechos en el Departamento de Biología de la Universidad de El Salvador, fueron financiados durante tres años por el entonces Consejo de Investigaciones Científicas de la institución. Dentro de la primera etapa se estudió la biología y la ecología de la plaga y se determinó que tenía enemigos naturales nativos, entre ellos dos depredadores y un hongo patogénico.



Fig. 4.
Infestación de mosca prieta de los cítricos, tal como se presentaba antes de ser controlada en forma biológica (1965-1972).

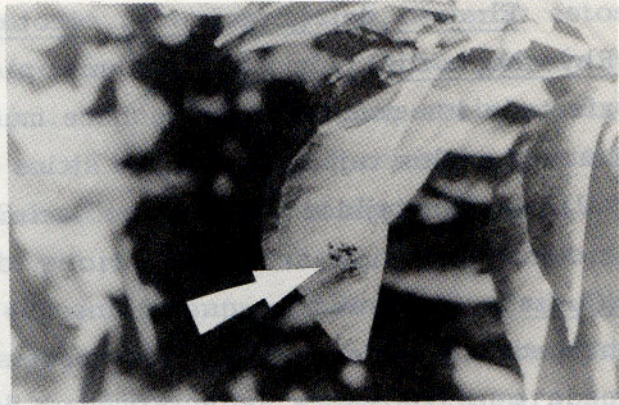


Fig. 5.
La mosca prieta de los cítricos sujeta al control biológico de parásitos importados de México (1972- hasta la fecha).

A pesar de la acción de esos agentes naturales de control, la plaga seguía siendo severa. En 1971 se decidió introducir los parásitos desde México.

Un total de 30 000 avispidas de la especie *Encarsia opulenta* se liberaron en fincas experimentales de cítricos, con el apoyo de sus propietarios a dichos estudios, y sin utilizar plaguicidas. En término de unos seis meses el problema se había resuelto, dada la reproducción y dispersión de los insectos benéficos. Hasta la fecha, la plaga se encuentra reducida a niveles tan bajos que a menudo es difícil poder encontrarla. Sin embargo, en la zona costera, por el efecto residual de los insecticidas usados en el cultivo del algodón, se pueden encontrar densos brotes de mosca prieta. En todo caso, unas 2 000 manzanas de cítricos en el país han estado libres de la plaga durante más de 15 años, lo cual representa un ahorro considerable para los citricultores y que conservadoramente se aprecia en un total de más de unos tres millones de colones. Todo el estudio, en sus tres años de duración, tuvo un costo de apenas cinco mil colones.

Cuando el control biológico tiene éxito y se le sabe mantener, resulta barato, permanente y ecológicamente deseable. El trabajo sobre la mosca prieta generó publicaciones dentro y fuera del país (Quezada 1974, Quezada et al. 1974).

La mosca prieta se desplazó hacia Guatemala en los años 75-79, pero fue seguida también por su parásito, por lo cual nunca se ha convertido en plaga en ese país, con excepción de las zonas aldoneras, por las razones antes apuntadas.

El caso del gorgojo del cocotero. El gorgojo o picudo del cocotero, Rhynchophorus palmarum, es una plaga nativa de nuestros trópicos y ha afectado los cocoteros desde hace mucho tiempo. Las hembras depositan sus huevos en los tejidos tiernos o sitios del tallo donde hay heridas. Las larvas taladran los tejidos y si sus poblaciones son altas pueden matar al árbol. Se hicieron estudios de laboratorio y de campo sobre la biología del picudo, (Quezada 1968), año en que el insecto ya había ampliado su rango de plantas hospederas y atacaba ya a los árboles de papayo. También se había determinado que transmitía la enfermedad del "anillo rojo de las palmas", causada por un nematodo.

Los cocoteros de las zonas costeras como Tihuilocoyo eran los más afectados, con pérdidas considerables de plantaciones jóvenes. Quezada (1968) reveló la existencia de un depredador coleóptero de la familia Staphylinidae, el Xanthopygus cognatus, cuyos adultos y larvas devoran huevos y larvas pequeñas del picudo. El hallazgo de ese depredador se estudió en el laboratorio de control biológico de Trinidad, a donde se enviaron especímenes. La biología del X. cognatus fue estudiada y sus resultados fueron difundidos, (Quezada et al. 1969).



Fig. 6. Escarabajo estafilino devorando una larva del picudo del cocotero.

Estudios sobre enemigos naturales. Un poco después se hicieron estos estudios en la Facultad de Ciencias Agronómicas y en el CENTA, (Mancía y Cortés 1976) sobre el cultivo del frijol. Un proyecto cooperativo entre Biología y Ciencias Agronómicas resultó en el hallazgo de especies de insectos benéficos en el cultivo del algodón (Benavides 1977, Castañeda et al. 1976, Quezada 1977, Serrano 1978). También se estudiaron enemigos naturales de la cigarrita transmisora de la enfermedad del achaparramiento del maíz, Dalbulus maidis (Quezada 1979a). Se experimentó sembrando frijol de soya durante tres años, sin el uso de plaguicidas, lo cual constituyó una experiencia para varios biólogos y agrónomos (Quezada 1979b).

El Departamento de Biología recibió contribuciones de científicos extranjeros dedicados al control biológico. El Dr. Paul DeBach, profesor de la Universidad de California y una autoridad mundial en esa disciplina, permaneció allí durante dos semanas, aunque su apoyo pudo haber sido más provechoso de no haber mediado los problemas internos en la Universidad. El Dr. DeBach, sin embargo, logró hacer una serie de trabajos con insectos de los cítricos y estimuló al grupo para continuar un proyecto para establecer un insectario en el departamento, un laboratorio propio para los estudios y crías masivas de insectos benéficos.

El Dr. Sands llegó desde Hawaii, buscando enemigos naturales de una palomilla que afecta el árbol de "cenízaro", Pithecolobium samans, que fue introducido en las islas como árbol ornamental. Se cooperó con el Dr. Sands, aunque en ese momento el país se encontraba convulsionado por un fallido golpe de estado.

El Dr. Harley, llegó de Australia para buscar enemigos herbívoros de la planta "cinco negritos", Lantana camara. Se le prestó cooperación en la colecta de las pequeñas chinches del género Teleonemia, las cuales probaron ser agentes efectivos para el control de la planta, convertida en severa plaga de los pastizales en Australia. En esos momentos el entusiasmo por el control biológico estaba en su clímax, con el espectacular éxito obtenido con la mosca prieta y el desarrollo de un buen programa de manejo de plagas en los cítricos, así como los trabajos avanzando en otras líneas biológicas. La visita del Dr. Harley terminó pocos días antes de la toma de la Universidad por el régimen del coronel Molina, evento que marcó una etapa de atraso en el desarrollo de la biología en general y del control biológico en particular.

Logros más recientes. En años más próximos se realizaron estudios en la Universidad de El Salvador, el CENTA, ISIC y el Proyecto de Manejo Integrado de Plagas del CATIE que tienen relevancia en el desarrollo del control biológico en el país. Varios trabajos relacionados con distintas plagas y sus enemigos naturales fueron llevados a cabo por Escobar B. (1978, 1983, 1985). Cortés y Andrews (1979) intentaron la introducción y establecimiento del parásito Telenomus remus, que ataca los huevecillos del gusano cogollero del maíz, Spodoptera frugiperda. Reyes et al. (1986) realizaron un trabajo para la liberación del parásito Cotesia flavipes en la lucha biológica contra los gusanos barrenadores del tallo del maíz y el sorgo, Diatraea spp. Escobar B. y Cortés (1988) investigaron la fauna benéfica asociada con las plagas de las hortalizas, con hallazgos de varias especies de depredadores, parásitos y patógenos.

Control biológico de artrópodos de importancia médica. Algunos trabajos sobre artrópodos de importancia médica y sus enemigos naturales se hicieron en el Departamento de Biología de la Universidad de El Salvador como tesis de licenciatura en Biología bajo la asesoría del autor. Son relevantes los que realizó Filonila Reyes (1976) sobre los parásitos ovípagos de los vectores de la enfermedad de Chagas. Esta enfermedad, producida por un tripanosoma, afecta sobre todo a los habitantes de áreas rurales o de comunidades marginales, dadas las condiciones socioeconómicas de tales estratos sociales. La transmiten dos especies de chinches hematófagas llamadas "cuerudos", Triatoma dimidiata y Rhodnius prolixus. Existían antecedentes de trabajos epidemiológicos en la Facultad de Medicina. Reyes (1976) detectó e hizo un estudio biológico de dos parásitos de los huevos de esas chinches, Telenomus sp. y Telenomus fariai, reportado por Peñalver (1957). Tales estudios pueden tener importancia en el manejo de los vectores, ya que éstos podrían desarrollar resistencia a los insecticidas con los cuales se les combate y se necesitan otros elementos para controlarlos.

Marta Pérez Cervantes, quien se dedicó especialmente, a la detección y estudio de parásitos de los huevos de cucarachas, Periplaneta americana y Blattella germanica. Estos insectos constituyen un problema en las habitaciones y en establecimientos comerciales y mercados. Su control se basa en el uso de insecticidas, pero su capacidad para desarrollar resistencia es notable. Pérez Cervantes (1976) colectó multitud de ootecas (cápsulas de huevos), las

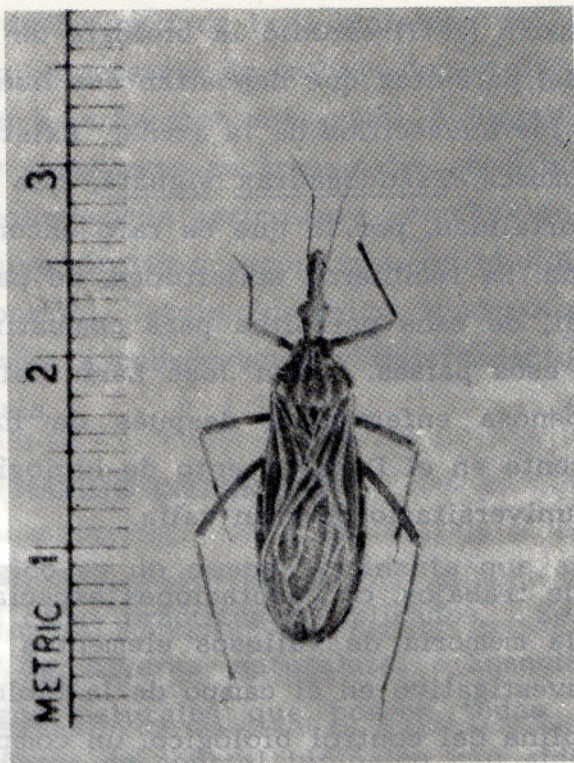


Fig. 7. Las chinches "cuerudas" transmiten la enfermedad de Chagas, pero sus huevos son parasitados por avispi-
tas que son importantes en el control de sus pobla-
ciones.

confinó individualmente, y logró determinar que un 66% de esas cápsulas de huevos sufrían el parasitismo de minúsculas avispi-
tas del género Tetrastichus, de los cuales existen también otros de la familia Evaniidae. Su aporte al conocimiento de los factores de mortalidad de esa plaga doméstica pudiera ser aprovechado en programas de manejo, ya que los insecticidas por si solos difícilmente resuelven el problema, el cual está ligado a la higiene comunal, la disposición de las basuras y otras medidas. Marta Pérez Cervantes murió víctima de la violencia mientras trabajaba en el Centro Universitario de Occidente, Santa Ana. Con ella se perdió una gran maestra e investigadora en la plenitud de su carrera.

Investigaciones importantes sobre la "casampulga", Latrodectus mactans, y sus enemigos naturales fueron realizadas por Juan José Larín. La casampulga es una araña de hábitos solitarios y teje sus telas en rincones de las casas o entre las rocas. Cuando se le toca accidentalmente puede causar una picadura muy tóxica, fatal a veces para niños o ancianos. La hembra produce varios sacos de huevos durante su vida, cada uno origina un centenar

o más de arañas. Larín (1977) estudió la biología de la araña y de dos de sus enemigos naturales, parásitos que depositan sus huevos en los ovisacos y cuyas larvas devoran los huevecillos de la araña. Existe una pequeña avispa, Eurytoma sp. y una mosca, Pseudogaurax signata, que ataca los ovisacos y causa considerable mortalidad, por lo que es raro encontrar poblaciones significativas de la araña. Se recibieron solicitudes, de parte de investigadores de Argentina y Hawaii, de esos parásitos para combatir algunas poblaciones altas de la araña en esos países. Juan José Larín falleció años más tarde, tras prolongada y penosa enfermedad, después de haber dedicado mucho tiempo al trabajo docente en el Departamento de Biología. Con Juan José se perdió otro elemento universitario de gran valía.

Esta selección de trabajos, con acotaciones especiales acerca de los investigadores, exalta la memoria de valiosos elementos que se entregaron al quehacer docente e investigativo en el campo de la biología, con aportes significativos a la disciplina del control biológico, un componente esencial en el manejo de las plagas agrícolas y de algunos vectores de enfermedades de importancia médica o veterinaria.

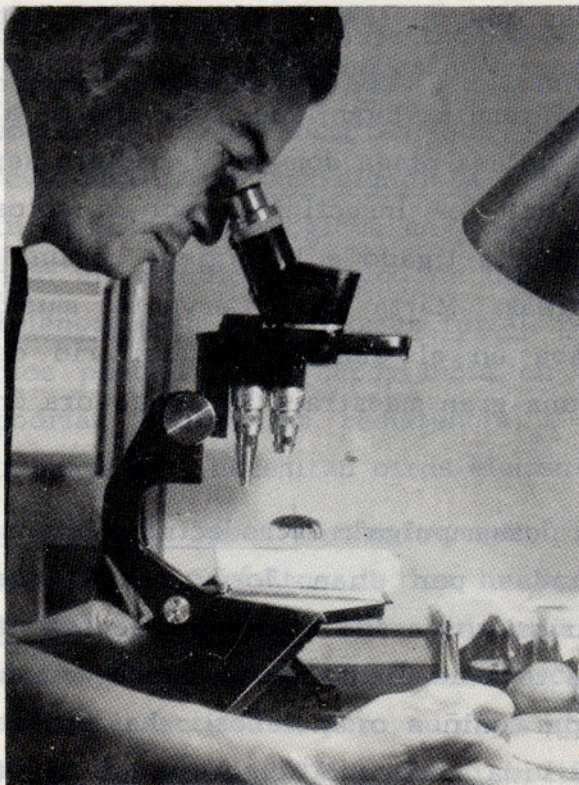


Fig. 8. Durante 25 años, el Departamento de Biología de la Universidad de El Salvador ha desarrollado investigaciones sobre la flora y fauna del país, habiendo hecho varias contribuciones al control biológico de plagas.

El Departamento de Biología de la Universidad de El Salvador cumple en 1989 su vigésimo quinto aniversario de trabajo docente y de investigación. Su aporte al desarrollo del país ha sido sustancial, a juzgar por las generaciones de biólogos formados y su impacto en áreas tales como los recursos naturales, la vida silvestre, la ecología y la agricultura. Muchos de ellos prestan servicios en la docencia universitaria y secundaria, en el ISIC, el CENTA, Parques Nacionales, Servicio Forestal, Jardín Zoológico, Museo Nacional y otras instituciones relacionadas con la conservación y mejoramiento del patrimonio biológico y cultural del país.

CONTROL BIOLÓGICO Y MANEJO INTEGRADO

El control biológico es un campo fascinante que abarca aspectos tanto teóricos y académicos como prácticos o aplicados. Se utiliza para atacar problemas de plagas de diversa naturaleza. Esencialmente consiste en aprovechar los enemigos naturales que poseen todas las plagas reales o potenciales. Algunos casos de control biológico han sido impresionantes, tal como el de la cochinilla algodonosa en California o la mosca prieta de los cítricos en El Salvador. Los ahorros logrados por ese método de control, aún cuando su acción solo sea parcial, suman cientos de millones de dólares de acuerdo con DeBach (1964), quien también afirma que el beneficio económico por cada dólar invertido en el control biológico es superior al obtenido al invertir en el desarrollo de insecticidas. A esto se agrega el hecho de que el método resulta en una situación de equilibrio susceptible de ser perenne, además de ser barato y sin efectos indeseables sobre el ambiente.

Todas estas ventajas hacen atractivo, el control biológico pero éste no es por sí sólo una panacea al problema de las plagas, ya que algunas son imposibles de controlar con solo sus enemigos. Por eso se le considera como una táctica dentro del arsenal con que se cuenta en el manejo integrado de plagas (MIP), entre las cuales se incluye el uso adecuado de los plaguicidas, además de aprovechar otros métodos de control como son: prácticas culturales, uso de variedades resistentes, uso de la técnica de insectos estériles, controles mecánicos y físicos, uso de atrayentes y repelentes, trampas de diverso tipo, así como el control legal, por el cual se establecen disposiciones que las comunidades o países adoptan para excluir plagas por medio de cuarentenas y otros procedimientos legales.

El manejo integrado de plagas es así una actividad interdisciplinaria que requiere el trabajo de varios especialistas y la coordinación apropiada de las estrategias y tácticas. El control biológico constituye un componente de gran valor en cualquier programa de manejo, ya que el conocimiento de la biología y ecología de plagas y enemigos naturales es indispensable para poder ingeniarse la mejor combinación de tácticas.

CONTROL BIOLÓGICO Y CONSERVACION DE RECURSOS NATURALES

El manejo de plagas en general y el control biológico en particular se basan en principios ecológicos. Su éxito relativo dependerá del tipo de trabajo que se haga con la naturaleza y del aprovechamiento de los elementos que han evolucionado en ella. El ecosistema salvadoreño ha sido largamente afectado con la destrucción de bosques y selvas, la contaminación de suelos y aguas, la eliminación de la vida silvestre, las quemas y el mal uso de plaguicidas, (Quezada 1974, 1979, 1989). A pesar de esos factores adversos, los ecosistemas semi-naturales y agrícolas del país todavía mantienen una fauna insectil y de otros artrópodos que son elementos benéficos para el agricultor.

Las especies de plagas siguen siendo atacadas por depredadores, parásitos y organismos patógenos que, aprovechados debidamente, pueden ayudar a manejarlas con un mínimo de aplicaciones de insecticidas. Es más, existen plagas que sólo lo son en potencia, precisamente porque tienen enemigos muy efectivos cuya existencia es ignorada. Son múltiples los casos demostrados en varios cultivos y por varios autores, ya antes mencionados. Precisamente por eso es por lo que llegan entomólogos extranjeros para explorar y buscar enemigos de plagas que se han introducido en sus países habiendo dejado sus enemigos en el nuestro, en donde pasan desapercibidas por encontrarse bajo un perfecto control biológico natural.

En mayo de 1985, los cañaverales de Hawaii fueron afectados por una nueva plaga originaria de América tropical, la pequeña chinche de encaje, Leptodyctia tabida. Sus poblaciones alcanzaron tal densidad que el follaje aparecía como quemado, lo cual ponía en peligro las plantaciones más jóvenes. Las chinches colocan sus numerosos huevos bajo la cutícula de las hojas y las ninfas y adultos permanecen chupando la savia, a la vez que debilitan las plantas y disminuyen la producción.

En El Salvador se encuentra esta chinche mencionada, pero también existen sus parásitos ovípagos, minúsculas avispas de la familia Mymaridae, que miden apenas un poco más de medio milímetro, pero que buscan activamente los huevos de la plaga, para depositar los suyos, por lo cual las poblaciones de la chinche en el país se mantienen bajas y son sólo objeto de la curiosidad de los entomólogos. Sin embargo, los cañaverales cercanos a plantaciones de algodón en donde los riegos de insecticidas son intensos, pueden aparecer atacadas por densas colonias de las chinches.

Como este ejemplo se pueden documentar muchos más, en los cuales se manifiesta la diversidad de elementos biológicos con que todavía cuenta El Salvador, a pesar de la destrucción de los hábitats naturales. Es preciso entonces desarrollar una conciencia sobre la conservación de los recursos naturales (selvas y bosques, fauna, aguas y suelos, flora y aire). Esa conservación deberá ser integral, con la previsión de dejar reservas biológicas intactas en donde las poblaciones de plantas y animales interactúen sin la intervención humana. Esas reservas generan elementos valiosos para la agricultura, tales como los enemigos naturales de muchas especies que invaden los cultivos. Además, las reservas biológicas constituyen bancos de germoplasma que conservan el tesoro de la evolución y dan origen a variedades de plantas resistentes o de mejor producción, empleadas por los fitomejoradores en los programas de producción de alimentos o fibras. La conservación de los recursos naturales sirve muchísimos propósitos en el desarrollo de un país para asegurar una producción agropecuaria sostenida, una agricultura más eficiente, la seguridad alimentaria de la población, su recreación sana y el bienestar general.

El control biológico depende para su impulso, de esa base ecológica que permite la conservación de los recursos naturales y sin la cual sus logros se pueden ver disminuidos y los esfuerzos dedicados a su impulso, frustrados por condiciones adversas de un ambiente deteriorado. Por ejemplo, los parásitos y depredadores encuentran alimentos suplementarios como el polen y néctares en plantas silvestres que a menudo se consideran como "malezas".

El uso de los herbicidas para el ataque de esas plantas puede eliminar los sitios de protección o el alimento complementario a los enemigos naturales de las plagas, lo cual se traduce en una ventaja para ellas y en un incre-

mento de su ataque a los cultivos. La conservación de los recursos naturales, específicamente de la flora y la fauna, debe hacerse respetando todas las formas vivas, ya que se desconoce su papel en el ecosistema. Muchas plantas que se consideran como malezas indeseables pueden en realidad ser elementos de valor médico o industrial. Algunas de esas plantas pueden tener también propiedades repelentes para determinadas plagas, lo que les convierte en instrumentos de uso potencial en el manejo de aquéllas. En síntesis, el manejo integrado de plagas se desarrolla mejor ahí donde la conservación de los recursos naturales es más completa y el sistema de producción agrícola sigue la filosofía de trabajar con la naturaleza y no contra ella.

CONCLUSIONES

El control biológico como disciplina científica ha llegado a los cien años, sus progresos han sido considerables así como sus contribuciones a la solución racional de los problemas de plagas. El control biológico ha encontrado aplicaciones en el campo agrícola y en el enfoque de los problemas de los vectores de enfermedades que afectan al hombre. Aún cuando se han dado casos sensacionales del control de plagas por medio de enemigos naturales, el control biológico dista de ser una panacea para esos problemas. Más bien constituye uno de los componentes más importantes del manejo integrado de plagas, una actividad de carácter multidisciplinario que combina distintas tácticas para producir resultados que armonicen con el contexto económico, ecológico y social.

En El Salvador se ha estudiado y aplicado el control biológico durante unos veinticinco años y su desarrollo, por modesto que sea, tuvo su inicio en el Departamento de Biología de la Universidad de El Salvador y luego se ha implementado gradualmente en otras instituciones. Se encuentra todavía en su infancia y hay mucho por hacer, ya que apenas se conocen algunos elementos de la fauna benéfica del país. Es un campo que ofrece oportunidades tanto para agrónomos como para biólogos. Esta disciplina puede tener un amplio desarrollo y llegar a contribuir sustancialmente a la producción agrícola, una vez establecidas las condiciones sociopolíticas adecuadas. Por su fundamento ecológico, esta especialidad está estrechamente ligada con la conservación de los recursos naturales y la preservación de la calidad ambiental del país.

RESUMEN

Breve explicación de los orígenes del control biológico en 1888 y su aporte a los campos de la ecología, zoogeografía y evolución. Ilustra la naturaleza y definiciones del control biológico y su relación con otras disciplinas con ejemplos prácticos de aplicación a diferentes plagas y cultivos. Señala los avances de estas técnicas con énfasis en América Latina, pero con mayor detalle sobre los logros en El Salvador durante los últimos 25 años. Menciona los principales especialistas salvadoreños que han contribuido al avance y aplicación de las técnicas del control biológico, en manejo integrado de plagas, en conservación de recursos naturales, preservación de la calidad ambiental y en el campo de la salud.

REFERENCIAS CITADAS

- BENAVIDES, A. DE LAS R. 1977. Datos preliminares de la bio-ecología del minador de la hoja del algodón, Bucculatrix thurberiella Busk. VI Seminario Técnico sobre el cultivo del algodón. Managua, Nicaragua.
- BERRY, P. 1959. Entomología Económica de El Salvador. Coop. Agric. Salv. Americano. Minist. Agric. y Ganad. Boletín Técnico No. 24. 255 p.
- CASTANEDA, S.L.; MANCIA, J.E. y QUEZADA, J.R. 1976. Trichogramma semifumatum (Perkins), una especie nativa de El Salvador, parásito de Alabama argillaceae Hubner. SIADES. Comunicaciones Científicas 5(3-4): 94.
- CORTES, M.R. y ANDREWS, K.L. 1979. Evaluación de enemigos naturales nativos e importados de las principales plagas del maíz. En Memoria XXV Reunión del PCCMCA. Tegucigalpa, Honduras. p. 1-14.
- DEBACH, P. 1964. Control Biológico de las Plagas de Insectos y Malas Hierbas. México D.F. Compañía Editorial Continental. 949 p.
- DOUTT, R.L. 1958. Vice, Virtue, and the Vedalia. Bull. Ent. Soc. Amer. 4(4): 119-123.
- _____. 1985. Evaluación del control natural de Pseudoplusia includens, Bemisia tabaci y Aphis gossypii en el cultivo del algodón. Primer Seminario de Manejo Integrado de Plagas. San Salvador, El Salvador.
- _____. y CORTES, M.R. 1988. Enemigos naturales de las plagas de las hortalizas en El Salvador. CENTA, Boletín Técnico No. 18. 19 p.
- ESTRADA, M.E. 1977. Rothschildia aroma Schaus (Lepidoptera: Saturniidae) como indicador ecológico de perturbaciones causadas por el mal uso de pesticidas. San Salvador, El Salvador. Tesis Lic. en Biología. Univ. El Salv. Fac. Cienc. y Human. 53 p.
- HUFFAKER, C.B. y MESSENGER, P. S. Ed. 1976. Theory and Practice of Biological Control. New York. Academic Press. 788 p.
- KOEBELE, A. 1890. Report of a Trip to Australia. Made under the direction of the entomologist to investigate the natural enemies of the fluted scale. USDA, Bull No.21. 32 p.
- LANDAVERDE, R.A. 1974. Observaciones sobre enemigos naturales de las plagas del algodón en el Salvador 1969. SIADES 3(4): 106-109.

- _____. 1964. The historical development of biological control. In: Biological Control of Insect Pests and Weeds. P. DeBach, ed. Londres. Chapman & Hall, p. 21-42.
- ESCOBAR B., J.C. 1978. Estudio bioecológico del gusano medidor Tri-choplusia ni (Hubner). San Salvador, El Salvador. Universidad de El Salvador. Facultad de CC. AA. 95 p.
- _____. 1983. Dinámica de población y control natural de Bemisia tabaci Glenn. en el cultivo del algodónero. San Salvador, El Salvador. Universidad de El Salvador, Fac. CC.AA. 15 p. de la yuca (Erynnis ello L.) en El Salvador. XXIV Reunión Anual del PCCMCA, San Salvador, El Salvador. Vol. III.
- PENALVER, L.M. 1957. Hallazgo de Telenomus fariai Lima 1927, himenóptero parásito de los huevos de Triatomínos en El Salvador. COMUNICACIONES 6(2):55-60.
- PEREZ CERVANTES, M. 1976. Estudio de los parásitos ovívoros de las cucarachas en El Salvador. San Salvador, El Salvador. Tesis Licenciado en Biología. Universidad de El Salvador. Fac. Cienc. y Human. 38 p.
- QUEZADA, J.R. 1967. Notes on the biology of Rothschildia aroma, with special reference to its control by pupal parasites in El Salvador. Ann. Ent. Soc. Amer. 60(3): 595-599.
- _____. 1968. Un método sencillo para criar el gorgojo del cocotero, Rhynchophorus palmarum, con notas sobre su biología en El Salvador. CEIBA (Honduras) 14:1-12.
- _____. 1972. Siguiendo las huellas de Koebele: Un viaje a Australia. COMUNICACIONES Segunda Epoca, 1(1): 13-18.
- LARIN, J.J. 1977. Distribución y frecuencia de Latrodectus mactans Fabricio y sus enemigos naturales en El Salvador. San Salvador, El Salvador. Tesis Licenciado en Biología. Universidad de El Salvador. Fac. Cienc. y Human. 47 p.
- MANCIA, J.E. y CORTES, M.R. 1976. Estudio preliminar sobre los enemigos naturales (parásitos y predadores) de las principales plagas del frijol. SIADES 5(1):12-26.
- _____. y LARIOS, J.F. 1978. Apanteles congregatus y Pteromalus puparum, dos parásitos nativos del gusano cachón Anthonomus grandis, en El Salvador. V Reunión Técnicos Control Biológico Mexico. 5 p.
- _____. 1979a. Conflicto entre desarrollo y ecología en El Salvador. Revista Tecnología y Ciencia. (El Salvador). Año 1, No. 1:17-30.
- _____. 1979b. Hallazgo de Agonatopus sp. (Hymenoptera: Dryinidae), parásito del Dalbulus maidis (Homóptera: Cicadellidae) en El Salvador. CEIBA (Honduras) 23(1):1-12.
- _____. 1979c. Cultivo de frijol de soya sin uso de plaguicidas en El Salvador. XXV Reunión Anual del PCCMCA. Tegucigalpa, Honduras p. L-39,1-6.
- _____. 1989. Base ecológica de la violencia en El Salvador: Una propuesta de restauración ambiental del país. PRESENCIA (El Salvador). 1(4):106-123.
- _____. y DEBACH, P. 1973. Bioecological studies of the cottony-cushion scale, Icerya purchasi Maskell and its natural enemies Rodolia cardinalis Muls. and Cryptochaetum iceryae Will. in Southern California. Hilgardia 41 (20):631-688.

- _____. 1973. Insecticide applications disrupt pupal parasitism of Rothschildia aroma populations in El Salvador. *Environmental Entomology* 2(4):639-641.
- _____. 1974a. Biological control of Aleurocanthus woglumi (Homoptera:Aleyrodidae) in El Salvador. *Entomophaga* 19(3):243-254.
- _____. 1974b. Cuatro conferencias sobre aspectos ecológicos y control biológico en El Salvador. Universidad de El Salvador, Dept. Biología, Fac. Cien.y Hum. Boletín No.6. 69 p.
- _____. 1977. Hallazgo de dos enemigos naturales del picudo del algodón, _____; ALEGRIA, J.R. y VELASCO, D. 1973. Efecto de los insecticidas en el balance natural de las poblaciones de Rothschildia aroma (Lepidoptera: Saturniidae) en El Salvador. *Revista de Biología Tropical*. (Costa Rica). 21(1):111-123.
- _____; CORNEJO, C.; MIRA, A. de; e HIDALGO, F. 1974. Principales especies de insectos asociados a los cultivos de cítricos en El Salvador. Santa Tecla, El Salvador. Minist. Agric. y Ganad. 49 p.
- _____; CORNEJO, C.; MIRA, A. de; e HIDALGO, F. 1974. Control biológico e integrado de la mosca prieta de los cítricos en El Salvador, San Salvador. Departamento de Biología, Universidad de El Salvador, 39 p.
- REYES, F. 1977. Parasitismo de microhimenópteros en los huevos de Triatoma dimidiata Latreille 1811 y Rhodnius prolixus Stal 1859 (Hemiptera:Reduviidae), vectores de la enfermedad de Chagas en El Salvador. San Salvador, Tesis Licenciado en Biología. Universidad de El Salvador. Facultad de Ciencias y Humanidades. 94 p.
- _____ y RODRIGUEZ, A. 1989. Brote de larvas de Rothschildia orizaba (Lepidoptera:Saturniidae) en café, una experiencia en manejo integrado de plagas. *Manejo Integrado de Plagas* (Costa Rica) No.12:21-32.
- _____; AMAYA, C.A. y HERMAN, L.H. Jr. 1969. Xanthopygus cognatus Sharp (Coleoptera:Staphylinidae), an enemy of the coconut weevil, Rhynchophorus palmarum L. (Coleoptera:Curculionidae) in El Salvador. *Jour. New York Entomological Society* Vol. 77(4): 264-269.
- TREJO, J.A. y CORTES, M.R. 1977. Reconocimiento de enemigos naturales del gusano falso medidor, Trichoplusia ni (Hubner) en diferentes cultivos hortícolas. San Salvador, El Salvador, CENTA, Informe Final Departamento Parasitología Vegetal. 20 p.
- VELASCO, J.D. 1976. Notas ecológicas sobre las poblaciones de Rothschildia aroma Schaus (Lepidoptera: Saturniidae) y sus enemigos naturales. COMUNICACIONES. Tercera Epoca (El Salvador) 1(1):7-15.
- REYES, R., CEA, I.; SERRANO, L.; OLIVA, J.L.; SEQUEIRA, R.A. y BROWNING, H. 1986. Introducción y liberación de Cotesia flavipes Cam. (Hymenoptera: Braconidae) en el control biológico de gusanos barrenadores del tallo, Diatraea spp. en maíz y sorgo asociado, en El Salvador. Informe mimeo. 15 p.
- SERRANO, C.L. 1978. Identificación, multiplicación y liberación de parásitos himenópteros del picudo del algodón, Anthonomus grandis Boheman. Seminario de Graduación. San Salvador, Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronomicas. 112 p.
- SMITH, R.F. 1971. Fases en el desarrollo del control integrado. *Boletín Sociedad Entomológica del Perú*. 6:54-56. □

FE DE ERRATAS:

HILJE Q., L.; CARTIN L., V. y MARCH L., E. 1989. El combate de plagas agrícolas dentro del contexto histórico costarricense. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No.14 p. 78.

Léase: 1585 y 1682, en la segunda línea del segundo párrafo de la página 78.