

# Manejo Integrado de Plagas

Diciembre 1995

No. 38

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



Programa de Agricultura Tropical Sostenible  
Centro Agronómico Tropical de  
Investigación y Enseñanza  
Turrialba, Costa Rica

*Antiteuchus tripterus* L. plaga de la macadamia (p. 16)

## "MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS"

- Publicación de los trabajos más significativos en las áreas de fitoprotección de interés regional para: la **producción agrícola sustentable**; la **conservación de los recursos naturales**; y la **protección de la salud del productor agrícola y del consumidor**.
- Selecciona y difunde material de apoyo a la enseñanza, la investigación, la cooperación técnica y el desarrollo en los países de Centro América y Panamá.
- Los trabajos son seleccionados y revisados por expertos vinculados directa e indirectamente con las actividades de fitoprotección del CATIE en la región. En esta forma se integra un "**grupo asesor editorial**" que varía de acuerdo con el grado de participación de cada especialista en este proceso. Todos los trabajos son considerados por el **Comité Editorial del CATIE - CEC**, dentro del proceso de edición y publicación.
- Los artículos difundidos por este medio pueden ser analizados, citados o reproducidos total o parcialmente, mencionando la fuente original.
- Las ideas y opiniones expresas o implícitas en esta publicación son de la responsabilidad de cada autor y no necesariamente de las instituciones auspiciadoras.
- La función principal de esta Revista es la de servir como instrumento de comunicación, foro de discusión y medio de difusión de los resultados de la experimentación y la investigación.

### Instrucciones para los autores:

- Se consideran para su inclusión en la Revista trabajos tales como: Informes técnicos; resultados de investigación; ponencias a reuniones, cursos, seminarios, talleres, etc.; material de enseñanza; adaptaciones de tesis; informes de consultorías; estudios de diagnóstico; y otro material que refleje un aporte al logro de los objetivos de las actividades de fitoprotección del CATIE.
- Se aceptan escritos a máquina, pero de preferencia, se reciben versiones impresas por computador acompañadas de su copia en diskette usando el procesador de texto "Word", "Word perfect" o "Word Star".
- En el número de esta Revista, correspondiente a diciembre de cada año, se ofrecerán instrucciones más amplias para los usuarios sobre la presentación de trabajos, los cuales siguen básicamente el formato de presentación del presente número.

### Organismos Auspiciadores:

- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza - CATIE
- Oficina Regional para Programas Centroamericanos (ROCAP) de la Agencia Internacional para el Desarrollo - AID, de los Estados Unidos de América

### Fecha de iniciación y periodicidad:

No. 1, setiembre, 1986.  
Trimestral (marzo, junio, setiembre, diciembre)

### Tiraje y Distribución:

- 1000 ejemplares
- Se envía en reciprocidad con instituciones que hagan llegar sus publicaciones e información en áreas de fitoprotección al CATIE.
- Quienes no dispongan de condiciones para el intercambio y cooperación pueden tomar una suscripción anual por US\$25 (incluye envío por Impreso aéreo).
- Responsable de coordinación, edición y distribución:

**Laura Rodríguez Amador**  
Centro de Información y Comunicación en Fitoprotección  
CATIE. Área de Fitoprotección.  
7170 Turrialba, **Costa Rica**  
EMail: cicmp@catie.ac.cr

# Manejo Integrado de Plagas

Diciembre 1995

No. 38

## CONTENIDO

	Pág.
<b>INFORMES DE INVESTIGACION</b>	
Importancia económica de <i>Liriomyza huidobrensis</i> (Blanchard) en la papa en Cartago, Costa Rica .....	1- 7
<b>Oscar Barea</b> , PROINPA-IBTA, Cochabamba, <b>Bolivia</b> <b>Octavio Ramírez, Douglas Cubillo, Luko Hilje</b> , CATIE, Turrialba, <b>Costa Rica</b>	
Diagnóstico de la problemática fitosanitaria del cultivo de tomate, con énfasis en mosca blanca, <i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius) .....	8-15
<b>Carlos Arturo Quirós</b> , CIAT, Cali, <b>Colombia</b> <b>Gustavo Calvo, Octavio Ramírez</b> , CATIE, Turrialba, <b>Costa Rica</b>	
Biología de <i>Antiteuchus tripterus</i> L. (Hemiptera: Pentatomidae) y su parasitoide <i>Trissolcus radix</i> (Johnson) (Hymenoptera: Scelionidae) en macadamia.....	16-19
<b>Edgar Umaña M., Manuel Carballo</b> , CATIE, Turrialba, <b>Costa Rica</b>	
Translocación y cuantificación del ADN viral de genimivirus asociados con el mosaico amarillo del tomate.....	20-24
<b>Gonzalo Galileo Rivas P.</b> , CATIE, Turrialba, <b>Costa Rica</b> <b>Pilar Ramírez</b> , Universidad de Costa Rica, San José, <b>Costa Rica</b> <b>Douglas Cubillo, Luko Hilje</b> , CATIE, Turrialba, <b>Costa Rica</b>	
Ciclo biológico y morfología del salerillo <i>Paratrioza cockerelli</i> (Sulc.) (Homoptera: Psyllidae) vector de la enfermedad "permanente del jitomate" en El Bajío .....	25-32
<b>Carlos Mejía-Avila, Rafael Bujanos-Muñiz, Keir Francisco Byerly-Murphy</b> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, Celaya, <b>México</b>	
Capacidad depredadora de la catarinita anaranjada <i>Hippodamia convergens</i> G. sobre el pulgón del rosal <i>Macrosiphum rosae</i> L. en vivero.....	33-36
<b>José Jesús Juvera Bracanon</b> , Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, <b>México</b> <b>Héctor Jasso Gutiérrez, Antonio de la Mora Covarrubias</b> , Ciudad Juárez, Chihuahua, <b>México</b>	
<b>COMUNICACION TECNICA</b>	
Detección de virus en plantas silvestres asociadas con el tomate y chile dulce en Costa Rica .....	37-39
<b>Gonzalo Galileo Rivas P.</b> , CATIE, Turrialba, <b>Costa Rica</b> <b>Pilar Ramírez</b> , Universidad de Costa Rica, San José, <b>Costa Rica</b> <b>Douglas Cubillo, Luko Hilje</b> , CATIE, Turrialba, <b>Costa Rica</b>	
<b>SECCION INFORMATIVA</b>	
Workshop on Augmentative Biological Control in the Tropical and Subtropical Americas.....	40-50
Taller sobre Control Biológico Aumentativo en América Tropical y Subtropical.....	51-62
Encuentro Regional de Análisis de Estrategias para Agricultura Sostenible en América Tropical.....	63
Notas técnicas .....	63
Resúmenes Tesis de Posgrado de CATIE.....	64-65
Mosca Blanca al Día .....	66-68
Futuro Eventos.....	69



# IMPORTANCIA ECONOMICA DE *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) EN LA PAPA EN CARTAGO, COSTA RICA\*

Oscar Barea\*\*  
Octavio Ramírez\*\*\*  
Douglas Cubillo\*\*\*  
Luko Hilje\*\*\*

## Economic importance of *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) in potatoes in Cartago, Costa Rica

### ABSTRACT

The leafminer *L. huidobrensis* has been a serious pest of potatoes and other vegetables in Cartago, since 1989. Information was gathered, by means of a field survey and data banks, to compare its economic importance on potatoes from 1989 to 1994, as well learning how growers manage it. From 1989 to 1994, this pest caused important changes in the cost structure for potatoes, as more specific and expensive insecticides were used more frequently to control it. Insect control costs per hectare corresponded to 3% before 1989, 10% in 1989, and 7.6% in 1994. Growers have now learned to coexist with the pest and to rationalize insecticide use.

**Key Words:** Diptera, potatoes, economic-importance, *Liriomyza huidobrensis*, Costa Rica.

## RESUMEN

La mosca minadora *L. huidobrensis* surgió como plaga muy seria de la papa y otras hortalizas en Cartago, desde 1989. Para establecer su importancia económica en la papa de 1989 a 1994, así como el manejo que realizan los agricultores, se recopiló información mediante una encuesta y avíos bancarios. En el intervalo estudiado, la plaga ocasionó cambios importantes en la estructura de costos del cultivo, pues se incorporaron insecticidas más específicos y más caros para su combate y se incrementó el número de aplicaciones. El costo del combate era 3% del costo por hectárea antes de 1989, subió a 10% en 1989 y bajó a 7,6% en 1994. Los agricultores han aprendido a coexistir con la plaga y a racionalizar el uso de insecticidas.

**Palabras claves:** Diptera, papa, análisis económico, *Liriomyza huidobrensis*, Costa Rica.

## INTRODUCCION

En Costa Rica, la producción de papa (*Solanum tuberosum*) se concentra en la provincia de Cartago, con el 90% de la producción nacional (MAG 1984, Comisión Nacional de la Papa 1989). El cultivo es atacado por varios insectos, principalmente el minador del follaje *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae) y las polillas *Tectia solanivora* Povolny y *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) (Rodríguez *et al.* 1993).

Recibido: 28/06/95. Aprobado: 3/10/95

\* Parte de la tesis de Magister Scientiae del primer autor. Escuela de Postgrado, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

\*\*Programa de Investigación en Papa (PROINPA-IBTA), Casilla 4285, Cochabamba, Bolivia

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

*L. huidobrensis* tuvo una explosión poblacional repentina a partir de 1989, y se convirtió en plaga importante de varias hortalizas, especialmente de papa, remolacha, cebolla, zanahoria, frijol y pepino. En la papa, las infestaciones fueron severas en las primeras etapas del cultivo, causando pérdidas totales en varios casos. Ello provocó una contracción del área de siembra en 38% respecto a 1988 (Rodríguez *et al.* 1993), la disminución del rendimiento promedio de 24,28 a 12,91 t/ha y el fuerte incremento del rubro de insecticidas, de 18,9 a 50,48% de los costos totales de fitoprotección (Hilje 1994, Rodríguez *et al.* 1993).

Desde entonces, esta plaga provocó la movilización de muchos esfuerzos y recursos del Estado y de los agricultores, para reducir su impacto económico mediante nuevas prácticas, basadas en el manejo integrado de plagas (Rodríguez *et al.* 1993).

El propósito de esta investigación fue determinar la magnitud del problema, mediante entrevistas con agricultores y el análisis de la estructura de costos de producción de la papa durante la erupción y establecimiento de *L. huidobrensis* como plaga.

## MATERIALES Y METODOS

Se recopiló información sobre el cultivo y la plaga entre 1988 y 1994, mediante fuentes primarias y secundarias. La información primaria se obtuvo mediante un sondeo previo y visitas a algunos agricultores. Se elaboró un cuestionario enfocado hacia los aspectos agronómicos del cultivo, manejo de la plaga y costos de producción con énfasis en la fitoprotección. Fue probado con un grupo de agricultores, para ajustar algunos aspectos y medir su tiempo de ejecución.

La encuesta formal se aplicó en la mayoría de las localidades productoras de papa de Cartago, de los cantones de Alvarado, Oreamuno y Cartago. El tamaño de la muestra ( $n = 50$ ) se definió con base en el número de productores de cada localidad, según las estadísticas del Comisión Nacional de la Papa (CNPA); correspondió al 7-10% de ellos. Su elección se realizó con el apoyo de los extensionistas del MAG, quienes sugirieron a algunos agricultores, y se entrevistó a los que tuviesen experiencia en el cultivo y al menos una parcela en producción al realizar la entrevista.

La información secundaria se obtuvo de varias instituciones involucradas en la producción de papa en Costa Rica. De la CNPA se obtuvieron datos sobre la superficie cultivada, volumen de producción, rendimiento anual promedio y

precios de venta, para el período de estudio (Comisión Nacional de la Papa 1989, 1990). Del Sistema Bancario Nacional (Banco de Costa Rica, Banco de Crédito Agrícola de Cartago y Banco Nacional de Costa Rica), los costos de producción mediante los avíos interbancarios (Comisión Interbancaria de Avíos 1988, 1989, 1990, 1994). Del Programa Integral de Mercadeo Agropecuario (PIMA), los precios de venta de papa y su procedencia.

La información obtenida se analizó mediante el programa Fox-pro, creando una base de datos. El análisis de costos se realizó con base en los costos de producción en los avíos, los rendimientos promedio por hectárea (CNPA), los precios promedio de mercado (PIMA, CNPA), y los resultados de la encuesta. Para ello solo se consideraron las variaciones en los costos de combate de los insectos plagas.

## RESULTADOS

De los 50 agricultores encuestados, 94% indicó que el cultivo más afectado por *L. huidobrensis* es la papa, seguida por la remolacha (30%), frijol (26%), y la cebolla, zanahoria y pepino (44%).

El 68% de los agricultores tuvo problemas serios con la plaga durante 1989, el 20% en 1990 y el resto (12%) en los años siguientes. El 64% percibió una infestación súbita, sorpresiva, y el 36% una infestación baja y paulatina. Para el 61% la plaga es más severa durante la estación seca, para el 26% en la lluviosa y el 6% la considera peligrosa en ambas estaciones.

Como consecuencia de la erupción de la plaga en 1989, 12% de los agricultores dejó de sembrar papa durante 1990, pero volvieron a sembrar al disponerse de nuevos insecticidas. Además, 12% redujo el área de siembra en 35-50%. Ninguno cambió su zona de siembra. En 1990, la superficie anual sembrada se redujo en 13,8%, y entre marzo-julio en 38%, respecto a

1989, debido a la plaga y a la falta de semilla (Comisión Nacional de la Papa 1990).

Antes de 1989, el rendimiento promedio era de 24,73 t/ha, pero en 1989 se redujo a 11,75, y en 1994 ascendió a 24,49 t/ha. La reducción en 1989 afectó más a los agricultores con menor superficie sembrada (Cuadro 1), y menos a los de mayor superficie; los de superficies medianas tuvieron valores intermedios. Antes de 1989 y en 1994 los rendimientos fueron superiores a 10 t/ha, independientemente de la superficie sembrada.

La pérdida en producción, expresada como el volumen de papa no comercial ("arreflis") fue mayor en 1989 que antes de dicho año y que en 1994 (Cuadro 2). Algunos agricultores tuvieron pérdidas mayores a 10 t/ha (8%), y hasta totales (14%). Además de sus bajos rendimientos (0,1-10 t/ha), predominaron los agricultores con pérdidas mayores a 20% (82%). Los que obtuvieron rendimientos mayores a 20 t/ha, tuvieron pérdidas menores.

La causa principal de la disminución en el rendimiento durante 1989 fue *L. huidobrensis*, para 72% de los agricultores; el resto no supo responder o indicó causas como suelo, semilla y clima. Antes de la erupción de la plaga, se hacían hasta 30 aplicaciones durante el ciclo del cultivo, contra jobotos (*Phyllophaga* spp.), gusanos cortadores (Noctuidae) y especialmente las polillas *T. solanivora* y *P. operculella*. La mayoría realizaba 1-10 aplicaciones (Cuadro 3), pero en 1989 predominó el intervalo de 11-20; para 1994 descendió con respecto a 1989, pero su número fue mayor que antes de ese año.

**Cuadro 1.** Superficie sembrada y rendimiento antes, durante y después del surgimiento de *L. huidobrensis* como plaga. (n=50).

Agricultores							
Superficie (ha)	Rendimiento (t/ha)	< 1989		1989		1994	
		No.	%	No.	%	No.	%
0,1-2,0	0-10	0	0	19	61	0	0
	10,1-20	17	55	9	29	17	52
	> 20	14	45	3	10	16	48
		31	62	31	62	33	66
2,1-5,0	0-10	0	0	5	42	0	0
	10,1-20	2	20	6	50	2	0
	> 20	8	80	1	8	8	80
		10	20	12	22	10	20
> 5,0	0-10	0	0	0	0	0	0
	10,1-20	0	0	7	100	3	?
	> 20	9	100	0	0	4	57
		9	18	7	14	7	14

**Cuadro 2.** Porcentaje de papa no comercial, según el nivel de rendimiento obtenido antes, durante y después del surgimiento de *L. huidobrensis* como plaga: (n=50).

Agricultores							
Rendimiento (t/ha)	Papa no comercial (%)	< 1989		1989		1994	
		No.	%	No.	%	No.	%
0-10	0-10	0	0	2	9	1	100
	11-20	0	0	2	9	0	0
	> 20	0	0	18	82	0	0
		0	0	22	44	1	2
10,1-20	0-10	18	90	5	23	17	89
	11-20	2	10	6	27	2	11
	> 20	0	0	11	50	0	0
		20	40	22	44	19	38
> 20	0-10	24	80	1	17	26	87
	11-20	4	13	4	66	4	13
	> 20	2	7	1	17	0	0
		30	60	6	12	30	60

**Cuadro 3.** Número y porcentaje de agricultores según el intervalo de aplicaciones de insecticidas, antes, durante y después del surgimiento de *L. huidobrensis* como plaga (n=50).

Agricultores							
Intervalo (Aplicac.)	< 1989		1989		1994		
	No.	%	No.	%	No.	%	
1-10	34	68	16	32	26	52	
11-20	12	24	25	50	17	34	
>20	1	2	8	16	6	12	
		47	94	49	98	49	98

En los avíos bancarios de 1990 y 1994 se estipulaban 37 y 30 aplicaciones de insecticidas, respectivamente (Comisión Interbancaria 1990, 1994). De ellas, 21 y 16 correspondían a *L. huidobrensis*, y el resto a polillas y otras plagas. En la encuesta, ellas correspondieron 11 y 6 para la mosca minadora y 4 para otras plagas, en ambos años; en total, el número de aplicaciones fue de 15 y 10, respectivamente.

Antes de 1989, los insecticidas más usados contra polillas, jobotos y gusanos cortadores eran el metamidofós (Tamarón 60% SL), paratión metílico (Pennicap 24% CE, Folidol), permetrina (Ambush 50% CE), deltametrina (Decis 25 CE) y endosulfán (Thiodan 35% CE); las formulaciones mencionadas son las más utilizadas. En menor proporción aparecían el metomil (Lannate), dimetoato (Perfekthion), cipermetrina (Cymbush), diazinón (Diazinon), clorpirifós (Lorsban 48% CE) y algunos granulados. Los avíos bancarios financiaban los tres primeros insecticidas y el Lannate.

El número de aplicaciones de estos insecticidas durante una temporada, se concentró en el intervalo de 1-5 (Cuadro 4); 8-10% de los agricultores aplicaron más de seis veces Tamarón y Decis. En 1988 y 1989 se financiaban cuatro aplicaciones de Tamarón y Lannate, tres de Ambush y paratión (Comisión Interbancaria 1988, 1989). Sus dosis variaron bastante. Las recomendadas fueron las más usadas, aunque hubo sobredosisación con el Decis (38%), Tamarón (34%), Ambush y paratión (8%); en algunos casos se cuatuplicó la dosis comercial. En varios casos (8%) se aplicaron subdosis.

**Cuadro 4.** Número y porcentaje de agricultores, según el intervalo de aplicaciones de insecticidas, antes del surgimiento de *L. huidobrensis* como plaga.

Intervalo (Aplic.)	Agricultores									
	Tamarón		Decis		Ambush		Paratión		Thiodan	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
1-5	35	70	30	60	7	14	10	20	7	14
6-10	5	10	4	8	1	2	1	2	1	2
> 10	5	10	0	0	0	0	0	0	0	0
	45	90	34	68	8	16	11	22	8	16

Pocos agricultores (12%) indicaron que el Tamarón, paratión metílico y Decis funcionaron contra *L. huidobrensis*. Después de la aparición de ésta empezaron a utilizar nuevos insecticidas, como el tiocyclam hidrogenoxalato (Evisect 50% PS), cartap (Padan 50% PS), abamectina (Vertimec 1,8% CE) y cyromazina (Trigard), que fueron financiados por los bancos. Estos generalmente se aplicaron hasta cinco veces (Cuadro 5), salvo el Evisect y Padan, aplicados más de seis veces. El 50% de los agricultores duplicó el número de aplicaciones en 1989-90 con respecto a años previos, el 8% lo aumentó en 40-70% más, y el 42% lo mantuvo igual. Las dosis comerciales fueron las más usadas. Se sobredosificó con el Vertimec (50%), Evisect (22%) y Trigard (12%), y se subdosificó con Padan (8%), Evisect (8%) y Vertimec (2%).

**Cuadro 5.** Número y porcentaje de agricultores, según el intervalo de aplicaciones de insecticidas nuevos, después del surgimiento de *L. huidobrensis* como plaga.

Intervalo (Aplic.)	Agricultores							
	Evisect		Padan		Vertimec		Trigard	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
1-5	36	72	36	72	39	78	10	20
6-10	8	16	6	12	1	2	1	2
> 10	1	2	2	4	0	0	0	0
	45	90	44	88	40	80	11	22

El 90% de los agricultores indicó que los nuevos insecticidas funcionan contra *L. huidobrensis*. El 56% manifestó que el precio del Vertimec y el Trigard, ¢ 32000 y ¢ 35000 (1 \$US = ¢ 163) por litro, respectivamente, les impidió su uso más frecuente.

Actualmente, para combatir la plaga 40% de los agricultores utiliza mezclas de insecticidas (Padan + Evisect, Padan + Decis, Evisect + Decis, Tamarón + Decis). Algunos indicaron que el Tamarón, Decis y Ambush, usados antes del surgimiento de *L. huidobrensis*, habían recuperado su capacidad letal en 1994.

La mayoría de los agricultores (92%) utiliza algún criterio para decidir sobre el combate de la plaga, como la presencia de adultos sobre las plantas o el daño foliar. El 72% de ellos distingue los larvicidas de los adulticidas. Aplican los últimos (Evisect y Padan) al observar adultos en el cultivo, y los primeros (Trigard y Vertimec) al observar daños en las hojas, y generalmente cuando la planta tiene suficiente follaje.

Cuando se presentó el problema, 16% recibió algún tipo de ayuda económica, de bancos, cooperativas o casas comerciales. En 1989, 48% tenía crédito bancario, de los cuales 62,5% obtuvo prórroga, pero ninguno recibió condonación. Todos lograron apoyo del Estado a través de funcionarios del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Otros (6%) recibieron subsidios, mediante rebajas de precios de algunos insecticidas, por recomendación de los técnicos del MAG. El MAG autorizó en forma expedita licencias provisionales para algunos insecticidas que estaban en prueba en otros cultivos (Ing. Juan Hernández 1994, MAG, com. pers.). Solamente 14% de los agricultores buscaron ayuda del MAG, cooperativas y Upanacional, que es un gremio de agricultores.

Según la mayoría (92%) los costos de control de plagas aumentaron debido a *L. huldobrensis*, por la inclusión de nuevos insecticidas y el incremento del número de aplicaciones (62%), y en general por los precios de insecticidas (38%). Otros costos que aumentaron fueron los de fungicidas, fertilizantes, mano de obra, semilla y transporte.

En el avío de 1990 se incluyeron los nuevos insecticidas (Evisect, Padan, Trigard y Vertimec), debido a la aparición de *L. huldobrensis*; sus precios presupuestados en 1989-90 y 1994 fueron similares a los pagados por los agricultores. En los avíos de 1988, 1989 y 1994 aumentaron los costos para los insumos y rubros mencionados por los agricultores, debido a la inflación de precios, que se reflejaron en los costos por hectárea (Cuadro 6); éstos fueron mayores que los promedios obtenidos mediante la encuesta.

**Cuadro 6.** Cambios en los costos unitarios (en colones) de insumos y rubros mencionados por los agricultores, según los avíos bancarios.

Insumos y rubros	1988	1989	1994
Fertilizante (kg)	16,82	22,00	37,48
Mano de Obra (h)	42,25	51,00	119,21
Semilla (kg)	18,12	24,15	54,34
Transporte (kg)	1,20	1,50	2,30
Costo por ha			
Avíos	165206,70	212618,90	553375,35
Encuesta	102700,00	176800,00	303700,00
Tipo de cambio (US\$)	73,95	79,15	152,17

Los costos de combate de insectos respecto a 1988, subieron en 437,51 % para 1989; bajaron en 1994, pero fueron siempre mayores que en 1988 (Cuadro 7). La mayor relación beneficio-costo se registró en 1988 (146,24), fue baja en 1989 y en 1994 aumentó.

**Cuadro 7.** Análisis del costo (en dólares) de combate de insectos, en tres períodos, con base en los promedios de encuesta.

	1988	1989	1994
Beneficios brutos	6279,32	3144,22	7982,30
Costos variables	42,94	230,80	109,25
Beneficios netos	6236,38	2913,42	7873,30
Cambio beneficios (%)	53,28	26,25	
Cambio costos (%)	437,51	52,66	
Relación beneficio/costo variable (Tasa de retorno marginal)	146,24	13,62	73,07

Actualmente, 54% de los agricultores considera tener problemas con la plaga y el resto no tenerlos, pues los nuevos insecticidas controlan a la plaga. De los primeros, 88,9% cree tener menos problemas que en 1989 y 11,1% iguales. Sin embargo, 78% consideran a *L. huldobrensis* como una plaga establecida en la zona, con la cual deben coexistir, aplicando insecticidas para evitar daños ocasionales. Esta situación se ratificó con la opinión de que dicha plaga es la primera en importancia en la zona (56%), seguida por las polillas (30%) y los jobotos (14%).

## DISCUSION

Los agricultores fueron sorprendidos por la súbita erupción de *L. huidobrensis*. La plaga afectó más los papales durante 1989-90, causando serios problemas a la mayoría. En 1989, aunque no todos fueron afectados severamente, casi todas las localidades tuvieron el problema; en años posteriores las infestaciones fueron más aisladas.

La mayoría de los agricultores (72%) indicó a *L. huidobrensis* como la principal causa de estas pérdidas. En 1989 la reducción del rendimiento alcanzó niveles considerables (11,75 t/ha), afectando con mayor rigor a los pequeños agricultores, con menos de 2 ha sembradas; ello posiblemente obedeció a sus escasos recursos para invertir en nuevos insecticidas. Colateralmente, el porcentaje de papa no comercial ("arreflís") superó el 100% respecto a los obtenidos antes de 1989 y en 1994, mucho más en los pequeños, por su baja capacidad de inversión y nivel tecnológico. Actualmente los rendimientos y el porcentaje de "arreflís" son normales, lo cual podría deberse a los nuevos insecticidas utilizados y a la disminución de la poblaciones de la plaga.

Las efectos indirectos de la plaga, como la suspensión de las siembras y la reducción del área sembrada, aunque fueron bajos (24%), tuvieron un efecto global importante en la zona durante 1989-90. En 1990, la reducción del área fue mayor en el primer trimestre (38%) que en el segundo, ya en la estación lluviosa. Varios agricultores decidieron sembrar de nuevo, porque dicha estación es menos favorable para la plaga, y por la disponibilidad de insecticidas eficaces. Esto demuestra su rápida reacción frente al problema, contando con el apoyo del MAG, casas comerciales y cooperativas. Muchos agricultores con pequeñas áreas de siembra, para quienes la agricultura es su única fuente de ingresos, se vieron forzados a continuar cultivando, y arriesgar la inversión realizada en sus papales.

Antes de 1989, los insecticidas organofosforados y piretroides fueron los más usados, con un elevado número de aplicaciones, lo que coincide con Hilje y Cartín (1990); además, se usaban en sobredosis que a veces superaban a

las recomendadas en 100%. Después de la conversión de *L. huidobrensis* en plaga primaria, el uso de insecticidas cambió drásticamente, por la introducción de nuevos productos, más selectivos, tanto larvicidas (Vertimec y Trigard) como adulticidas (Padan y Evisect).

El total de aplicaciones aumentó en 1990, pues los bancos financiaron hasta 21 solo para esta plaga, aunque los agricultores hicieron 11, en promedio; esto se debe a la sobreestimación de los bancos y a variaciones entre agricultores con diferente nivel tecnológico. Para 1994, estos niveles de uso de insecticidas eran aún mayores que en 1988, ya que se mantuvieron los nuevos insecticidas en el régimen de aplicaciones, realizándose aspersiones separadas contra la mosca minadora y las polillas.

Las labores de extensión del MAG (Rodríguez *et al.* 1990), la obtención de licencias provisionales para algunos insecticidas y las prórrogas dadas por los bancos a los agricultores, fueron los principales esfuerzos realizados por el Estado para resolver la emergencia de la erupción de *L. huidobrensis*. Como resultado de los esfuerzos realizados, los agricultores usan criterios para la aplicación de insecticidas, como la observación de adultos en las plantas y el daño en las hojas.

Los costos de fitoprotección subieron, debido a la incorporación e incremento en el número de aplicaciones de insecticidas más caros. La inflación de precios aumentó los costos de la mano de obra, transporte, fertilizantes y semilla. El efecto más perceptible de *L. huidobrensis* en la estructura de costos fue la incorporación de nuevos insecticidas y el aumento de la mano de obra para su aplicación, encareciendo los costos de producción. Estos cambios forzaron a los agricultores medianos (>2 ha) a arriesgar mayor capital, mientras que los pequeños (0,1-2 ha) no pudieron hacerlo, debido a sus escasos recursos, por lo que fueron los más afectados en sus rendimientos e ingresos.

El notorio incremento de los costos de control de insectos afectó los ingresos de los agricultores durante 1989, pero ya en 1994 los beneficios fueron mayores que en 1988, posiblemente debido al uso eficiente de insecticidas.

Paralelamente los costos declinaron, por el menor número de aplicaciones, debido a la disminución de la abundancia de la plaga.

El costo por control de insectos plagas representó apenas 3% antes de 1989, 10% en 1989 y 7,6% en 1994. Los agricultores continúan aplicando insecticidas contra polillas y mosca minadora, sin considerar los efectos colaterales nocivos de esta práctica. Las diferencias del costo por hectárea entre los avíos y los resultantes de la encuesta, podrían deberse a una sobreestimación de algunos rubros por parte de los bancos y al uso de tubérculo-semilla certificada o no, por parte de los agricultores; este rubro corresponde a más del 30% del costo por hectárea.

*L. huidobrensis* presionó a los agricultores a conocerla, combatirla e incorporar los nuevos insecticidas a su régimen de aplicaciones. Entre 1989 y 1994 disminuyeron las aspersiones en su contra, e indirectamente contra insectos en general, pero aún el nivel es mayor que antes de 1988; en 1994 los costos en fitoprotección son menores. Además, las poblaciones de la mosca minadora han decrecido (Hilje *et al.* 1993, Calvo *et al.* 1994, Barea 1995), y los rendimientos han alcanzado los niveles de antes de 1989. Todo ello se refleja en el aumento de la eficiencia económica en la producción de papa y en la percepción de que es posible la coexistencia con la plaga.

## CONCLUSIONES

- La presencia indefinida de *L. huidobrensis*, y los costos adicionales para su combate, forzaron al agricultor a coexistir con ella, mejorando indirectamente el manejo de insecticidas para el combate de otras plagas.

- Los cambios en la estructura de costos para el combate de *L. huidobrensis* entre 1989 y 1994, se debieron a la incorporación de nuevos insecticidas y al aumento del número de aplicaciones. Actualmente estos se mantienen, pero en menor proporción a 1989, cuando apareció la plaga.

## AGRADECIMIENTOS

Al Programa de Investigación de la Papa (PROINPA) convenio IBTA-CIP-COTESU, el financiamiento de los estudios del primer autor. Al Dr. Joseph L. Saunders, M.Sc. Manuel Carballo, Lic. Gustavo Calvo, Sr. Alfonso Chacón y Sr. Guido Sanabria (CATIE), sus sugerencias y apoyo. Al Ing. Carlos Campos (Comisión Nacional de la Papa), Lic. Ronald Morales (Programa Integral de Mercadeo Agropecuario) e Ing. Jorge Morales (Banco Nacional de Costa Rica), la información aportada.

## LITERATURA CITADA

- BAREA, O. 1995. Importancia económica de *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard), en la papa, en Costa Rica, y opciones para su manejo utilizando periodos críticos y umbrales de acción. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 126 p.
- CALVO, G.; DIAZ, M.; HILJE, L.; BRENES, L.; COTO, A.; CUBILLO, D.; CHACON, A. 1994. Informe sobre validación de tecnologías de manejo integrado de plagas en papa en las estribaciones del volcán Irazú, 1993. Costa Rica, MAG/CATIE/UNA. 36 p.
- COMISION INTERBANCARIA DE AVIOS. 1988-90, 1994. Cultivo de papa. San José, Costa Rica. pag. var.
- COMISION NACIONAL DE LA PAPA. 1989. Pronóstico de producción de papa. Cartago, Costa Rica. 14 p.
- COMISION NACIONAL DE LA PAPA. 1990. Pronóstico de producción de papa. Cartago, Costa Rica. 14 p.
- HILJE, L. 1994. Caracterización del daño de las polillas de la papa *Tecia solanivora* y *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae), en Cartago, Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 31:43-46.
- HILJE, L.; CARTIN, V. 1990. Diagnóstico acerca del combate químico de las polillas de la papa (Lepidoptera: Gelechiidae) en Cartago, Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 17:27-33.
- HILJE, L.; CUBILLO, D.; RAMIREZ, A. 1993. Validación de umbrales de acción para el combate de *Liriomyza huidobrensis* en parcelas de papa, en Cartago, Costa Rica. In Taller de Actualización sobre *Liriomyza huidobrensis* y Perspectivas para las Futuras Investigaciones. Cartago, Costa Rica, MAG/CATIE. p. 71
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 1984. Consideraciones generales del cultivo de papa y su comercialización en Costa Rica. San José, Costa Rica. Serie Análisis DAPM No. 1-84. 35p.
- RODRIGUEZ V., C.L.; LEON, R.; CESPEDES, R.; LEPIZ, C. 1993. La situación entomológica de la papa en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 29:6-13.
- RODRIGUEZ V., C.L.; PADILLA, C.; MATARRITA, L.; MEDINA, J. 1990. Transferencia y adopción de tecnología en el control del minador de las hojas *Liriomyza* prob. *huidobrensis* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) en la zona norte de Cartago. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 18:33-41.

# DIAGNOSTICO DE LA PROBLEMÁTICA FITOSANITARIA DEL CULTIVO DE TOMATE, CON ÉNFASIS EN MOSCA BLANCA, *Bemisia tabaci* (GENNADIUS)\*

Carlos Arturo Quirós\*\*  
Gustavo Calvo\*\*\*  
Octavio Ramírez\*\*\*

## Phytosanitary diagnosis in tomatoes, with emphasis on whiteflies *Bemisia tabaci* (Gennadius).

### ABSTRACT

Until 1988, whiteflies were of secondary importance in Costa Rica's Western Central Valley; however, this pest has created a crisis situation. A diagnoses of plant health in tomatoes, emphasizing whiteflies, was made using individual surveys for 28 and 23 tomato producers in the Grecia and Valverde Vega areas. Producers considered whiteflies as the major problem in tomatoes, principally during the dry season (88.2%). The pest's importance, according to 80.4% of the producers, is mainly virus transmission. 13.7% stated that the problem is more severe in young plants and that they have seen massive reproduction of the insect in sweet peppers (*Capsicum annuum*) (13.7%).

Key Word: Diagnostic, *Bemisia tabaci*, Costa Rica.

### RESUMEN

Hasta 1988, la mosca blanca era de importancia secundaria en el Valle Central Occidental de Costa Rica, sin embargo esta plaga ha creado una situación de crisis. Se realizó un diagnóstico de la problemática fitosanitaria del cultivo de tomate, con énfasis en mosca blanca mediante una encuesta de carácter individual, a 28 y 23 productores de tomate de las zonas de Grecia y Valverde Vega. Los agricultores consideraron la mosca blanca como el mayor problema en el cultivo del tomate, principalmente en la estación seca (88.2%). La importancia de la plaga, según el 80.4% de los agricultores, es principalmente la transmisión de virus. Para un 13.7% el problema es más severo en el cultivo joven quienes han visto la fácil y masiva reproducción del insecto en el cultivo de chile dulce (*Capsicum annuum*).

Palabras claves: Diagnóstico, *Bemisia tabaci*, Costa Rica.

### ANTECEDENTES

La principal plaga que afecta al cultivo de tomate en el Valle Central Occidental de Costa Rica, es la mosca blanca, *Bemisia tabaci* (Gennadius). Esta ha incrementado sus daños sobre muchas especies vegetales, tanto cultivadas como silvestres, a nivel

mundial. Esta plaga secundaria, hasta hace poco tiempo, ha pasado a ser primaria por el uso excesivo de insecticidas hacia los cuales ha adquirido resistencia, además de su habilidad de colonizar cultivos, como el algodón, tomate, frijol, pepino, etc. y muchas especies de malezas (Rosset 1990). Recientemente se menciona la presencia de nuevos biotipos o razas asociados a esta condición de polifagia (Brown 1993). Su importancia radica, no tanto en el daño directo que ocasiona al alimentarse de las plantas, sino en su habilidad para

Recibido: 26/06/95. Aprobado: 20/09/95

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

\*\*CIAT, Apartado 8713. Cali, Colombia.

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

transmitir diversos tipos de geminivirus (Brown 1993, Lastra 1993).

En el Valle Central de Costa Rica, los productores de tomate utilizan insecticidas casi exclusivamente para el control de esta plaga. El sistema actual de siembra directa, más las altas poblaciones de *B. tabaci* en la estación seca, hacen que la mosca blanca afecte severamente el cultivo desde sus etapas tempranas de crecimiento, cuando la planta es más susceptible al virus; solo se vuelve tolerante aproximadamente a los 50 días después de germinación (Rosset 1990).

El objetivo de esta investigación fue realizar un diagnóstico de la problemática fitosanitaria del cultivo del tomate, con énfasis en mosca blanca, para tener información confiable y actual que sirva como base para una evaluación de tecnología para manejo de mosca blanca. Para el desarrollo de cualquier programa MIP es necesario conocer las percepciones del agricultor sobre la plaga, cómo la maneja y la investigación propia realizada por ellos.

## MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en los cantones de Grecia y Valverde Vega, provincia de Alajuela, Costa Rica, en la zona de vida de bosque muy húmedo de premontano (Tosi 1969). Esta región del Valle Central Occidental es la mayor productora de tomate del país, pues genera el 60% del total nacional (Calvo *et al.* 1992). La producción en la zona se caracteriza por una continua rotación de los lotes, debido a que por lo general los agricultores siembran en terrenos alquilados o prestados; así se aprovechan los distanciamientos de siembra de otros cultivos ya establecidos, como el café y la caña de azúcar.

Se realizó una encuesta formal, de carácter individual y exploratoria, a 28 y 23 productores de tomate en las zonas de Grecia y Valverde Vega, respectivamente. La muestra se obtuvo al azar entre los agricultores inscritos ante el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) en las oficinas del Servicio de Extensión Agrícola de ambas localidades.

Se incluyó un 20% de preguntas directas, o aquellas que se hacen para conocer un hecho específico, un dato o parte de él, y un 80% de preguntas abiertas donde el productor manifestó libremente su opinión con

respecto a la problemática fitosanitaria del cultivo del tomate (Quirós *et al.* 1992). El contenido de dicha encuesta se dividió en tres secciones orientadas a:

1. Caracterizar al agricultor, en cuanto al tamaño de explotación y tenencia de parcelas para la producción de tomate.

2. Explorar la importancia de la mosca blanca como problema del tomate, así como la experiencia y actitudes del agricultor sobre el manejo del insecto.

3. Evaluar las reacciones del agricultor a la oferta de tecnologías disponibles para la siembra de los semilleros de tomate, y posibles opciones para la protección de las plántulas en los primeros 35 días.

La información en general, se analizó utilizando estadísticas descriptivas, tales como frecuencias y promedios. Los resultados se presentan en conjunto para ambas zonas por las similitudes entre ellas, tales como el área cultivada en tomate (por agricultor), variedad más utilizada y problemas prioritarios del cultivo.

Para algunas variables analizadas las frecuencias no suman 100%, porque un alto porcentaje de las preguntas eran abiertas. Por lo tanto, debido a que muchos productores dieron varias respuestas para una misma pregunta, las frecuencias se refieren al porcentaje de productores que mencionó esa respuesta específica entre otras. Todas las preguntas se refieren a la problemática del cultivo de tomate en la estación seca, la cual contrasta con la estación lluviosa.

## RESULTADOS Y DISCUSION

**Caracterización de los agricultores.** En Grecia los agricultores poseen en general, más años de experiencia en el cultivo. El 64.3% de ellos tienen 11 años o más involucrados en su producción. El intervalo de 16 a 20 años de laboreo, en dicho cultivo predominó (32.2%). El cultivo es relativamente nuevo en Valverde Vega, el 52.1% de los agricultores tienen 10 años o menos de experiencia; el intervalo de 1 a 5 años agrupa el 30.4% de los productores y solo un 17.4% posee entre 16 a 20 años de experiencia.

El área sembrada por agricultor, es similar en ambas localidades, predominando las que oscilan entre 0.1 - 0.5 ha. (45.1%) y de 0.6 - 1.0 ha (31.4%) del total de las áreas registradas en la encuesta. En general, cada agricultor posee más de un lote del cultivo, o al menos está iniciando la siembra de otro al comenzar la cosecha del más adelantado. Para ambas zonas, cada agricultor posee un promedio de 1.5 lotes.

En Grecia, el tipo de tenencia de la tierra más frecuente para el cultivo del tomate es el "dado", al cual recurren 38.1% de los agricultores (Cuadro 1). En este arreglo el dueño de un cultivo, como caña de azúcar o café, después del corte, poda o renovación presta su lote a un cultivador de tomate sin dar o recibir nada a cambio, con el fin de beneficiarse de las deshierbas y abonamientos que se realizan en el cultivo transitorio.

**Cuadro 1.** Tenencia de lotes en producción de tomate por los agricultores en Grecia y Valverde Vega. Alajuela, Costa Rica. 1993.

Tenencia	% DE AGRICULTORES	
	Grecia	V. Vega
Propio	19,0	38,2
Dado	38,1	8,8
A medias	23,8	11,8
Arrendado	16,7	26,5
Propio en compañía	2,4	14,7

Este tipo de contrato no es común en Valverde Vega, ya que por su mayor altitud, no se cultiva caña de azúcar y los lotes de café en poda son también cultivados con tomate por los mismos propietarios. En esta localidad el 38.2% de los agricultores cultiva tomate en sus propios lotes, y en Grecia solo lo hace el 19.0%. En ambas regiones existen además otros dos arreglos contractuales importantes: el arrendamiento, por el cual un propietario solicita una suma de dinero al cultivador de tomate respectivo; y el de "a medias", en el cual los gastos directos de producción se distribuyen equitativamente y los socios se comparten los riesgos.

Hayslip es la variedad predominante, con 98.04%. En años previos solo la utilizaba el 50% de ellos (Calvo *et al.* 1990). La predilección por esta variedad en ambas zonas es similar por su elevado rendimiento (64.7%) y por su fruto macizo (grosso, duro, que soporta muy bien el manipuleo), la que le confiere

condiciones favorables para el mercado (56.8%). La resistencia a la lluvia (29.41%) se refiere a la tolerancia de la variedad a hongos, que frecuentemente se presentan en la estación lluviosa. Otra característica deseable es el porte mediano de la planta (25.49%) que implica menor número de amarras y consumo de agroquímicos foliares, manteniendo su rendimiento. Esporádicamente mencionaron las variedades Catalina, Sunny, Tropic y Duke.

Entre los aspectos desfavorables de la variedad Hayslip, el 33.3% le atribuyeron que la planta "se agota pronto", es decir, que produce su cosecha en un período relativamente corto. El 25.5% de los productores objetaron que la planta "es mediana" refiriéndose a su porte relativamente bajo, que le resta capacidad de rendimiento.

Las diferencias explicables radicarón en que en Grecia los agricultores asociaron más los problemas de insectos y virus con esta variedad, mientras que en Valverde Vega los aspectos negativos se refieren más a problemas de enfermedades, probablemente debidos a la mayor precipitación y altitud, siendo además la mosca blanca y la transmisión del virus un problema relativamente nuevo, aproximadamente desde la estación seca de 1990.

**Problemas en el cultivo de tomate.** En ambas localidades los agricultores consideraron que "la palomilla" (mosca blanca) era el mayor problema que afrontaban en el cultivo del tomate, principalmente en la estación seca (88.2%) (Cuadro 2). En la caracterización agronómica solo el 33% de la muestra mencionó esta plaga como problema (Calvo *et al.* 1990). La importancia de la mosca blanca, según el 80.4% de los agricultores, es principalmente la transmisión de virus (Cuadro 3). En Grecia, casi la mitad de los productores mencionaron que esta plaga prácticamente no tuvo control, y casi un tercio consideró que el insecto ocasiona reducciones considerables en la producción. Dicha situación los había obligado a buscar lugares para siembra en las zonas altas, donde aún este insecto no era problema. En Valverde Vega 34.8% de los agricultores consideraron que el daño atribuido a este insecto ocasionaba una disminución en el crecimiento de las plantas de tomate, pero pocos coincidieron en que los rendimientos estaban siendo afectados. Posiblemente, por ser un problema relativamente nuevo, todavía no relacionan directamente la transmisión del geminivirus con el vector.

**Cuadro 2.** Frecuencia de los principales problemas en el cultivo del tomate mencionados por los agricultores en Grecia y Valverde Vega. Alajuela Costa Rica. 1993

Problemas	Frecuencia		Total	%
	Grecia	V. Vega		
Mosca blanca ( <i>B. tabaci</i> )	25	20	45	88,2
Gusano alfiler ( <i>K. lycopersicella</i> )	7	5	12	23,5
Heliothis ( <i>Heliothis</i> spp.)	3	1	4	7,8
Cogollero ( <i>Spodoptera</i> spp.)	2	0	2	3,9
Liriomyza ( <i>Liriomyza</i> spp.)	0	2	2	3,9
Apagón ( <i>P. infestans</i> )	2	10	12	23,5
Alternaria ( <i>A. solani</i> )	0	4	4	7,8
Herrumbre ??	0	4	4	7,8
Maya ( <i>P. solanacearum</i> )	0	2	2	3,9
Caña hueca ( <i>E. carotovora</i> )	0	2	2	3,9
Culo negro (defic. de Ca)	1	0	1,2	23,5
Virus	5	0	5,9	8
Enrollamiento	2	0	2,3	9
Mano de obra	3	0	3,5	9
Riego	2	1	3,5	9
Crédito	0	3	3,5	9

blanca que ha menguado sus enemigos naturales ocasionando su incremento. Entre otros problemas de aparente menor preocupación para la mayoría de agricultores, se destacan *Heliothis* spp. y *Spodoptera* spp. (gusanos del fruto), considerados hasta hace poco problemas relevantes en la región.

**Experiencia y actitud con respecto a la mosca blanca.** Las respuestas fueron variadas y poco repetitivas en las dos zonas. Solo el 17.6% manifestaron que este insecto afectaba más en la estación seca y otro 17.6% no recordaba o sabía poco sobre la mosca blanca. El 15.6% mencionó nuevamente como un problema de difícil control, mientras que para un 13.7% el problema era más severo cuando el cultivo era joven

**Cuadro 3.** Frecuencia de razones por las cuales la mosca blanca es problema para el tomate en Grecia y Valverde Vega. Alajuela, Costa Rica. 1993

Problema	Frecuencia		Total	%
	Grecia	V. Vega		
Transmite virus	26	15	41	80,39
No tiene control	13	3	16	31,37
Baja la producción	8	5	13	25,49
La planta no crece	0	8	8	15,69
Problema temporal	0	3	3	5,88
Chupa la savia	2	0	2	3,92
En plantas jóvenes	2	0	2	3,92
Se propaga rápido	2	0	2	3,92
Peor en verano	2	0	2	3,92
Difícil de ver	0	2	2	3,92

En Grecia siguió en orden de importancia el "culo negro" (deficiencia de Calcio), 23.5% de los productores y en Valverde Vega el "apagón" (*Phytophthora infestans*) con igual porcentaje. El gusano alfiler (*Keiferia lycopersicella*) fue común en las dos localidades aunque actualmente es de menor importancia que la mosca blanca. La relevancia adquirida por este insecto a pesar de ser en Costa Rica un problema relativamente reciente en la zona (L. Hilje 1994, CATIE, com. per.), podría deberse al cambio de estrategia en el control químico de insectos obligado por la presencia de la mosca

y que habían visto la fácil y masiva reproducción de la mosca blanca en el cultivo de chile (*Capsicum annum*) (Cuadro 4). En cuanto a la transmisión del virus no aparece con mucha relevancia, probablemente debido a que fue mencionado como respuesta a la pregunta anterior por muchos de los productores de las dos zonas, en donde lo resaltaron como el efecto de la presencia de la plaga en el cultivo.

**CUADRO 4.** Frecuencia de conocimientos generales sobre la mosca blanca mencionados por los agricultores en Grecia y Valverde Vega. Alajuela, Costa Rica. 1993.

Conocimientos	Frecuencia		Total	%
	Grecia	V. Vega		
Afecta en "verano"	5	4	9	17,65
No recuerda	3	6	9	17,65
Difícil control	4	4	8	15,69
Más en plantas jóvenes	1	6	7	13,73
Se reproduce en el chile	7	0	7	13,73
Transmite virus	1	4	5	9,80
Vive en el envés	2	3	5	9,80
Se propaga rápido	3	2	5	9,80
Le afecta la lluvia	2	3	5	9,80
La planta no crece	2	2	4	7,84
Conoce el adulto	4	0	4	7,84
Problema nuevo	3	0	3	5,88
Adquiere resistencia	2	1	3	5,88
No se reproduce en tomate	3	0	3	5,88
Amarillea la fruta	0	3	3	5,88
Problema mundial	2	0	2	3,92
Mal uso de insecticidas	2	0	2	3,92

**Procedencia y hospedantes naturales.** Para 33.3% de los agricultores esta plaga provenía del "monte", es decir de plantas silvestres y/o malezas, especialmente entre los agricultores de Valverde Vega en donde existe una mayor área de bosques en las riveras de los ríos. Para los productores de Grecia, donde existe más área en el cultivo y relativamente más cercanos unos de otros, la procedencia de la plaga probablemente puede ser de tomates viejos o abandonados (29.4%), los cuales por no haber tenido un buen manejo le sirven de refugio temporal. En Grecia, nuevamente se menciona al chile dulce (25.4%) como un reservorio para la mosca, en donde se reproduce fácilmente (Cuadro 5). En Valverde Vega no se produce este cultivo. El 23.5% de los productores ignora el origen de esta plaga en sus campos, lo que indica un parcial desconocimiento de un elemento importante para el manejo integrado del problema .

Cuadro 5. Procedencia de la mosca blanca según los agricultores de Grecia y Valverde, Alajuela Costa Rica. 1993

Conocimientos	Frecuencia		Total	%
	Grecia	V. Vega		
Monte	6	11	17	33,33
Otros tomates	11	4	15	29,41
Chile dulce ( <i>Capsicum annum</i> )	12	1	13	25,49
No sabe	7	5	12	23,53
Escobilla ( <i>Sida acuta</i> )	3	8	11	21,57
Vainica ( <i>Phaseolus vulgaris</i> )	6	3	9	17,65
Moriseco ( <i>Bidens pilosa</i> )	1	4	5	9,80
Cafetales ( <i>Coffea arabica</i> )	0	5	5	9,80
Ayote ( <i>Cucurbita pepo</i> )	0	3	3	5,88
Güitite ( <i>Acnistus arborescens</i> )	0	2	2	3,92
Plantas jóvenes	2	0	2	3,92

El cultivo de café, mencionado por algunos agricultores de Valverde Vega como fuente de mosca blanca, no ha sido reportado como hospedante de la plaga. Por este motivo, debe ser más ampliamente estudiado este sistema, pues algunas de las especies de plantas asociadas con el, podrían ser hospedantes.

Los hospedantes silvestres más mencionados donde se observó la plaga, ya sea como adulto o ninfa, fueron: escobilla (*Sida acuta*), moriseco (*Bidens pilosa*), ayote (*Cucurbita pepo*) y güitite (*Acnistus arborescens*) (Cuadro 6).

CUADRO 6. Hospedantes alternos de la mosca blanca según agricultores en Grecia y Valverde Vega. Alajuela, Costa Rica. 1993.

Especie	Nombre científico	Grecia	V. Veg.
Moriseco	<i>Bidens pilosa</i> *	X	X
Vainica	<i>Phaseolus vulgaris</i> *	X	X
Frijol	<i>Phaseolus vulgaris</i>	X	X
Chile dulce	<i>Capsicum annum</i> *	X	X
Escobilla	<i>Sida acuta</i> *		X
Cafetales	<i>Coffea arabica</i>		X
Ayote	<i>Cucurbita pepo</i>		X
Güitite	<i>Acnistus arborescens</i> *		X
Cítricos	<i>Citrus sp</i>		X
Zacate encrespado	<i>Paspalum sp.</i>		X
Pepino	<i>Cucumis sativus</i> *	X	
Mirasol	<i>Sclerocarpus divaricatus</i>	X	
Bombillo	<i>Physalis sp.</i>	X	
Chiquizacillo	<i>Richardia scabra</i> *	X	
Churrizate	<i>Ipomoea app.</i> *	X	

\* Asiático (1991) y Arias y Hille (1993)

**Medidas de control.** El 98% de los agricultores aplica insecticidas para combatir la mosca blanca, y solo el 17.6% lo ha combinado con alguna práctica cultural. Varios productores (19.6%) han aplicado en alguna oportunidad extractos de plantas como ajo (*Allium sativum*), chile jalapeño (*Capsicum spp.*), cebolla (*Allium cepa*), madero negro (*Gliricidia sepium*), vinagre y aceite agrícola para intentar controlar este insecto. Los resultados en cuanto a la eficacia de dichos extractos son contradictorios (Cuadro 7).

Las prácticas culturales son un poco más frecuentes en Grecia posiblemente debido a que venían soportando el problema desde hacía unos cuatro años y esto ha motivado la búsqueda de soluciones diferentes a los insecticidas.

CUADRO 7. Frecuencia de prácticas de control más utilizadas por los agricultores para la mosca blanca. Grecia y Valverde Vega, Alajuela, Costa Rica. 1993.

Control	Frecuencia		Total	%
	Grecia	V. Vega		
Químico	27	23	50	98,04
Extracto de plantas	4	6	10	19,61
Cultural	7	2	9	17,65

Existe una mayor tendencia en Grecia a utilizar el Thiodan (endosulfán), producto organoclorado (Cuadro 8); en la Florida ha perdido eficiencia después de solo tres años de uso (Stansly 1993). Para Valverde Vega hay una gama más amplia de productos. El 39.1% utilizan de 4-6 productos durante un ciclo del cultivo para el control de esta plaga, lo que indica una mayor rotación de ellos. Entre los más mencionados sobresalen los carbamatos Vydate (oxamil) y Lannate (metomil), el organofosforado Tamarón (metamidofós), el organoclorado Thiodan (endosulfán) y el piretroide Ambush (permetrina). Estos productos con excepción del Tamarón, están incluidos entre los insecticidas reportados como eficaces contra *B. tabaci* (Schuster *et al* 1989); el Ambush y el Vydate son efectivos contra ninfas (Schuster y Price 1987).

CUADRO 8. Insecticidas comúnmente empleados en el control de la mosca blanca en Grecia y Valverde Vega. Alajuela, Costa Rica. 1993.

Producto	Frecuencia		Total	%
	Grecia	V. Vega		
Thiodan (endosulfán)	20	10	30	58,82
Tamarón (metamidofós)	5	11	16	31,37
Ambush (permetrina)	6	9	15	29,41
Vydate (oxamil)	1	12	13	25,49
Lannate (metomil)	3	8	11	21,57
Accite agrícola	6	1	7	13,73
Orthene (acefato)	0	5	5	9,8
Evisect (thiocyclam)	2	3	5	9,8
Dekavapon (diclorvos)	4	0	4	7,84
Perfekthion (dimetoato)	3	1	4	7,84
Vertimec (abamectina)	2	1	3	5,88
Karate (lambda cyhalothrin)	3	0	3	5,88
Cymbush (cipermetrina)	0	2	2	3,92
Arrivo (cipermetrina)	0	2	2	3,92
Temik (aldicarb)	2	0	2	3,92
Pounce (permetrina)	0	2	2	3,92
Talstar (bifentrina)	2	0	2	3,92
Padan (cartap)	2	0	2	3,92

En Grecia, la rotación de varios tipos de plaguicidas durante el ciclo del cultivo es limitada. Solo el 25.9% de los productores utilizan de 4-5 productos para su control y el 74.1% utilizan 3 o menos (Cuadro 9).

CUADRO 9. Número de insecticidas utilizados por agricultor. Grecia y Valverde Vega. Alajuela, Costa Rica. 1993.

Nº de productos	% de agricultores	
	Grecia	V. Vega
1 - 3	74,1	60,9
4 - 5	25,9	21,7
6	00,0	17,4

Las aplicaciones normalmente son efectuadas por los propietarios del cultivo (76.5%) y en menor frecuencia por algún familiar del responsable o dueño del lote.

Entre los agricultores de Grecia hubo dos tendencias bien marcadas sobre el criterio para aplicar insecticidas contra la mosca blanca: cuando observan muchos adultos en el cultivo (57.1%) y "cuando aparecen", es decir, si son percibidos al revisar el cultivo o al hacer otras labores en el lote (35.7%), sin importar la cantidad observada. En Valverde Vega también existen diferentes criterios, sobresaliendo el de aplicar de manera calendarizada (39.1%), sin considerar la presencia o no del insecto (Cuadro 10). En esta zona hubo una tendencia a aplicar según la cantidad de insectos presentes (43.0%). A pesar de que para la mosca blanca los umbrales de daño no son confiables (Asiático 1991, CATIE 1993), se debería entender la escala de valores establecida por los agricultores que pudiera aplicarse para este u otros casos en el manejo de las plagas.

CUADRO 10. Criterios de decisión, para aplicar de insecticidas contra la mosca blanca. Grecia y Valverde Vega, Alajuela, Costa Rica. 1993.

Criterio	% de Agricultores	
	Grecia	V. Vega
Al ver muchas	57,1	13,0
Cuando aparecen	35,7	4,3
Por calendario	3,6	39,1
Al ver 5	3,6	17,4
Al ver 2 - 3	0,0	13,0
No sabe	0,0	13,0

La frecuencia de aplicaciones para el combate de la plaga difiere un poco entre las dos regiones, siendo regularmente de una por semana en Grecia (50%) y de dos para Valverde Vega (47.8%) (Cuadro 11). En esta última localidad, con mayor altitud, temperatura más moderada, aparente mayor rotación de productos y dos aplicaciones por semana, podría significar menor infestación de la plaga en el ciclo del cultivo. Ioannou y Iordannou (1985) en investigaciones sobre el control de *B. tabaci*, demostraron que dos aplicaciones semanales, fueron en todos los casos significativamente más eficaces que una aplicación semanal.

CUADRO 11. Frecuencia de las atomizaciones al cultivo del tomate para protección contra la mosca blanca. Grecia y Valverde Vega, Alajuela, Costa Rica. 1993

Frecuencia	% de Agricultores	
	Grecia	V. Vega
Una por semana	50,0	39,2
Dos por semana	28,6	47,8
Depende de la plaga	14,3	4,3
Dos por mes	7,1	8,7

Solo unos pocos agricultores manifestaron que la frecuencia de aplicación dependía de la presencia de la plaga, tal vez debido a que en la pregunta anterior habían manifestado ya, lo relacionado con los criterios de decisión.

Gran parte de los productores (49.0%) interrumpen las aplicaciones aproximadamente una semana antes de que el cultivo llegue a su etapa de producción es decir, cerca de los 80 dds (días después de siembra) (Cuadro 12). El 33.3% de los agricultores continúan las aplicaciones aún cuando el cultivo en éste período es más tolerante al virus. Unos pocos indicaron que las aplicaciones podrían continuar si en lotes vecinos se encontraban plantaciones de temprana edad.

CUADRO 12. Frecuencia de criterios de decisión para suspender las aplicaciones contra la mosca blanca. Grecia y Valverde Vega, Alajuela, Costa Rica. 1993.

Criterio	Frecuencia		Total	%
	Grecia	V. Vega		
Hasta 1ª cosecha	15	10	25	49,0
Hasta el final	4	5	9	17,6
No contesta	4	5	9	17,6
Cuando no se encuentre	5	3	8	15,7

Además de la aplicación de insecticidas, el 56.9% de la muestra realizó alguna otra práctica para el combate de la mosca blanca, tales como: 1) trampas amarillas en diferentes sitios, dentro y en las orillas del lote, ya sean de material plástico o recipientes de aceites (de galón), impregnados de aceite mineral y/o melaza en su parte externa; 2) surcos de frijol o de vainica, como cultivo trampa, intercalado con el tomate o en las orillas del lote, donde realizan el control de la plaga; 3) barreras físicas ya sean de clavel (*Hibiscus rosa-sinensis*) o pasto King Grass (*Pennisetum purpureum*) en las orillas del lote; 4) permitir en las primeras etapas del cultivo un leve enmalezamiento para que la mosca busque refugio en la maleza y se distraiga del cultivo principal; 5) mantener el lote completamente limpio, para evitar que la plaga se refugie en las malezas al efectuar las aplicaciones; y 6) siembra en lotes aislados para evitar la inmigración de la plaga desde tomates viejos. Todas estas prácticas han sido realizadas en forma esporádica y por tanto los resultados no han sido efectivamente percibidos.

### CONCLUSIONES

En la estación seca el problema principal en ambas regiones es la presencia de la asociación géminivirus-mosca blanca. En ambas regiones representa un serio problema para los agricultores, pues en ocasiones causa pérdidas del 100%.

El 98% de los agricultores aplica insecticidas para combatir la mosca blanca, y el 17.6% lo ha combinado con alguna práctica cultural.

Varios productores (19.6%) han ensayado en alguna oportunidad la aplicación de extractos de plantas. Han ensayado en alguna oportunidad extractos de ajo (*Allium sativum*), chile picante (*Capsicum spp.*), cebolla (*Allium cepa*), madero negro (*Gliricidia sepium*), vinagre y aceite agrícola. Los resultados obtenidos en la eficacia de dichos extractos son contradictorios.

**BIBLIOGRAFIA**

ARIAS, R.; HILJE, L. 1993. Actividad diaria de los adultos de *Bemisia tabaci* (Gennadius) en el tomate y hospedantes alternos del insecto. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No.28:20-25.

ASIATICO, J. M. 1991. Control de *Bemisia tabaci* (Gennadius) en tomate con insecticidas biológicos, botánicos y químicos. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CATIE. 77 p.

BROWN, J. K. 1990. An update on the whitefly-transmitted geminiviruses in the Americas and the Caribbean Basin. FAO Plant Protection Bulletin 39(1):5-23.

CALVO, G.; BARRANTES, L.; HILJE, L.; SEGURA, L.; RAMIREZ, O.; KOPPER, N.; RAMIREZ, A.; CAMPOS, J. L. 1992. Informe de avance sobre la validación de tecnología de manejo integrado de plagas en tomate en el Valle Central Occidental. 1991-1992. Primer informe. MAG-GTZ-CATIE. Costa Rica. 99 p.

CATIE. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de chile dulce. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 201. 143 p.

IOANNOU, N. IORDANOU, N. 1985. Epidemiology of tomato yellow leaf curl virus in relation to the population density of its whitefly vector *Bemisia tabaci* (Genn.) Agricultural Research Institute, Nicosia, Cyprus. Technical Bulletin No. 71, 7 p.

LASTRA, R. 1993. Los geminivirus: un grupo de los fitovirus con características especiales. En Las moscas blancas (Homoptera:Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico N°.205. 66 p.

QUIROS, C. A.; GRACIA, T.; ASHBY, J. A. 1992. Evaluaciones de tecnología con productores: metodología para la evaluación abierta. Cali, Colombia. Proyecto IPRA. CIAT. Unidad de instrucción N° 1. 95 p.

ROSSET, P.; MENESES, R.; LASTRA, R.; GONZALEZ, W. 1990. Estimación de pérdidas e identificación del geminivirus transmitido al tomate por la mosca blanca *Bemisia tabaci* Genn. (Homoptera: Aleyrodidae) en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 15:24-34.

SCHUSTER, D.J. y PRICE, J.F. 1987. The western flowerthrips and the sweetpotato whitefly: New pest threatening Florida tomato production. Bradenton GCREC Research Report. IFAS, University of Florida. 7 p.

SCHUSTER, D.J., PRICE, J.F., KRING, J.B., EVERETT, P.H. 1989. Integrated management of the sweetpotato whitefly on commercial tomato. Bradenton GCREC Research Report. IFAS, University of Florida. 22 p.

STANSLY, P.A. 1993. Steps towards integrated pest management of *Bemisia tabaci*. In Memorias, 20 Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología. Cali, Colombia, SOCOLEN. p. 251-256.

TOSI, J. 1969. Mapa ecológico de la República de Costa Rica, según la clasificación de zonas de vida del mundo de L.R. Holdridge. San José, Costa Rica, Centro Científico Tropical.

## BIOLOGIA DE *Antiteuchus tripterus* L. (HEMIPTERA: PENTATOMIDAE) Y SU PARASITOIDE *Trissolcus radix* (Johnson) (HYMENOPTERA: SCELIONIDAE) EN MACADAMIA\*

Edgar Umaña M.\*\*  
Manuel Carballo V.\*\*

### Biology of *Antiteuchus tripterus* (Hemiptera: Pentatomidae) and its parasitoid *Trissolcus radix* (Johnson) (Hymenoptera: Scelionidae) in macadamia.

#### ABSTRACT

Some aspects of the biology of *Antiteuchus tripterus* and its parasitoid *Trissolcus radix* were studied in the laboratory. The duration of the egg stage was 8.28 days, while the five nymphal stages lasted 7.5, 22.33, 16.86, 21.21, and 23.17 days, respectively for a total life cycle of 99.26 days. *T. radix* is an egg parasitoid which has a developmental period of 14.14 days.

**Key Words:** Biology, *Antiteuchus tripterus*, *Trissolcus radix*, macadamia, parasitoides

#### RESUMEN

Se estudiaron en el laboratorio algunos aspectos de la biología de *Antiteuchus tripterus* y de su parasitoide *Trissolcus radix*. El estado de huevo duró 8.28 días, mientras que los cinco estadios ninfales duraron 7.5, 22.33, 16.86, 21.12 y 23.17 días respectivamente, para un ciclo de vida total de 99.26 días. *T. radix* es un parasitoide de huevo que presenta un período de desarrollo de 14.14 días.

**Palabras claves:** Biología, *Antiteuchus tripterus*, *Trissolcus radix*, macadamia, parasitoides.

#### INTRODUCCION

Mitchell y Ironside (1982) consideran a los hemipteros como las principales plagas de la macadamia debido a que se alimentan de flores, partes terminales y nueces. Su alimentación está asociada con enfermedades de la pudrición ocasionada por hongos y bacterias (Umaña et al. 1991). Una de estas plagas es *Antiteuchus tripterus* (Hemiptera: Pentatomidae). Este insecto es de mucha importancia en la macadamia, debido a que vive directamente en el árbol,

aunque también se ha observado en algunos hospedantes alternos, por lo que es una especie con alto potencial de daño (Carballo y Coto 1991). Entre algunos hospedantes de *A. tripterus* están la anona (*Annona reticulata* L.), chirimoya (*A. cherimolia* Mill), aguacate (*Persea americana* Mill), árbol de pan (*Antocarpus communis* Forst), malanga (*Colocacia antiquorum* Schott) y *Citrus* spp. (Salas 1984).

Los informes sobre *A. tripterus* son escasos, de ahí la importancia de desarrollar estudios de su biología. Umaña (1994) estudió la distribución poblacional y el impacto de este chinche en la caída prematura y daño en la macadamia.

**Recibido:** 07/03/95. **Aprobado:** 20/07/95.

\*Parte de la tesis Ing. Agr. del primer autor. UCR. Sede del Atlántico. Turrialba, Costa Rica.

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

A *tripterus* ha sido reconocido como un insecto plaga de importancia económica en cacao (*Theobroma cacao* L.) al actuar como vector de la enfermedad moniliasis (*Moniliophthora roreri*) (Salas 1984 y Eberhard 1974). Guevara et al. (1985) lo reportan como transmisor de la bacteriosis del mango provocada por *Erwinia caratovora*.

El objetivo general de este estudio fue determinar algunos aspectos de la biología de *A. tripterus* y su parasitoide *Trissolcus radix* en el cultivo de la macadamia.

## MATERIALES Y METODOS

La investigación se realizó en el laboratorio del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), entre enero de 1992 y mayo de 1993.

El ciclo de vida de *A. tripterus*, se determinó mediante la recolección de hembras prontas a ovipositar, que presentaban abultamiento del abdomen. Se colocaron en un cuarto a una temperatura de 24°C y humedad relativa de 80% en recipientes plásticos de 240 ml, con una abertura en el extremo superior cubierto con malla fina y un trozo de papel de filtro humedecido en el fondo para proporcionar humedad. Los insectos se alimentaron con vainicas de frijol que se cambiaron cada 3 o 4 días. Una vez colocada la masa de huevos se registró el tiempo para la emergencia de las ninfas, así como los cambios visibles en el proceso de formación del embrión.

La duración de cada estadio ninfal se registró hasta alcanzar el estado adulto. Para la diferenciación de cada estadio se utilizó la presencia de exuvias. Una vez que las ninfas alcanzaron el segundo estadio se aislaron en pares y se les suministró vainica de frijol.

Los parasitoides obtenidos de las masas traídas del campo se conservaron en un vial con alcohol (70°) y fueron identificados por el Dr. Paul Hanson, especialista en taxonomía de la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica.

Para determinar el período parasítico de *T. radix*, se recolectaron masas de huevos de *A. tripterus* que fueron parasitadas en el momento de ser colocados por la hembra, lo que era corroborado por la presencia de parasitoides al lado de la masa de huevos. Estos fueron trasladados a una sala de cría con una temperatura de 24°C y una humedad relativa de 80%, en recipientes plásticos como los usados en el punto anterior. Se registró el tiempo transcurrido a la emergencia de los parasitoides adultos.

## RESULTADOS Y DISCUSION

**Ciclo de vida de *A. tripterus*:** El estado de huevo presentó una duración de 8 a 9 días con un promedio de  $8.28 \pm 0.48$  días (Cuadro 1). La hembra oviposita en masas que contienen un promedio de 28 huevos. En el campo las hembras colocan los huevos en grupos y ovipositan un huevo cada 60 a 75 segundos, con movimientos laterales y hacia adelante cada vez que colocan el huevo, de tal forma que quedan desprotegidos, lo que facilita la acción del parasitoide (*T. radix*) que es diminuto, el cual busca parasitoidar desde el momento de la postura.

Los huevos son cilíndricos y presentan una coloración blanco lechosa. Aparecieron dos puntos rojos aproximadamente el sétimo día, que correspondían a los ojos del embrión; el huevo en ese momento es más translucido y se notan zonas rojizas además de una estructura

**CUADRO 1.** Duración del ciclo de vida de *Antituchus tripterus* bajo condiciones de laboratorio. Temperatura de 24°C y H. R de 80%. CATIE, Turrialba, 1992 a 1993.

ESTADIO	DIAS*	$\bar{X}$	D. E. *
Huevo	8 - 9	8,28	+ 0,48
Ninfa 1	7 - 8	7,5	+ 0,57
Ninfa 2	22 - 23	22,33	+ 0,51
Ninfa 3	16 - 19	16,86	+ 1,07
Ninfa 4	20 - 22	21,12	+ 0,64
Ninfa 5	21 - 27	23,17	+ 3,06
Total	94 - 108	99,26	+ 6,33

\* D. E. = Desviación estandar

oscura en forma de "T" (sitio de rompimiento del huevo) en la parte superior del huevo (Barrera 1973), estructura que facilita su ruptura para la salida de la ninfa.

Las ninfas empiezan a salir entre 8 y 9 días. El primer estadio ninfal dura de 7 a 8 días, con un promedio de  $7.5 \pm 0.57$  días. Al emerger presenta una coloración cremosa con 2 franjas rojizas en el dorso y en poco tiempo adquieren la coloración negrusca característica del insecto. En este estadio las ninfas se observan sobre la masa de huevos, agrupadas unas sobre otras o protegidas por la madre y en este estadio no se alimentan de los jugos de la planta.

El segundo estadio ninfal dura de 22 a 23 días con un promedio de  $22.33 \pm 0.51$  días. Al emerger presenta una coloración crema con marcadas zonas rojizas, que en poco tiempo se tornan de color negro. Durante este estadio las ninfas presentan mayor movilidad y se observan en el campo dispersas sobre el sustrato en que fue colocada la masa, pero siempre se mantienen cerca unas de otras y en algunas ocasiones se mantienen con su madre.

El tercer estadio ninfal dura de 16 a 19 días, con un promedio de  $16.86 \pm 1.07$  días; en el campo se observan caminando por las ramas solas o cerca de otras de igual o diferente estadio.

El cuarto estadio ninfal dura de 20 a 22 días, con un promedio de  $21.12 \pm 1.0$  días y el quinto estadio duró de 21 a 27 días con un promedio de  $23.17 \pm 3.06$  días. Luego de completar el último estadio ninfal emerge el adulto el cual presenta una coloración negra en el macho y color negro con puntuaciones cremosas en la hembra. La duración total de huevo y ninfa es de  $99.26 \pm 6.33$  días.

Ante la dificultad de criar adultos en el laboratorio, posiblemente por limitaciones de espacio o de alimentación durante la cría, no se determinó la longevidad del adulto ni otros datos biológicos importantes como el tiempo a la primera oviposición y el número de estas que puede tener una hembra en su ciclo.

Considerando que posiblemente el primer estadio ninfal no se alimenta y que la longevidad del adulto puede estar cercana a los 60 días como lo reportan Carballo y Coto (1991) para *Nezara viridula* y *Hyalymenus tarsatus*, *A. tripterus* presenta un tiempo para causar daño superior a los 4.5 meses.

**Período parasitoidico de *T. radix*.** Se identificó a *Trissolcus radix* (Hymenoptera: Scelionidae) como el parasitoide más importante en la zona de Oriente de Turrialba; este presentó la mayor frecuencia en los muestreos efectuados y un alto parasitoidismo sobre *A. tripterus* que alcanzó un promedio de un 70% en el año (Umaña 1994).

Después de 4 ó 5 días de ser atacados, los huevos adquieren una tonalidad oscura. El período de desarrollo del parasitoide, esto es desde el momento de atacar los huevos hasta la emergencia del adulto, estuvo entre 14 y 15 días con un promedio de  $14.14 \pm 0.35$  días. El adulto emerge rompiendo el huevo por la parte superior en forma irregular.

*T. radix* busca los huevos de *A. tripterus* conforme estos son colocados, pero también afectan las masas de huevos que fueron colocadas con anterioridad y que son protegidas por la hembra, acción que según Salas (1994), facilita al parasitoide localizar las masas de huevos.

Este es un parasitoide de huevo solitario de aproximadamente 1 mm de longitud, que por su estrategia de desarrollo es de tipo idiobionte. Las hembras de este parasitoide puede parasitar los huevos de *A. tripterus* desde el momento en que son colocadas las masas y el mayor porcentaje de parasitoidismo se presenta en los huevos externos, aunque se puede presentar la totalidad de la masa parasitada, lo que evidencia una alta capacidad de *T. radix* para controlar esta plaga.

Los parasitoides son agentes de control importantes y se deben considerar en el diseño de estrategias de manejo tendiente a disminuir el nivel poblacional de *A. tripterus*. Su acción se puede incrementar al mejorar las condiciones óptimas para su desarrollo, como lo son proporcionar refugio y alimento mediante la siembra de otras plantas como malezas,

principalmente las que producen flores, y hacer un uso más racional de los insecticidas al evitar aplicaciones innecesarias de productos de amplio espectro.

### CONCLUSIONES

- *A tripterus* presenta una duración del estado de huevo de  $8.28 \pm 0.48$  días, y 5 estadios ninfales, para una duración total de 99.26 días, exceptuando el estado adulto.
- El parasitoide principal identificado en la zona de Oriente fue *T. radix*.
- El parasitoide *T. radix* presentó un período de desarrollo de  $14.14 \pm 0.35$  días.

### LITERATURA CITADA

BARRERA, A. M. 1973. Fauna del noroeste argentino. Observaciones biológicas de *Antiteuchus variolosus* "Westwood" (Hemiptera: Pentatomidae). Acta Zoológica Lilloana (Argentina). 30:141-162.

CARBALLO, M.; COTO, D. 1992. Proyecto de investigación de chinches asociados a la macadamia. Informe de Consultoría. Macadamia de Costa Rica. 63 p.

EBERHARD, W. 1974. Insectos y hongos que atacan a la chinche del cacao. Revista Facultad Nacional de Agronomía (Colombia). 29(3):65-68.

GUEVARA, M.; RONDON, Y.; ARNAL, E.; SOLORZANO, R. 1985. Bacteriosis del mango (*Mangifera indica*L.) en Venezuela. II. Distribución, perpetuación, diseminación y evaluación de variedades resistentes. Agronomía Tropical (Colombia). 35:4-6.

MITCHELL, W. C.; IRONSIDE, D. 1982. Insects and other animals reported on macadamia. California Macadamia Society: Yearbook. Vol 28:36-72.

SALAS, J. 1984. Parasitismo natural de huevos de *Antiteuchus tripterus* (Hemiptera: Pentatomidae) por *Phanuopsis semiflaviventris* (Hymenoptera: Scelionidae) con observaciones etiológicas del parásito y el huesped. Agronomía Tropical (Colombia). 34:7-13.

UMAÑA, E. 1994. Distribución poblacional de *Antiteuchus tripterus* F. (Hemiptera: Pentatomidae) en el cultivo de la macadamia. Tesis Ing. Agr. Universidad de Costa Rica, Sede Regional del Atlántico. 48 p.

UMAÑA, G.; MASIS, C.; CAMPOS, L. 1991. Perspectivas para el manejo cultural y químico de las pudriciones de la nuez de macadamia (*Macadamia integrifolia*). Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica). 19:12-14.

## TRANSLOCACION Y CUANTIFICACION DEL ADN VIRAL DE GEMINIVIRUS ASOCIADOS CON EL MOSAICO AMARILLO DEL TOMATE

Gonzalo Galileo Rivas P.\*  
Pilar Ramírez\*\*  
Douglas Cubillo\*\*\*  
Luko Hilje\*\*\*

### Translocation and quantification of geminiviruses associated with the tomato yellow mosaic disease

#### ABSTRACT

The geminivirus viral DNA associated with the tomato yellow mosaic disease, were detected throughout the tomato plant one day after inoculation (dai). Viral DNA titers were higher in the foliage and the stem, and very low in the root tip. New leaves became infected rapidly. Nevertheless, symptoms were considerably delayed. Although mild mosaics and foliar distortions were observed at 7 dai, well defined symptoms appeared at 39 dai.

**Key Words:** Geminivirus, Tomato yellow mosaic disease, Tomatoes, Virus translocation, Costa Rica.

#### RESUMEN

El ADN viral de los geminivirus asociados con el mosaico amarillo del tomate se detectó en todas las partes de la planta de tomate, desde el primer día después de la inoculación (ddi). La concentración de ADN viral fue mayor en el follaje y tallo, y baja en el meristemo radical (cofia). Las hojas nuevas fueron infectadas rápidamente. Sin embargo, la aparición de síntomas se retardó mucho. Desde los 7 ddi había mosaicos y distorsiones foliares muy leves, y los síntomas bien definidos se presentaron a los 39 ddi.

**Palabras claves:** Geminivirus, Mosaico amarillo del tomate, Tomate Translocación viral, Costa Rica.

#### INTRODUCCION

En América Central y el Caribe, el tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es afectado severamente por geminivirus transmitidos por la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hilje y Arboleda 1993). Se ha caracterizado parcialmente uno en Costa Rica (ToYMV) y varios en Guatemala, Honduras y Nicaragua (Nakhla *et al.* 1994, Patel *et al.* 1993, D.P. Maxwell 1995, com. pers.).

De ninguno de éstos se ha estudiado su movimiento, distribución y multiplicación dentro de la planta, como se ha hecho para el virus del mosaico africano de la yuca (ACMV) (Fargette *et al.* 1987) y el de la hoja rizada del tomate (TYLCV) (Ber *et al.* 1990, Rom *et al.* 1993, Michelson *et al.* 1994). Lo cual es básico para entender su interacción con el hospedante, así como para su manejo, especialmente por métodos fitogenéticos y agrícolas.

El propósito de este trabajo fue determinar la distribución de geminivirus dentro de la planta de tomate, así como la concentración relativa del ADN viral en varias estructuras vegetativas.

Recibido: 05/07/95. Aprobado: 08/08/95.

\*CATIE, Cultivos Tropicales. e-mail: grivas@catie.ac.cr. 7170 Turrialba, Costa Rica.

\*\*Universidad de Costa Rica. Centro de Investigación en Biología Celular y Molecular (CIBCM), San José, Costa Rica.

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

## MATERIALES Y METODOS

**Ubicación del experimento.** Se realizó en un invernadero del CATIE (Turrialba, Costa Rica), así como en el laboratorio de Biología Molecular del CATIE y en el Centro de Investigación en Biología Celular y Molecular (CIBCM) de la Universidad de Costa Rica.

**Plantas de prueba.** Se utilizaron plantas de tomate var. Hayslip, sembradas en macetas plásticas de 12 cm de altura y 16 cm de diámetro. El sustrato fue una mezcla de suelo, grana de arroz y abono orgánico (10:2:1) con 20 g/kg de fertilizante 14-14-14 (N-P-K). Las plantas sanas se inocularon a los 15 días de germinadas (ddg).

**Transmisión del virus.** Se utilizaron adultos virulíferos de *B. tabaci*, provenientes de una colonia mantenida en el invernadero sobre plantas de tomate infectadas con el mosaico amarillo del tomate. Para garantizar la adquisición de virus, por 48 h se colocaron grupos de tres de estos adultos sobre una planta infectada, dentro de microjaulas plásticas (2,5 cm de altura y 1,5 cm de diámetro). Las microjaulas se adhirieron por 24 h a la hoja 1 (Fig. 3) de las plantas sanas, para inocularlas. Esto se hizo en cinco plantas, tres de las cuales se utilizaron en la prueba de hibridación del ADN viral y el resto se dejó para observar síntomas.

**Análisis del vector por PCR.** Se utilizó un análisis de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) para confirmar la condición virulífera de los adultos provenientes de la colonia.

Se preparó una extracción cruda de los ácidos nucleicos de cinco adultos, provenientes de la colonia mantenida en los invernaderos, triturándolos con pistilos Kontes en 50  $\mu$ l de STE (0,1 M NaCl, 10 mM TrisHCl pH8, 1 mM EDTA pH8). Después de clarificarse por centrifugación a 10.000 rpm, 10  $\mu$ l del sobrenadante se utilizaron en una reacción de 50  $\mu$ l de PCR que contenía 10 mM dNTPs, 2,5 mM MgCl<sub>2</sub> y 0,4 unidades de la Taq Polimerasa.

Se utilizaron "imprimadores" degenerados, que hibridan con secuencias de la subunidad A de la mayoría de los geminivirus transmitidos por

*B. tabaci*: PAL1V 1979 (hibrida dentro de la secuencia complementaria del gen AL1) y PAR1C 503 (hibrida dentro de la secuencia viral AR1). La sonda fue donada por el Dr. Douglas P. Maxwell (Universidad de Wisconsin-Madison). En presencia de ADN viral, los "imprimadores" amplifican un fragmento de 1018 pb. La secuencia de éstos es la siguiente:

	PAL1V	1979
5'	GCATCTGCAGGCCACATYGTCTTYCCNGT	3'
Y	PAR1C	503
5'	CATGCTGCAGTACATYGGCCTYTTDACCC	3'

Los nucleótidos en las posiciones degeneradas están representados por una simple letra del código de ambigüedad IUPAC: D::A,G,T; H::A,C,T; K::G,T; M::A,C; N::A,C,G,T; R::A,G; W::A,T; Y::C,T.

**Toma de muestras.** Se muestreó a los 1, 2, 3, 4, 5, 10 y 15 días después de inocular (ddi). En cada fecha se tomaron del centro de las hojas 1, 2, 3, 4, 5 y 6, dos discos de 5 mm de diámetro y 0,026 g, en promedio; según su aparición, el número de cada hoja varió en cada fecha (Fig. 3). En el tallo, se cortaron dos porciones, a nivel inferior, medio y superior, cada una de 0,01 g. De la raíz se corta una muestra de la cofia, de 0,01 g.

**Preparación de la muestra.** El material se depositó en tubos Eppendorf de 1,5 ml, a los que se agregó 135  $\mu$ l de 10X SSC (500 ml 20XSSC/l) como amortiguador de extracción (Abad y Moyer 1992). Se maceró con pistilos Kontes. Los extractos se centrifugaron a 10.000 rpm durante 1 min. Del sobrenadante se tomaron 3  $\mu$ l y se colocaron sobre la cuadrícula respectiva de una membrana de nylon (PhotoGene®), humedecida previamente en 10X SSC durante 5 min. Las membranas se secaron a temperatura ambiente sobre papel 3 MM por 15 min. Al secarse, se hornearon al vacío a 80°C durante 45 min, y luego se almacenaron en un desecador, para la hibridación.

**Condiciones de hibridación.** La prehibridación se realizó durante dos h a 42°C en 250  $\mu$ l/cm<sup>2</sup> de una solución que contenía 50% (v/v) de formamida, 6X SSPE (0,06 M NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>.H<sub>2</sub>O, 0,9 M NaCl, 0,06 M Na<sub>2</sub>EDTA.2H<sub>2</sub>O), 5X Denhard's (Ficoll 0,1% (p/v) + PVP 0,1% (p/v) + albúmina de suero de bovino BSA 0,1% (p/v)), 0,5% Sarcosyl y 200  $\mu$ g/ml de ADN esperma desnaturalizado de salmón.

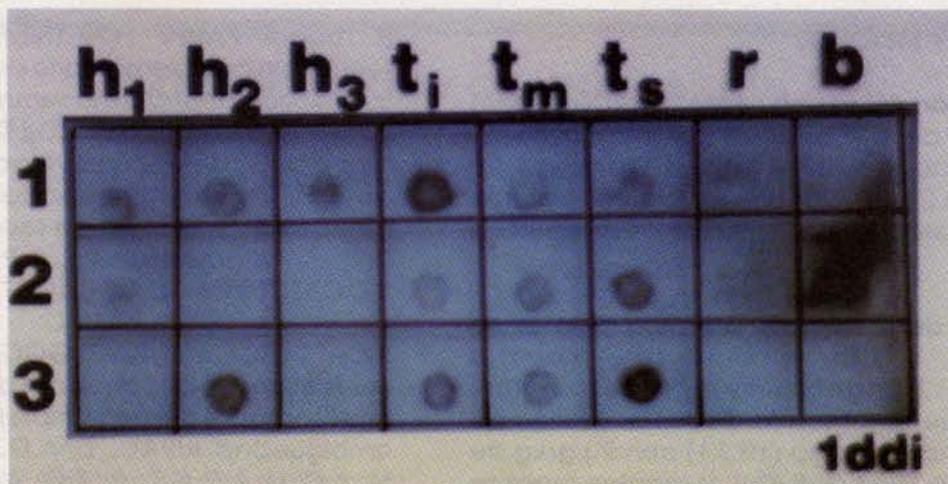


Fig. 1. Detección del geminivirus un día después de inocular, en las hojas (h1-h3), tallo (ts: superior, tm: medio, ti: inferior) y raíz (r) de la planta de tomate, en comparación con el amortiguador (b). 1, 2 y 3 son las repeticiones (Foto: G.G. Rivas y F. Solano).

La hibridación se realizó durante 18 h a 42°C en una solución de hibridación (50% (v/v) de formamida, 6X SSPE, 5X Denhard's, 20% Sarcosyl, 400 µg/ml ADN de esperma desnaturalizado de salmón y la sonda biotinilada Virus Chino del Tomate (CdTV) a razón de 100 a 150 ng.

Las membranas se lavaron a 65°C en una solución 5X SSC y a 50°C en 0,1X SSC. Se mantuvieron a 65°C por 1 h en una solución bloqueadora (3% BSA en TBS-Tween 0,75 ml/cm<sup>2</sup>, pH 7,5). Se añadió el conjugado de estreptavidina fosfatasa alcalina SA-AP (7 µl/100 cm<sup>2</sup>) y se lavó con la solución Final Wash PhotoGene<sup>R</sup> (1 ml/cm<sup>2</sup>, 1:10) durante 1 h.

**Detección de la hibridación.** Se utilizó 0,01 ml/cm<sup>2</sup> del reactivo de detección (4-metoxi-4-(3-fosfatofenil) espiro [1,2, dioxietano-3,2'-adamantano]) en 0,75 M de 2-amino-2-metil-1-propanol y activadores. Las membranas se incubaron a temperatura ambiente durante 2 h en un cuarto oscuro. Se utilizó la película Kodak<sup>R</sup> T-Mat G. El tiempo de exposición varió de 30 min a 6 h.

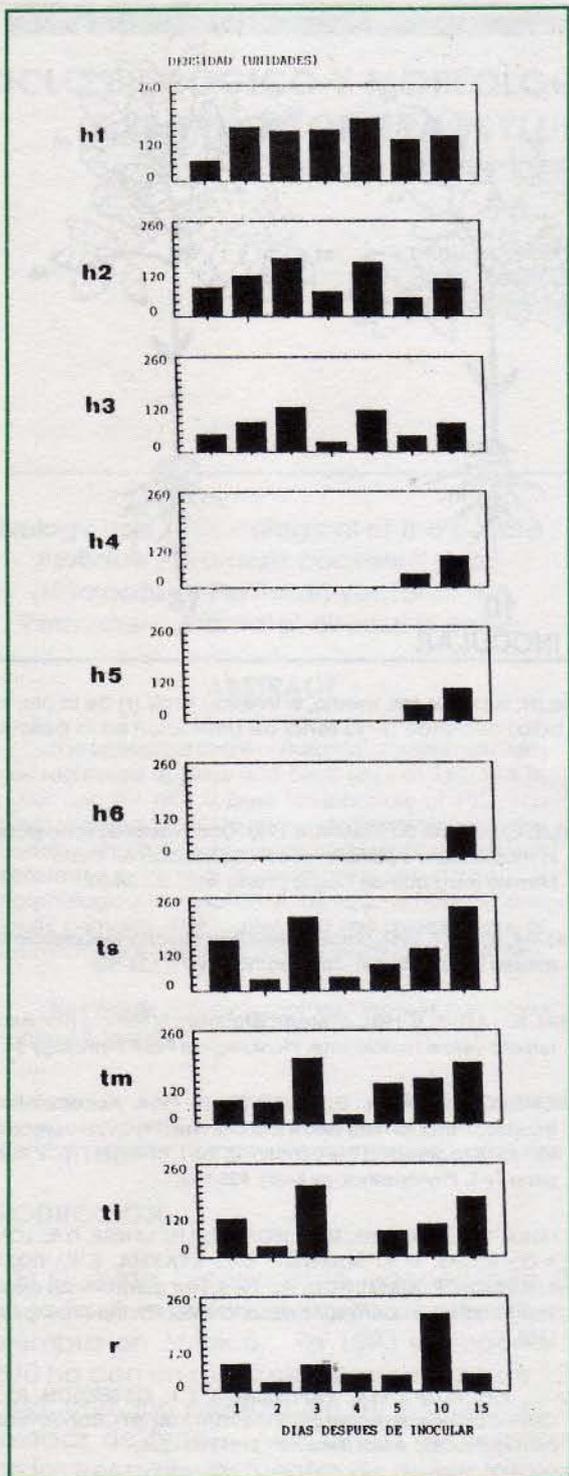
**Análisis de la película de diagnóstico.** La cantidad de ADN viral en cada muestra se estimó a través de un densitómetro con el software Image 1.10 h (Versión 2 para McIntosh).

## RESULTADOS Y DISCUSION

**Análisis del vector por PCR.** La reacción de PCR amplificó moléculas de ADN de un peso molecular de 1018 pb. Estas moléculas resultaron positivas cuando se sometieron a la hibridación molecular con una sonda general que reconoce geminivirus. Es decir, los adultos de *B. tabaci* utilizados en el experimento eran virulíferos.

**Distribución del ADN viral en la planta.** Los geminivirus se detectaron desde el primer día después de la inoculación, en todas las partes de la planta (Figs. 1, 3) lo cual demuestra su capacidad de translocación. Estos resultados coinciden con Michelson *et al.* (1994), quienes detectaron al TYLCV a los 2 ddi, en un experimento análogo.

Hubo diferencias ( $p < 0,05$ ) en la cantidad de ADN viral detectada a través del tiempo. Su concentración difirió ( $p < 0,05$ ) en cada parte vegetativa (Fig. 2), resultando mayor en el follaje y tallo. La hoja 1 (punto de inoculación) presentó una tendencia casi constante desde el 2 ddi, con 130-150 unidades de densidad (UD). En las hojas 2 y 3 (su posición varió durante el experimento), así como en las tres partes del tallo, hubo altibajos. Esto quizás se debió a un error operativo, ya que en la película de diagnóstico aparecieron áreas sombreadas, que interfirieron con la lectura en el densitómetro. La raíz mostró menor acumulación de ADN viral hasta el 10 ddi, cuando tuvo un pico



alto (Fig. 2); a los 15 ddi descendió marcadamente, pero en esta fecha se hizo solo una lectura, por el exceso de sombra en la película de diagnóstico.

Los geminivirus, después de inoculados, se desplazan por el floema (Lastra y Gil 1981). Esto explica que los aquí analizados descendieran al tallo, donde alcanzaron concentraciones superiores a las del follaje, para llegar luego a otras hojas (Figs. 2 y 3). Sin embargo, el meristemo radical (cofia) casi nunca mostró altas concentraciones, lo cual podría obedecer a que en él no hay reproducción del virus (Ber *et al.* 1990), sino solamente transporte hacia las partes superiores de la planta. Conforme brotaron hojas nuevas, fueron infectadas rápidamente (Figs. 2, 3). En las hojas con mayor concentración de ADN viral a los 5 ddi, a los 10 ddi ésta disminuyó, lo cual sugiere que existe un gradiente de replicación y transporte en la planta, que permite a los virus desplazarse hacia los tejidos nuevos (Ber *et al.* 1990). Este patrón de distribución coincide con el del TYLCV (Ber *et al.* 1990, Michelson *et al.* 1994).

A pesar de la rápida distribución de los virus en la planta, la aparición de síntomas se retardó bastante. Estos (clorosis, encrespamiento y reducción del follaje) resultan de la disminución de la fotosíntesis, el incremento en la respiración celular, y la reducción en el contenido de clorofila, proteínas y nitrógeno (Leal y Lastra 1984). Desde los 7 ddi había mosaicos y distorsiones foliares casi imperceptibles. Los síntomas bien definidos y fácilmente detectables se presentaron a los 39 ddi, en 20 plantas trasladadas al campo. Este dato se aproxima bastante a lo que sucede en los campos agrícolas, donde los síntomas comúnmente se perciben a los 38-43 días desde la germinación (Hilje *et al.* 1993).

Fig. 2. Cuantificación del ADN viral en las hojas (h1-h6), tallo (ts: superior, tm: medio, ti: inferior) y raíz (r) de la planta de tomate. La altura de la barra es proporcional a la señal de hibridación. El número de cada hoja varió en cada fecha, según su aparición.

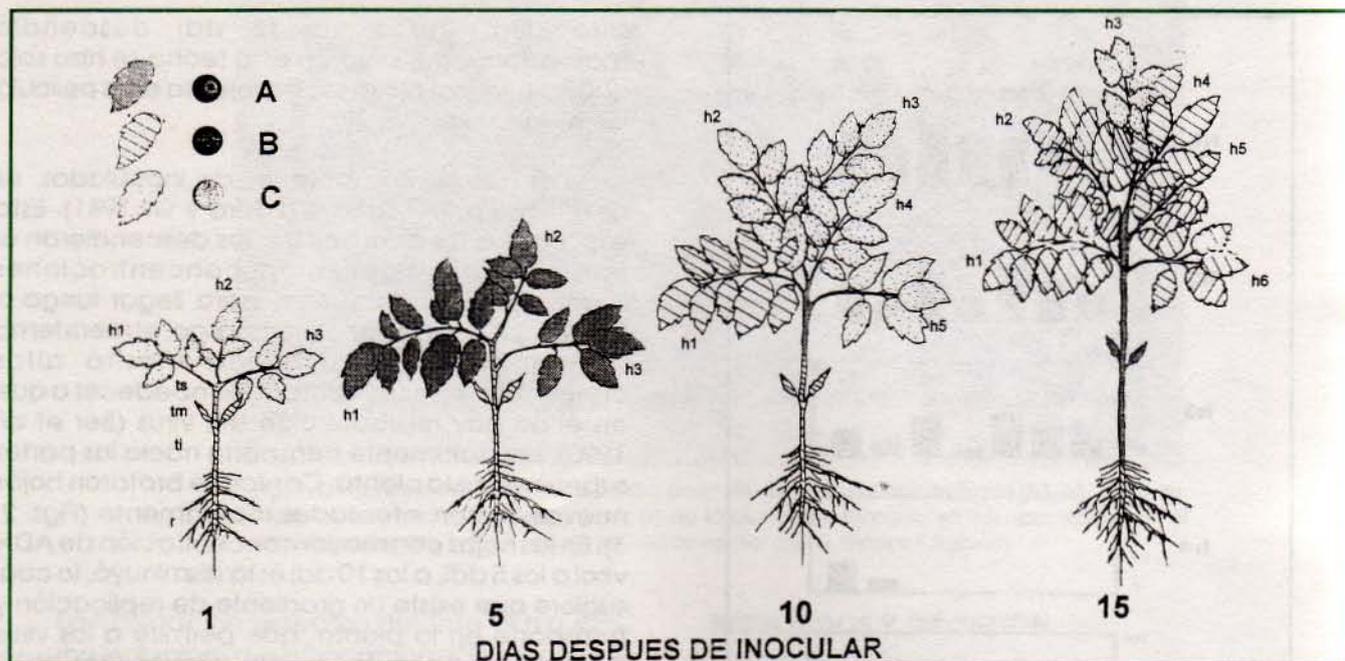


Fig. 3. Distribución del ADN viral del geminivirus en las hojas (h1-h6), tallo (ts: superior, tm: medio, ti: inferior) y raíz (r) de la planta de tomate. La escala de la concentración del virus (A: alta, B: media, C: baja) depende de la señal de detección en la película de diagnóstico.

## AGRADECIMIENTOS

A Alfonso Chacón, Guido Sanabria, Mario Padilla, Osvaldo Pérez y Pilar Suazo su colaboración. A los doctores Judy K. Brown (University of Arizona, Tucson) y Douglas P. Maxwell (Universidad de Wisconsin-Madison), las sondas del virus Chino del Tomate y de geminivirus, respectivamente. A Ana Loaiza, los dibujos de las plantas.

## REFERENCIAS

ABAD, J.A.; MOYER, J.W. 1992. Detection and distribution of sweetpotato feathery mottle virus in sweetpotato by in vitro-transcribed RNA probes (riboprobes), membrane immunobinding assay, and direct blotting. *Phytopathology* 82: 300-305.

BER, R.; NAVOT, N.; ZAMIR, D.; ANTIGNUS, Y.; COHEN, S.; CZOSNEK, H. 1990. Infection of tomato by the tomato yellow leaf curl virus: Susceptibility to infection, symptom development, and accumulation of viral DNA. *Arch. Virol.* 112: 169-180.

FARGETTE, D.; THOUVENEL, J.C.; FAUQUET, C. 1987. Virus content leaves of cassava infected by African cassava mosaic virus. *Ann. Appl. Biol.* 110: 65-73.

HILJE, L.; ARBOLEDA, O. (eds.). 1993. Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No.205. 66 p.

HILJE, L.; CUBILLO, D.; SEGURA, L. 1993. Observaciones ecológicas sobre la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) en Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas* (Costa Rica) 30: 24-30.

LASTRA, R.; GIL, F. 1981. Ultrastructural host cell changes associated with tomato yellow mosaic. *Phytopathology* 71: 524-528.

LEAL, N.; LASTRA, R. 1984. Altered metabolism of tomato plants infected tomato yellow mosaic virus. *Physiological Plant Pathology* 24: 1-7.

MICHELSON, I.; ZAMIR, D.; CZOSNEK, H. 1994. Accumulation and translocation of tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) in a *Lycopersicon esculentum* breeding line containing the *L. chilense* TYLCV tolerance gene Ty-1. *Phytopathology* 84(9): 928-933.

NAKHLA, M.K.; MAXWELL, M.D.; HIDAYAT, S.H.; LANGE, D.R.; LONIELLO, A.O.; ROJAS, M.R.; MAXWELL, D.P.; KITAJIMA, E.W.; ROJAS, A.; ANDERSON, P.; GILBERSTON, R.L. 1994. Two geminiviruses associated with tomatoes in Central America. (Abstr.) *Phytopathology* 84 (10): 1155.

PATEL, P.P.; ROJAS, M.R.; PAPLOMATAS, E.J.; GILBERTSON, R.L. 1993. Cloning biologically active geminivirus DNA using PCR and overlapping primers. *Nucleic Acids Research* 21: 1325-1326.

ROM, M.; ANTIGNUS, Y.; GIDONI, D.; PILOWSKY, M.; COHEN, S. 1993. Accumulation of tomato yellow leaf curl virus DNA in tolerant and susceptible tomato lines. *Plant Dis.* 77: 253-257.

## CICLO BIOLÓGICO Y MORFOLOGÍA DEL SALERILLO *Paratrioza cockerelli* (Sulc.) (HOMOPTERA:PSYLLIDAE) VECTOR DE LA ENFERMEDAD "PERMANENTE DEL JITOMATE "EN EL BAJIO

Antonio Marín-Jarillo\*  
José Antonio Garzón-Tiznado\*  
Alicia Becerra-Flora\*

Carlos Mejía-Avila\*  
Rafael Bujanos-Muñiz\*  
Keir Francisco Byerly-Murphy\*

Biology and morphological of the potato Psyllidae *Paratrioza cockerelli* (Sulc.) (Homoptera: Psyllidae) vector of the "Permanent Jitomate" disease in Bahio.

### ABSTRACT

The biological cycle of *Paratrioza cockerelli* (Sulc.) was registered in days and heat units at 16°, 19.57°, 25.90° and 29° with a base temperature of 7°C. This insect required 355 HU to complete its biological cycle. Mortality with the afore-mentioned temperatures was determined for each development stage. A morphological description of the egg, nymphs (5), and adults (females and males) and the average size of each of these stages based on 45 readings is presented.

**Key Words:** Biology Tomatoes, Diseases, *Paratrioza cockerelli* Insects.

### RESUMEN

El ciclo biológico de *Paratrioza cockerelli* (Sulc.) fue registrado en días y unidades calor (UC) a 16°; 19.57°; 25.90° y 29°C con una temperatura base de 7°C. Este insecto requirió de 355 UC para completar su ciclo biológico. Con estas temperaturas se determinó el porcentaje de mortalidad para cada uno de los estados de desarrollo. Se proporciona la descripción morfológica del huevo, cinco estadios ninfales, y adultos (hembras y machos), así como el tamaño promedio de cada estado basado en 45 registros.

**Palabras claves:** Biología, enfermedades, tomate, *Paratrioza cockerelli*, insectos

### INTRODUCCION

El jitomate *Lycopersicon lycopersicum* (L.) Karst ex Fawl, es el principal cultivo horticola que se siembra en México. En 1993 se reportaron 80,570 ha con un rendimiento promedio de 22.5 ton/ha, con una producción de 1.6 millones de toneladas de fruto, (SARH 1993). Se considera entre las tres primeras fuentes de divisas totales y la primera hortaliza en este renglón. Para el ciclo

1986-1987, se exportaron 428,359 toneladas, o sea el 25% de la producción total nacional. Las labores de siembra hasta cosecha y empaque, requirieron 64 millones de dólares, lo que señala su importancia como fuente de empleo y arraigo al campo.

La superficie cultivada, sin embargo, sufrió un decremento entre los años de 1977 a 1990, propiciado por la continua presencia de insectos plaga y vectores de virus, que han escapado a los métodos tradicionales de control químico, con las correspondientes pérdidas económicas. En el estado de Guanajuato, en donde se

Recibido: 28/02/95. Aprobado: 08/08/95

\*Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias; Apdo. Postal 112, Celaya, Gto. México.

sembraron 13,650 ha de este cultivo en 1974 con una producción de 273,000 ton., que representaba el 18% de la producción nacional y colocaba al Estado en el segundo lugar después de Sinaloa, veinte años después, (1993), solo se sembraron 1,995 ha, con un 1.89% de la producción nacional (SARH 1993).

La demanda creciente de esta hortaliza y el descenso en superficie y producción que ha tenido el estado de Guanajuato, ha justificado la realización de este estudio. Su objetivo principal es el de participar en el establecimiento de bases para un manejo integrado de la enfermedad "Permanente del Jitomate" en el Bajío. El objetivo específico es el de conocer el ciclo biológico de *P. cockerelli* con base en tiempo fisiológico, así como la morfología de este insecto. Con dicha información será posible plantear estrategias de manejo en base a la predicción y monitoreo del insecto, integrado a la etapa fenológica del cultivo.

## REVISION DE LITERATURA

Garzón (1984 y 1987) reportó la existencia en Guanajuato de una enfermedad a la cual nombró "Permanente del jitomate" (EPT) por los síntomas que ocasiona al cultivar AC 55 VF. Posteriormente agregó que esta enfermedad es de etiología no determinada, aunque su síndrome coincide con el del tipo viral. Esta enfermedad es la de mayor importancia en El Bajío. Sus síntomas se inician con una clorosis en los bordes de los folíolos de la hoja apical, éstos tienden a ser lanceolados y presentan epinastia. Las hojas que terminaron su etapa de crecimiento adquieren una coloración verde oscura, de consistencia quebradiza y apariencia cerosa debido a la presencia de un número menor de tricomas. El crecimiento de los brotes jóvenes se inhibe, hay necrosis en el ovario y la flor es abortada. Las hojas de la base quedan enrolladas en forma de "taco" que con su achaparramiento característico le da el nombre a esta enfermedad.

Según Garzón *et al.* (1986) el patógeno no se transmitió mecánicamente y las pruebas de transmisión con *Myzus persicae* (Sulzer) y *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) fueron

negativas. El rango de plantas indicadoras a través de injerto, se restringió a especies de la familia Solanaceae tales como: *Datura metel*; *D. stramonium*; *Nicotiana tabacum* var. *xanthi*; *Solanum nigrum*; *S. tuberosum*; *Lycopersicon pimpinellifolium*; *L. lycopersicum*; *L. lycopersicum* var. *cerasiforme*. Los síntomas en estas plantas se presentaron entre los 20 y 45 días después del injerto, éstos fueron sistémicos y en forma de moteados bien marcados.

Kaloostian (1980) señaló que de las 1500 especies de psilidos y Triosidos del orden Homoptera, solamente seis han sido incriminadas como agentes vectores de tres enfermedades: *Cacopsylla pyricola* Foerster; *C. pyri* (L.); y *C. pyrisuga* Foerster.: (Psyllidae transmisores de la enfermedad declinamiento de la pera (pear decline); *Triozia erytrae* (Del Guercio), (Triozidae); *Diaporina citri* Kuwana, (Aphalaridae); son relacionados con la transmisión de la inmadurez de los cítricos (citrus greening disease); y *T. nigricornis* Foerster asociada a la transmisión de la proliferación y amarillamiento de las zanahorias (proliferation disease of carrots).

Richards (1928) informó sobre la enfermedad conocida como "amarillamiento de la papa" y encontró como vector al psilido *P. cockerelli* (Sulc). Richards y Blood (1933) señalaron que la enfermedad estaba asociada con los procesos de alimentación de las ninfas y que cuando los insectos eran retirados de las plantas afectadas, cesaba el desarrollo de los síntomas y existía una tendencia uniforme a recobrase. Concluyeron que sólo las ninfas causaban daño directo sobre el follaje.

Daniels (1934) mencionó que las ninfas de los psilidos del tomate *P. cockerelli*, normalmente prefieren hospedar el envés de las hojas, y en las plantas en donde el follaje es denso, se pueden encontrar arriba. Sus cuerpos planos como escamas y su color verde dificulta verlas. Cuando son jóvenes están cerca del sitio donde los huevecillos fueron ovipositados y permanecen casi inactivas en los primeros estadios. En sus partes bucales tienen un largo estilete que se proyecta dentro de las células de la hoja, permanecen inactivas cuando se alimentan. Las partes bucales son dos terceras partes del largo del cuerpo.

Crawford (1914) señaló las sinonimias del insecto a esa fecha: *Trioza cockerelli* Sulc.; *P. cockerelli* Crawford; *P. pulchella* Crawford; *P. ocellata* Crawford y psilidos del tomate Johnson.

Hasta 1986, *P. cockerelli* había sido estudiado únicamente por su efecto toxinífero a cultivos de papa y tomate. Garzón *et al.* (1986) consignaron por primera vez al psilido *P. cockerelli* como transmisor del agente causal de la EPT en la región del Bajío.

## MATERIALES Y METODOS

**Localización.** El estudio se realizó en el Campo Experimental Bajío-INIFAP, km 6.5 de la carretera Celaya-San Miguel de Allende, a 1,754 msnm. El clima dominante es semicálido, prevalece una temperatura media anual de 18 a 20 °C, mayo es el mes más caluroso y la precipitación media anual varía de 550 a 650 mm.

**Formación y cuidado de la colonia.** En lotes experimentales de tomate, se colectaron insectos adultos de *P. cockerelli* con un aspirador entomológico y ninfas con un pincel. La colonia se estableció en plantas sanas de tomate, dentro de una jaula con marco de madera y tela de muselina, de 1.50m de largo, 0.77 de ancho y 1.20 de alto, dividida a la mitad para formar dos jaulas, con dos vidrios de 60 cm de alto que al levantarlos permitían el acceso a una u otra jaula.

**Control de insectos adultos.** Para mantener su control, se prepararon jaulas individuales por cada planta de tomate, las cuales consistieron en un vaso de poliuretano de un litro con dos ventanas cubiertas con tela de muselina, para circulación de luz y aire, éstas se colocaron sobre el vaso que contenía la planta de prueba y ambos se unieron con cinta adhesiva.

**Ciclo de vida.** Este se determinó a través de unidades calor acumuladas, se utilizaron dos cámaras bioclimáticas y dos incubadoras adaptadas como cámaras, donde se controló temperatura, horas luz y ventilación, las temperaturas medias en cada cámara o incubadora fueron de: 16; 19.57; 25.9 y 29°C.

**Temperatura y desarrollo.** Su requerimiento de temperatura para pasar de un estado a otro se calculó por el número de días en cada cámara y después se transformaron a unidades calor por medio de la formula  $D=T(CT-tL)$ , expuesta por Campbell, citado por Hutchinson y Hogg (1984); donde T = días transcurridos; CT = temperatura de la cámara y tL = temperatura crítica. La temperatura mínima crítica (tmc) de desarrollo del insecto se obtuvo del cociente negativo de a y b (tmc = -a/b) de la formula  $y = a + bx$ .

**Tamaño.** Para determinar el cambio de estadio ninfal se tomaron los parámetros: presencia de exuvias, color, estructuras morfológicas así como tamaño, medido con una cuadrícula milimétrica adaptada a uno de los lentes oculares del microscopio estereoscopio, se tomó un promedio de 45 lecturas por estadio ninfal.

**La Tasa de mortalidad,** se registró en las cuatro temperaturas manejadas, se evaluó mortalidad en: huevos, cinco estados ninfales y en adultos.

**Morfología.** Los huevos, se describieron por su forma, color y lugar de oviposición, el número de estadios ninfales se determinó por las exuvias (mudas). Mediante series de montajes hechos para cada uno de los estadios ninfales, se observaron estructuras morfológicas específicas para las diferentes etapas de su desarrollo. Se utilizó la terminología del trabajo de White y Hodkinson (1985). Se empleó la técnica de montaje recomendada por el Laboratorio de Entomología Sistemática del USDA (1986).

**RESULTADOS Y DISCUSION**

**Ciclo de vida.** Después de la eclosión *P. cockerelli* pasó por cinco estadios ninfales hasta llegar al adulto. Para fines de aplicación, la temperatura mínima crítica para este insecto fue de 7°C, ya que a 6°C los tres primeros estadios murieron (Cuadro 1).

El ciclo de vida de *P. cockerelli* coincidió con Knowlton y Janes (1931) ya que este insecto después de su eclosión pasa por 5 estadios ninfales para alcanzar el estado adulto. Según estos

autores este insecto completó su ciclo biológico en aproximadamente 30 días, sin indicar la temperatura a la cual se mantuvo ni las unidades calor requeridas por el insecto. El radio sexual obtenido fue de 1:1.

**Temperatura y desarrollo.** La temperatura que permitió el menor tiempo de desarrollo del insecto fué de 29°C requiriendo para ello 17.67 días (Cuadro 2).

**Cuadro 1.** Unidades calor requeridas para completar el ciclo biológico de *P. cockerelli*, con T. B. = 7°C. (1993).

* Temp °C	Incubación	Estadios ninfales					Huevo Adulto
		1	2	3	4	5	
16,00	63,00	51,03	27,00	45,00	54,00	76,50	316,53
19,57	85,48	50,28	43,50	46,13	37,71	74,99	338,09
25,90	72,39	52,92	64,83	60,48	50,46	78,81	379,89
29,00	66,00	60,50	55,00	66,00	49,50	91,74	388,74
X	71,72	53,68	47,58	54,40	47,92	80,51	335,81
,	8,64	4,05	14,08	9,06	6,13	6,62	29,67

\* Unidades calor acumuladas por día por cámara.

**Cuadro 2.** Días transcurridos en cada etapa de desarrollo del psílido *P. cockerelli* a diferentes temperaturas. (1993).

TEMP. °C	Incubación	ESTADIOS NINFALES					Huevo Adulto
		1	2	3	4	5	
16,00	7,00	5,67	3,00	5,00	6,00	8,50	35,17
,	1,00	1,56	0,00	1,00	1,00	2,25	
19,57	6,80	4,00	3,50	3,67	3,00	5,17	26,14
,	0,16	1,00	0,25	2,22	1,33	2,47	
25,90	3,83	2,80	3,43	3,20	2,67	4,17	20,10
,	0,81	0,56	0,82	1,36	0,56	1,14	
29,00	3,00	2,75	2,50	3,00	2,25	4,17	17,67
,	0,50	0,69	0,25	0,67	0,19	1,41	
X	5,158	3,805	3,108	3,718	3,480	5,503	24,77

Para cada temperatura se requirieron diferentes días; obteniéndose 35.17; 26.14; 20.10 y 17.67 días respectivamente para completar su desarrollo. List (1939) encontró que 26.67°C es la mejor temperatura para el desarrollo de los psíllidos, lo cual no coincide con este estudio, ya que a una temperatura de 29°C los psíllidos se desarrollaron en un tiempo menor. Sin embargo, como los insectos responden a temperatura en su desarrollo (poikilotérmicos) se esperaba que a medida que esta aumentara, en esa relación se redujera en días su tiempo de desarrollo. Lo anterior confirma que su tiempo fisiológico se debe medir en algún índice de energía, que en este caso es UC en base a temperatura.

**Tamaño del insecto.** El tamaño encontrado para cada uno de los estados de desarrollo del insecto (huevo, ninfa y adulto) se presenta en el Cuadro 3.

**Cuadro 3.** Promedio del tamaño en mm de los diversos estados de desarrollo de *P. cockerelli*. (1993).

ESTADO	LARGO	ANCHO
HUEVO	0,42	0,21
NINFA		
1	0,40	0,20
2	0,50	0,30
3	0,72	0,52
4	1,00	0,75
5	1,53	1,03
ADULTO	1,58	0,66

No se encontró literatura sobre el tamaño de los diferentes estados de *P. cockerelli* por lo que se considera que las medidas obtenidas para cada uno de los estadios son un nuevo aporte al conocimiento sobre este insecto. El tamaño obtenido para el adulto (1.58 x 0.66 mm) no coincidió con Crawford (1914) quien marcó como longitud promedio 1.4 mm; aunque puede estar influenciado por la cantidad y calidad de alimento que el insecto puede consumir dentro del tiempo necesario para completar su desarrollo.

**Tasa de mortalidad.** El mayor porcentaje de mortalidad en huevos se encontró a 19.57°C. Una temperatura de 25.90°C causó la mayor mortandad entre ninfas de primer estadio. Para las de segundo y tercer estadio lo fueron 16°C. Ninfas de cuarto y quinto murieron con 29°C aunque en un porcentaje bajo. *P. cockerelli* en estado adulto presentó una tasa de mortalidad cero en las cuatro temperaturas (Cuadro 4).

Estas temperaturas de desarrollo tienen sus umbrales, de tal manera que el mínimo se determinó a 7°C, ésto fue consistente con los resultados de mortalidad en donde a 6°C se registró la mayor mortalidad de las ninfas. Estos insectos están más adaptados a condiciones templadas, ya que con temperaturas superiores a 35°C se empezaron a morir hasta los estadios ninfales más avanzados, lo cual puede significar que la enfermedad "permanente del jitomate" de la cual son vectores, probablemente se presentará en regiones con climas frescos similares al de Guanajuato. A 6°C, las ninfas de los primeros tres estadios fueron muy sensibles, hasta llegar a

**Cuadro 4.** Porcentaje de mortalidad de huevos, ninfas y adultos de *P. cockerelli* a diferentes temperaturas, tomado el número de individuos en cada estadio igual a 100% (1993).

Mortalidad (%)	TEMPERATURA			
	16,00 °C	19,57 °C	25,90 °C	29,00 °C
Huevos	13,6905	26,5000	8,1633	9,3487
Ninfas 1	6,0476	26,6667	38,2506	22,9637
Ninfas 2	65,5220	12,5000	11,6946	11,8050
Ninfas 3	66,6670	8,9994	7,1429	9,1429
Ninfas 4	0,0000	4,0000	0,0000	5,4348
Ninfas 5	0,0000	0,0000	0,0000	4,9604
Adulto	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

la muerte, en el cuarto y quinto duraron uno o dos días más, pero también se murieron, a esta temperatura el adulto permaneció casi inactivo por lo que no se observó copulación ni oviposición; en función de ello, se consideró que la temperatura mínima crítica para este psilido es superior a los 6°C, lo que coincidió con los 7°C que se determinaron para el período de desarrollo de huevo a eclosión, en base a la metodología descrita.

A 35°C, la eclosión tomó dos o tres días, y los huevos que no eclosionaron en cuatro o cinco días se deshidrataron, las ninfas de los tres primeros estadios se murieron entre uno y dos días y las de cuatro y quinto en dos o tres, los adultos sobrevivieron en esta temperatura, aunque murieron inmediatamente cuando se subió a 40°C. Lo anterior confirmó lo reportado por List (1939) en donde a temperaturas superiores a 38°C (100°F) se presentaron efectos deletéreos sobre este insecto.

### Morfología

**Huevos.** Son pedunculados de forma oval, color anaranjado-amarillento, corión brillante y una mancha anaranjada en uno de sus extremos.

**Estadios ninfales:** 1º) aplanado dorso-ventralmente, de forma oval, cabeza y tórax fusionados (cefalotórax), antenas con segmentos basales cortos, gruesos y poco diferenciados, último segmento con una seta sensora larga, sencillas placoides poco diferenciadas; ojos poco diferenciados, estilete, casi del largo del cuerpo. Patas bien desarrolladas con segmentación poco evidente, segmentos tarsales con una uña poco desarrollada. Paquetes alares no visibles. Abdomen bien definido con segmentación poco evidente, círculo de poros anales externo poco diferenciados. Margen del cuerpo cubierto por una hilera de secta-setas truncadas (Fig. 1).

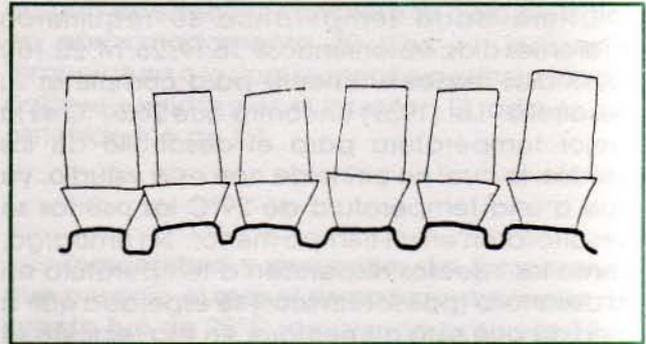


Figura 1. Hilera de secta-setas truncadas presentes en el margen del cuerpo.

2º) Es aplanado dorso-ventralmente; las divisiones entre cabeza, tórax y abdomen son evidentes. Cabeza con antenas con segmentación no diferenciada, apreciándose claramente dos sencillas placoides y dos setas sensoras. El clipeo, labio y estilete se encuentran diferenciados; hay presencia de ojos. Tórax; con paquetes alares desarrollados, patas diferenciadas. Abdomen; con segmentación poco marcada, con los espiráculos de los primeros segmentos diferenciados, hay presencia de círculos de poros anales externo e interno, así como el orificio anal. El margen del cuerpo es igual al estadio anterior (Fig. 2).

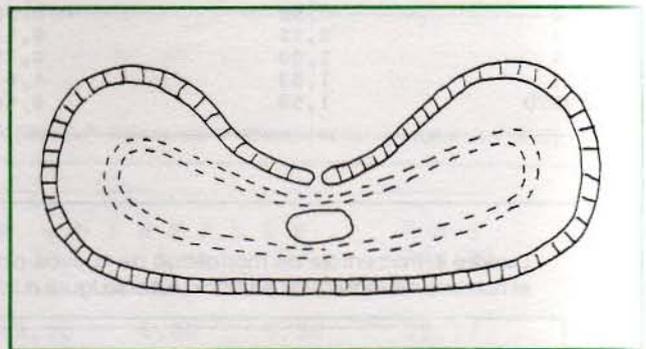


Figura 2. Círculo de poros anales externos, interno y orificio anal. Presentes en la parte ventral del abdomen.

3º) Es aplanado dorso-ventralmente; las divisiones del cuerpo igual al estadio anterior. Cabeza con antenas con tres sencillas placoides diferenciados y setas sensoras, partes bucales y ojos igual al estadio precedente. Estructuras torácicas igual al estado anterior. Abdomen con los cuatro primeros pares de espiráculos

diferenciados, así como los círculos de poros anales y el ano. Margen del cuerpo igual al estadio anterior.

4º) Es aplanado dorsoventralmente, las divisiones del cuerpo igual al estadio anterior. Cabeza con antenas con una sencilla más que en el estadio anterior, la antena se estrecha visiblemente hacia su parte media, de ahí en adelante es más angosta, con dos setas sensoras en su parte terminal; en los ojos se hacen evidentes las omatidias. Tórax; con patas segmentadas y un par de uñas visibles; paquetes alares igual al estadio anterior. Abdomen; la única diferencia con la etapa anterior es que la constricción entre tórax y abdomen es más notoria.

5º) Es aplanado dorso-ventralmente, cabeza, tórax y abdomen bien definidos. Cabeza con antenas engrosadas en su base, reduciéndose sucesivamente hacia su parte terminal, en estas se encuentran dos setas sensoras insertadas a diferentes niveles, la apical más gruesa y larga que la precedente; cuatro sencillas placoides diferenciadas (Fig. 3.). Ojos igual al estadio anterior así como las partes bucales. Tórax; paquetes alares anteriores presentan los ángulos humerales proyectados hacia la parte anterior del cuerpo, patas perfectamente desarrolladas con un solo tarso y un par de uñas. Abdomen igual al estadio anterior.

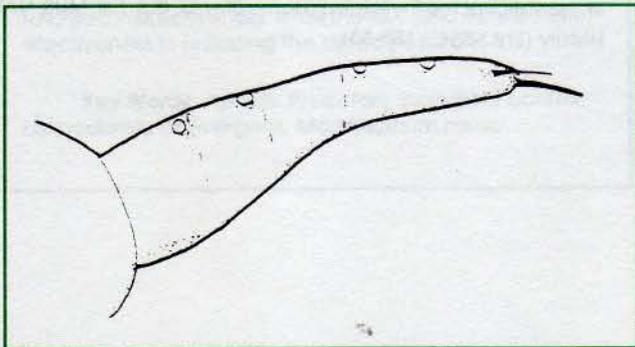


Figura 3. Antena de *P. cockerelli* con setas sensoras y sencillas placoides (rinarios).

**Adulto.** Al emerger presenta un color verde amarillento, es inactivo, alas blancas, al pasar 3 ó 4 h las alas se tornan transparentes. La coloración del cuerpo pasa de ligeramente ámbar a café

oscuro y negro; este cambio se presentó en los primeros 7 a 10 días de alcanzar este estadio (160 a 220 unidades calor). Cabeza; 1/10 del largo del cuerpo, con una mancha de color café que marca la división con el tórax, ojos grandes color café y antenas filiformes. Tórax; blanco amarillento con manchas café bien definidas, la longitud de las alas es aproximadamente 1.5 veces el largo del cuerpo, venación propia de la familia. Abdomen en las hembras con cinco segmentos visibles más el segmento genital, este es de forma cónica en vista lateral, en la parte media dorsal se presenta una mancha en forma de "Y" con los brazos hacia la parte terminal del abdomen (Fig. 4.). Machos con seis segmentos visibles más el genital, este último segmento se encuentra plegado sobre la parte media dorsal del abdomen; al ver este insecto dorsalmente se distinguen las valvas genitales con estructuras en forma de pinzas que caracterizan a este sexo.

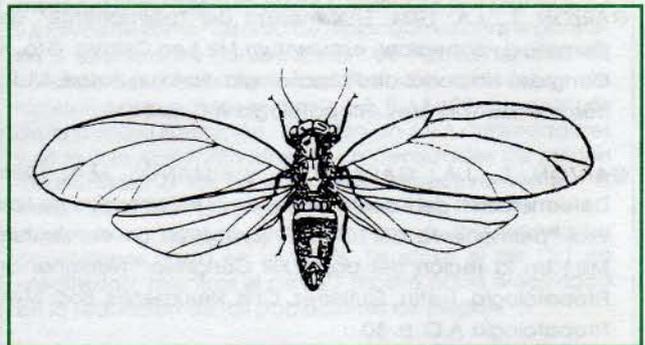


Figura 4. Vista dorsal de *P. cockerelli* (hembra adulta).

## CONCLUSIONES

- *P. cockerelli* requiere de 355.81 UC promedio para completar su ciclo biológico (huevo-adulto) con una temperatura mínima base de 7°C.
- El mayor porcentaje de mortalidad estuvo comprendido en los tres primeros estadios ninfales entre 71.72 y 172.98 UC.
- A medida que *P. cockerelli* pasa de primer a quinto estadio los cambios en su morfología externa son evidentes, aunque las setas truncadas siempre están presentes.

- El macho adulto presenta un abdomen con seis segmentos más el genital, lo cuales de utilidad cuando se intenta sexar a este insecto.

### AGRADECIMIENTOS

A David Hollis del British Museum (Natural History) Department of Entomology, Cromwell Road, London, por la identificación de *Paratrioza cockerelli* (Sulc.).

### LITERATURA CITADA

CRAWFORD, D.L. 1914. *Paratrioza cockerelli* Sulc. The jumping plant-lice or Psyllidae of the New World. United States Nat. Mus. Bulletin 85. p. 70-73.

DANIELS, L.B. 1934. The tomato psyllid and the control of psyllid yellows of the potatoes. Colorado Agr. Coll. Bulletin 410.

GARZON, T., J.A. 1984. Enfermedad del "permanente" del jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en Celaya, Gto. XI Congreso Nacional de Fitopatología. San Luis Potosí, S.L.P., Resúmenes. Soc. Mex. Fitopatología A.C. p. 138.

GARZON, T., J.A.; GARZA, C.A. y BUJANOS, M.R. 1986. Determinación del insecto vector de la enfermedad de tipo viral "permanente del tomate" (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en la región del bajo. XIII Congreso Nacional de Fitopatología. Tuxtla, Gutiérrez, Chis. Resúmenes. Soc. Mex. Fitopatología A.C. p. 30.

GARZON, T., J.A. 1987. Enfermedades del jitomate en el Bajío. Enfermedades de tipo viral. (Virus, Viroides y OTM). INIA-CIAB-CAEB. p. 22.

HUTCHINSON, W.D. y HOGG, B.D. 1984. Demographic Statistics for the pea aphid (Homoptera: Aphididae). Wisconsin and a comparison with other populations. Environmental Entomol. 13(5):1173-1181.

KALOOSTIAN, G.H. 1980. Psyllid. Vectors of plant pathogens. New York, Academic Press. p. 87-91.

KNOWLTON, G. F. & JANES, M.J. 1931. Studies on the biology of *Paratrioza cockerelli* (Sulc). Ann. Entomol. of America Soc. 24:283-291.

LIST, G. M. 1939. The effect of the temperature upon egg the position, egg hatch and nymphal development of *Paratrioza cockerelli* (Sulc.). Jour. Econ. Entomol. 32:30-36.

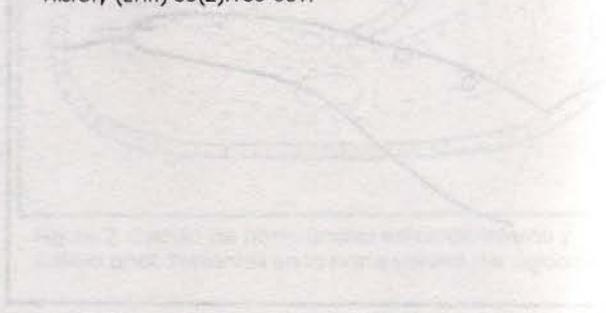
RICHARDS, B. L. 1928. A new and destructive disease of the potato in Utah and it's relation to the potato psylla. Phytopathology 18: 140-141.

RICHARDS, B.L. y BLOOD, H.L. 1933. Psyllid yellows of the potato. Jour. Agr. Research. 46:189-216.

SARH, 1993. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Dirección General de Información Agropecuaria, Forestal y de Fauna Silvestre. Tomo I. 708 p.

US Department of Agriculture. 1986. Insects and mites: Techniques for collection and preservation. USDA. Miscellaneous publication. No.1443. 103 p.

WHITE, I.M. y HODKINSON, I.D. 1985. Nymphal taxonomy and systematics of the Psylloidea (Homoptera). Bull. Brit. MUS. NAT. History (Ent.) 50(2):153-301.



# CAPACIDAD DEPREDADORA DE LA CATARINITA ANARANJADA *Hippodamia convergens* G. SOBRE EL PULGON DEL ROSAL *Macrosiphum rosae* L. EN VIVERO\*

José Jesús Juvera Bracamontes\*\*

Héctor Jasso Gutiérrez\*\*\*

Antonio de la Mora Covarrubias\*\*\*

## Predator capacity of the *Hippodamia convergens* G. on rose aphids *Macrosiphum rosae* L. in the nursery

### ABSTRACT

Rosebushes of the improved Climber variety were used in a simple experimental design of completely random blocks with 4 treatments and 3 repetitions per treatment. 12 rosebushes were used, over which 150 aphids *Macrosiphum rosae* L. per plant were released, along with 2, 4, and 6 larvae of the first stage of *Hippodamia convergens* G. in 3 consecutive releases. Data were analyzed statistically by means of an analysis of variance using the statistical model of Tukey. Comparisons were at 2, 4, 6, 9, 14 and 22 days after the first release of predators. Using 4 and 6 predators it was possible to significantly reduce the densities of aphids, destroying them completely in 16 and 13 days respectively. The treatment with an aphid: predator ratio of 8:1 resulted in good control, in less time, reducing the populations of aphids up to 100%, the ratio of 12:1 followed in effectiveness, while the 25:1 ratio showed little effectiveness in reducing the aphid population.

**Key Words:** Aphids, Predators, Biological control, *Hippodamia convergens*, *Macrosiphum rosae*

### RESUMEN

En un diseño de bloques con una distribución completamente al azar y un diseño experimental simple, con 4 tratamientos y 3 repeticiones para cada uno, se usaron 12 rosales, variedad "Climber Improved", con 150 pulgones *Macrosiphum rosae* L. liberados por planta y 2, 4 y 6 larvas de primer estadio de *Hippodamia convergens* G. en 3 liberaciones consecutivas. Se hizo un análisis de varianza por medio del modelo estadístico de Tukey. Se hicieron comparaciones a los 2, 4, 6, 9, 14 y 22 días después de la primera liberación. Se utilizaron 4 y 6 depredadores y se redujo significativamente las densidades de pulgón abatiéndolo a los 16 y 13 días respectivamente. El tratamiento con una relación presa: depredador de 8:1 mostró buen control en menor tiempo, reduciendo las poblaciones hasta en un 100%. Le siguió el de 12:1 en efectividad, mientras el de 25:1 mostró poca efectividad en la reducción de las poblaciones de pulgón.

**Palabras claves:** Afidos, Depredadores, Control biológico, *Hippodamia convergens*, *Macrosiphum rosae*.

### INTRODUCCION

El rosal es una de las plantas arbustivas de mayor demanda. Se considera originaria de China o India de donde se distribuyó a Europa, Asia y América.

En México, el rosal está distribuido en todo el país, y su flor es una alternativa a nivel comercial. Tiene gran aceptación como planta de ornato y como flor de adorno siendo considerada la reina

Recibido: 23/03/95. Aprobado: 3/10/95

\*Reunión Conjunta Internacional. Asamblea Anual de la Southwestern Branch-Esa. XXIX Congreso Nacional de Entomología. 24 al 27 de Abril de 1994.

\*\*Departamento de Agricultura y Ganadería. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora, México.

\*\*\*Ciudad Juárez, Chihuahua, México.

de las flores, además es de gran importancia en la elaboración de perfumes. El rosal comprende 122 géneros y 3370 especies y cada año surgen cientos de cruces nuevas.

Esta planta es de mucho futuro, pero también presenta problemas entomológicos como los pulgones, trips, hormigas y mosquitas blancas.

El pulgón del rosal es uno de los principales problemas, el cual se ha combatido con productos químicos, no obstante es persistente y ha logrado crear cierta resistencia. Por esta razón se buscó controlarlo biológicamente, para lo cual se plantearon los siguientes objetivos:

-Reducir al mínimo las poblaciones del pulgón *Macrosiphum rosae* L. en las plantas de rosal, a partir de liberaciones de larvas de catarinitas *Hippodamia convergens* G.

-Cuantificar la capacidad de depredación de la catarinita anaranjada para encontrar el rango depredador adecuado.

-Observar el daño en plantas atacadas por el pulgón del rosal con y sin enemigo natural de esta plaga.

## MATERIALES Y METODOS

La investigación se realizó en invernaderos de Ciudad Juárez, Chihuahua, entre los paralelos 31°42' de latitud N y 106°25' de longitud O con respecto al meridiano de Greenwich con una altitud de 1125 m.

Se estableció un diseño experimental en bloques al azar con un arreglo simple. Los tratamientos consistieron en cuatro densidades de larvas del primer estadio de *Hippodamia convergens* G. liberadas en tres ocasiones sucesivas. La unidad de muestra fue una planta de rosal infestada con 150 pulgones. Los tratamientos fueron: T1 = 0 larvas liberadas "testigo", T2 = 2 larvas liberadas, T3 = 4 larvas liberadas y T4 = 6 larvas liberadas.

Se contabilizó diariamente la densidad poblacional del pulgón, durante todo el experimento. Se tomó en cuenta el tiempo requerido de las larvas de *Chrysopa* sp. para pasar de un estadio a otro. Se utilizaron los conjuntos de datos correspondientes a: 28 a 31 de julio, y 4 a 7 de agosto de 1993.

Los principales materiales fueron: rosales, variedad "Climber improved", catarinitas y pulgones reproducidos en la cámara de cría, jaulas de exclusión.

La metodología consistió en: 1) elaborar las jaulas de exclusión; 2) realizar el sorteo para el acomodo de los rosales en el vivero, con la finalidad de que no se diera prioridad alguna a ningún tratamiento en base a la teoría de los extremos; 3) una vez establecido el diseño, acomodar los rosales (dosis) en base al sorteo y tamaño de los mismos, número de hojas, botones florales y flores iguales; 4) etiquetar tomando como base al tratamiento ahí establecido; 5) realizar las liberaciones tanto del pulgón del rosal, 150 por cada tratamiento y de las catarinitas anaranjadas para el caso de estos depredadores se hicieron 3 liberaciones, al momento de la primera liberación de pulgones a las 48 y 96 horas después de esta, T1 = 0 larvas liberadas, T2 = 2 larvas liberadas, T3 = 4 larvas liberadas y T4 = 6 larvas liberadas; 6) cubrir los rosales para que no existiera migración de los pulgones, ni fueran atacados por otros enemigos naturales; 7) los conteos de los pulgones se realizaron cada 24 h después de la primera liberación de depredadores durante 30 días; 8) reunir y analizar los datos por medio de las pruebas comparativas de tukey; 9) se concluyó en base a los resultados y observaciones.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En el análisis de varianza realizado para los valores obtenidos 2 días después de la primera liberación, mostró que entre bloques y tratamientos no existió ninguna diferencia significativa ( $P > 0.001$ ).

Con las medias comparativas de Tukey se observó que el único tratamiento que mostró una diferencia significativa fue (T1), donde por ser testigo no se liberaron enemigos naturales, permaneciendo iguales T2, T3 y T4. (Cuadro 1).

A los cuatro días después de haber liberado se notaba una mínima diferencia significativa entre bloques y tratamientos del trabajo analizado ( $P < 0.001$ ).

Al cuarto día la diferencia significativa fue clara entre el testigo (T1) con relación a los otros tratamientos, mientras (T2) también mostró una diferencia, comparada con los tratamientos T3 y T4, donde las medias disminuyeron considerablemente, lo que nos indicó una reducción en las poblaciones. (Cuadro 1).

Las diferencias observadas a los seis días en el análisis de varianza fueron relativamente bajas para bloques y tratamientos ( $P < 0.001$ ).

A los 6 días T1 y T2 fueron diferentes con respecto a T3 y T4, pero aún ambos no son iguales. (Cuadro 1).

Nueve días después de la primera liberación los análisis de varianza marcaron una diferencia significativa entre bloques y tratamientos. ( $P < 0.001$ ).

Al acumular y obtener resultados para comparar por medio del modelo de medias de Tukey, a los nueve días de la liberación, T1 continuó mostrando una significancia con respecto a los demás tratamientos, mientras T2 lo hacía con los dos restantes (T3 y T4). (Cuadro 1).

El análisis de varianza para los 14 días mostró una diferencia significativa para bloques y tratamientos ( $P < 0.001$ ).

Con los datos comparados para los 14 días después de la liberación (primera) se corroboró que el T1 presentó diferencias significativas con respecto a los otros 3 tratamientos; T2 fue igual a T3 pero diferente a T4, mientras que T3 no presentó diferencia con T4, el cual para esta fecha ya se mostraba con muy baja población de pulgones casi con un 100% de control (Cuadro 1).

Para el día 22 se realizó el último análisis de varianza con los valores obtenidos, los cuales mostraron una diferencia significativa para bloques y tratamientos ( $P < 0.001$ ), no así para bloques ( $P > 0.001$ ).

Las últimas medias comparadas de los tratamientos por medio de Tukey vuelven a mostrar las mínimas diferencias para los días 4, 6 y nueve después de la primera liberación, mostrando que T1 es diferente a los demás, al igual que T2 que muestra diferencia significativa a T3 y T4 respectivamente. Estos últimos iguales (Cuadro 1).

Se observó que el mejor tratamiento fue T4 alcanzando un 95.34% de depredación en solo 9 días, mientras que el tratamiento que le siguió fue T3, logrando un 97.12% en solo 14 días. El T2 mostró una menor eficiencia en el control, alcanzando

CUADRO 1. Densidad poblacional del pulgón durante el período de liberación.

TRATAMIENTO	DIAS DESPUES DE LA PRIMERA LIBERACION					
	2	4	6	9	14	22
1	144,660a	153,000a	160,333a	173,330a	191,000a	176,660a
2	125,660 b	105,660 b	81,666 b	53,330 b	23,330 b	19,000 b
3	120,000 b	87,000 c	45,000 c	12,000 c	4,330 bc	0,000 c
4	114,660 b	77,660 c	36,333 c	7,000 c	0,000 c	0,000 c

Prueba de Tukey al 0,05%. Letras diferentes representan diferencia significativa.

un pico máximo de control de 87.34% a los 22 días evaluados. La tendencia es semejante entre los tratamientos T3 y T4 en cuanto al control.

La catarinita *H. convergens* G. tuvo un consumo mayor de pulgones en menor tiempo cuando la relación presa-depredador fue 8:1, en la relación 12:1 el tiempo que tardó en el consumo total fue de 22 días. Esta se debe probablemente a que los estadios larvales jóvenes pueden consumir de 4 a 13 pulgones por día (Morón y Terrón 1988). El rango del T2 quedó por encima de la relación de la capacidad depredadora de la catarinita *H. convergens* G.

**CONCLUSIONES**

Las poblaciones de pulgón se redujeron fuertemente, obteniéndose una gran eficiencia del depredador liberado *H. convergens* G., cuando se aplicaron los tratamientos T3 = 4 y T4 = 6 larvas liberadas, siendo los tratamientos que lograron bajar las densidades de la plaga *Macrosiphum rosae* L. hasta en un 100%.

El tratamiento T4 = 6 larvas liberadas obtuvo el mejor rango depredador, donde la relación presa-depredador fue 8:1, considerada como la más adecuada; el tratamiento T3 = 4 larvas liberadas con la relación presa-depredador 12:1 se considera aceptable.

Las plantas con los tratamientos T1 = "testigo" (cero larvas liberadas) y T2 = 2 larvas liberadas presentaron deformaciones en el cáliz (sépalos), botones florales, así como yemas apicales resultando los tratamientos con mayor daño en cuanto a malformaciones en la planta.

**BIBLIOGRAFIA**

BLACKMAN, R.L. y EASTOP, V.F. 1985. Aphids on the world's crops, an identification guide. 2nd. ed. Los Angeles, Calif. E.U.A. McGraw-Hill. 299 p.

CLAUSSEN, C.P. 1972. Entomophagous insects. 2nd. ed. N.Y. McGraw-Hill. 580 p.

DEBACH, P. 1986. Control biológico de las plagas y malas hierbas. México, D.F. CECSA. 511 p.

JUVERA B., J.J. 1989. Fauna benéfica de la alfalfa. Hermosillo, Sonora, México. Departamento de Parasitología Agrícola. Escuela de Agricultura y Ganadería. Universidad de Sonora. 11 p.

JUSCAFRESA, B. 1973. Lucha contra los enemigos del jardín. 3er. ed. Barcelona, España. Sintés. 221 p.

MORON, M.A., TERRON, R.A. 1988. Entomología Práctica. México, D.F. Instituto de Ecología 193 p.

TEJERO, G., DOMINGUEZ, F. 1976. Plagas y Enfermedades de las Plantas Cultivadas. México. D.F. CECSA. 914 p.

TISCORNIO, S.R. y TISCORNIO, A.M. 1963. Cultivo de flores. Barcelona, España. Albatros. 228 p.

T	1	2	3	4	5	6
1	100	100	100	100	100	100
2	100	100	100	100	100	100
3	100	100	100	100	100	100
4	100	100	100	100	100	100
5	100	100	100	100	100	100
6	100	100	100	100	100	100
7	100	100	100	100	100	100
8	100	100	100	100	100	100
9	100	100	100	100	100	100
10	100	100	100	100	100	100
11	100	100	100	100	100	100
12	100	100	100	100	100	100
13	100	100	100	100	100	100
14	100	100	100	100	100	100
15	100	100	100	100	100	100
16	100	100	100	100	100	100
17	100	100	100	100	100	100
18	100	100	100	100	100	100
19	100	100	100	100	100	100
20	100	100	100	100	100	100
21	100	100	100	100	100	100
22	100	100	100	100	100	100
23	100	100	100	100	100	100
24	100	100	100	100	100	100
25	100	100	100	100	100	100
26	100	100	100	100	100	100
27	100	100	100	100	100	100
28	100	100	100	100	100	100
29	100	100	100	100	100	100
30	100	100	100	100	100	100

## DETECCION DE VIRUS EN PLANTAS SILVESTRES ASOCIADAS CON EL TOMATE Y CHILE DULCE EN COSTA RICA

Gonzalo Galileo Rivas P.\*

Pilar Ramírez\*\*

Douglas Cubillo\*\*\*

Luko Hilje\*\*\*

### Detection of viruses in wild plants associated with tomatoes and sweet peppers in Costa Rica

#### ABSTRACT

A survey was conducted in three tomato and sweet pepper producing areas in Costa Rica (Tacares, La Garita, and Turrialba). Nineteen wild plant species, with either viral symptoms or *B. tabaci* adults were analyzed by DAS-ELISA or hybridization. The following viruses were detected in 14 of them: pepper mild mosaic virus (PMMV), potato virus X (PVX), potato virus Y (PVY), tobacco mosaic virus (TMV), and at least one geminivirus. PMMV was the most frequent one, appearing in nine species. Geminiviruses were detected in the three areas, in eight plant species, but only the following ones showed viral symptoms: *Bidens pilosa*, *Desmodium* sp., *Sida rhombifolia* and *Spermacoce latifolia*. Five of them showed two viruses simultaneously.

**Key Words:** Wild Plants, Diagnosis, Virus, Tomatoes, Sweet peppers.

#### RESUMEN

En tres zonas productoras de tomate y chile dulce, en Costa Rica (Tacares, La Garita y Turrialba), se muestrearon 19 especies de plantas silvestres, con síntomas de virosis o con adultos de *B. tabaci*. En 14 de ellas se detectaron los virus del moteado leve del chile (PMMV), X de la papa (PVX), Y de la papa (PVY), mosaico del tabaco (TMV) por DAS-ELISA y al menos un geminivirus por hibridación. El más frecuente fue el PMMV, en nueve especies. Se detectaron geminivirus en las tres localidades estudiadas, en ocho especies de plantas, pero solamente tres mostraron síntomas de virosis: *Bidens pilosa*, *Desmodium* sp., *Sida rhombifolia* y *Spermacoce latifolia*. Cinco especies tuvieron dos virus simultáneamente.

**Palabras claves:** Plantas silvestres, Diagnóstico, Virus, Tomate, Chile.

### INTRODUCCION

Las plantas silvestres pueden ser reservorios de vectores y virus de importancia agrícola (Duffus 1971, Bos 1981). La mosca blanca *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) se alimenta de al menos 36 especies silvestres, pertenecientes a 12 familias en Costa Rica. (Arias y Hilje 1993, Asiático 1991). El último autor detectó geminivirus en *Euphorbia heterophylla* y *E. prunifolia* pero se desconoce si el resto de las plantas silvestres portan geminivirus.

En este país, *B. tabaci* casi no se reproduce en el tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), pero los geminivirus dañan al cultivo severamente; en cambio, lo hace masivamente en el chile dulce (*Capsicum annum* L.), sin que se observen síntomas de virosis (Hilje et al. 1993). Ambos cultivos, pertenecientes a la misma familia (Solanaceae) coinciden en varias zonas agrícolas, y comparten el habitat con muchas plantas silvestres que podrían actuar como reservorios de virus, incluyendo geminivirus.

Recibido: 05/07/95. Aprobado: 08/08/95.

\* CATIE, Cultivos Tropicales, 7170, Turrialba, Costa Rica

\*\* Centro de Investigación en Biología Celular y Molecular (CIBCM), Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

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

El propósito de este trabajo fue determinar cuáles especies silvestres hospedan virus que afectan al tomate y al chile dulce en tres zonas de Costa Rica.

(PVY), jaspeado del tabaco (TEV), mosaico del tabaco (TMV) y mosaico del tomate (ToMV). En estas pruebas se utilizó el PathoScreen kit DAS ELISA (peroxidasa) AGDIA<sup>R</sup>.

## MATERIALES Y METODOS

Se recolectó material en Tacares (Grecia, Alajuela), Estación Experimental Fabio Baudrit (La Garita, Alajuela) y Guayabo (Turrialba, Cartago). Se muestrearon 19 especies silvestres de las que se tomaron hojas con síntomas de virosis (mosaicos, deformación de hojas o enanismo), o asintomáticas pero con adultos de *B. tabaci* (Cuadro 1). A cada muestra se le asignó un código, para su posterior identificación. El material vegetal fue cortado finamente y se almacenó a -20°C, en tubos plásticos con el desecante Silica gel<sup>R</sup>.

Para el diagnóstico de geminivirus (GV) se hizo la hibridación del ADN viral con la sonda biotinilada Chino del Tomate (CdTV) (Rivas y Lastra 1993). Se realizaron pruebas de inmunosorbencia con enzima conjugada (ELISA) (Converse y Martin 1990), para los siguientes virus: moteado leve del chile (PMMV), X de la papa (PVX), Y de la papa

## RESULTADOS Y DISCUSION

En 14 de las 19 muestras se detectaron cinco de los siete virus analizados: moteado leve del chile (PMMV), X de la papa (PVX), Y de la papa (PVY), mosaico del tabaco (TMV) y al menos un geminivirus (GV) (Cuadro 2).

Los virus PVY y TMV se detectaron una vez, en plantas con el PMMV; lo mismo sucedió para el PVX, el cual se detectó en *Ipomoea* sp., que es silvestre. El más frecuente fue el PMMV, en nueve especies (Cuadro 2). El PVX y el TMV afectan al tomate (CATIE 1990), y el PVY al tomate y chile dulce (CATIE 1993); el TEV, que no se detectó, afecta al chile dulce. El PVY es transmitido por seis especies de áfidos y un ácaro, el PVX mecánicamente, y el TMV mecánicamente, por semilla o el suelo (CATIE 1990). El PMMV es transmitido por el áfido *Myzus persicae* y, además del chile dulce, puede afectar al tomate (Green y Kim 1991).

**CUADRO 1.** Plantas silvestres asociadas con tomate y chile dulce, en las localidades muestreadas, con indicación de la presencia de síntomas de virosis, o de adultos de *B. tabaci*.

Nombre científico y familia	Nombre común	L	C
No identificada	Asteraceae	?	G A
No identificada	Asteraceae	?	G A
No identificada	Asteraceae	?	G A
<i>Bidens pilosa</i>	Asteraceae	Moriseco	G S
<i>Browallia americana</i>	Solanaceae	Nomeolvides	G A
<i>Conyza</i> sp.	Asteraceae	Canicilla	LG S
<i>Desmodium</i> sp.	Papilionaceae	Pega-pega	G S
<i>Galinsoga</i> sp.	Asteraceae	Mielecilla	G A
<i>Ipomoea</i> sp.	Convolvulaceae	Camotillo	G A
<i>Lantana</i> sp.	Verbenaceae	?	G A
<i>Melampodium</i> sp.	Asteraceae	Flor amarilla	LG A
<i>Momordica</i> sp.	Cucurbitaceae	Sorosí	T A
<i>Phenax</i> sp.	Urticaceae	?	T A
<i>Richardia scabra</i>	Rubiaceae	Chiquizacillo	G A
<i>R. scabra</i>	Rubiaceae	Chiquizacillo	LG A
<i>Scoparia dulcis</i>	Scrophulariaceae	?	G A
<i>Sida rhombifolia</i>	Malvaceae	Escobilla	T S
<i>Spananthe paniculata</i>	Apiaceae	Carricillo	T A
<i>Spermacoce laevis</i>	Rubiaceae	Chiquizacillo	LG S
<i>S. laevis</i>	Rubiaceae	Chiquizacillo	T S
<i>S. latifolia</i>	Rubiaceae	Chiquizacillo	G S

L= Localidad: Grecia (G), La Garita (LG), Turrialba (T)  
C= Condición: Con síntomas (S), con adultos (A)

Se detectaron geminivirus en las tres localidades estudiadas y en ocho especies de plantas (Cuadro 2). Solamente tres mostraron síntomas de virosis: *Bidens pilosa*, *Desmodium* sp., *Sida rhombifolia* y *Spermacoce latifolia* (Cuadros 1, 2), lo cual indica que, aunque porten virus, pueden permanecer asintomáticas.

En tres especies (*Bidens pilosa*, *Browallia americana* y *Richardia scabra*), se detectaron tanto geminivirus como el PMMV. Cinco especies tuvieron dos virus simultáneamente, lo que parece ser una situación frecuente en la naturaleza. Se desconoce si esto podría originar interacciones de competencia o sinergismo.

**CUADRO 2.** Virus presentes (indicado con +) en plantas silvestres asociadas con el tomate y chile dulce, en las localidades muestreadas.

Especie	PMMV	PVX	PVY	TEV	ToMV	TMV	GV
No identificada	-	-	-	-	-	-	-
No identificada	-	-	-	-	-	-	+
No identificada	+	-	-	-	-	+	-
<i>Bidens pilosa</i>	+	-	-	-	-	-	+
<i>Browallia americana</i>	+	-	-	-	-	-	+
<i>Conyza</i> sp.	+	-	-	-	-	-	-
<i>Desmodium</i> sp.	-	-	-	-	-	-	+
<i>Galinsoga</i> sp.	+	-	-	-	-	-	-
<i>Ipomoea</i> sp.	+	+	-	-	-	-	-
<i>Lantana</i> sp.	-	-	-	-	-	-	+
<i>Melampodium</i> sp.	+	-	+	-	-	-	-
<i>Momordica</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phenax</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-
<i>Richardia scabra</i>	+	-	-	-	-	-	-
<i>R. scabra</i>	+	-	-	-	-	-	+
<i>Scopania dulcis</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sida rhombifolia</i>	-	-	-	-	-	-	+
<i>Spananthe paniculata</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spermacoce laevis</i>	+	-	-	-	-	-	-
<i>S. laevis</i>	+	-	-	-	-	-	-
<i>S. latifolia</i>	-	-	-	-	-	-	+

Virus: Moteado leve del chile (PMMV), X de la papa (PVX), Y de la papa (PVY), jaspeado del tabaco (TEV), mosaico del tomate (ToMV), mosaico del tabaco (TMV) y geminivirus (GV).

**AGRADECIMIENTOS**

A Alfonso Chacón y Guido Sanabria (CATIE), el apoyo en la recolección de las plantas, y a Jorge Gómez-Laurito (Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica) y Arnoldo Merayo (CATIE), su identificación. A la Dra. Judy K. Brown (University of Arizona, Tucson), por facilitar la sonda del Chino del Tomate.

**REFERENCIAS**

ARIAS, R.; HILJE, L. 1993. Actividad diaria de los adultos de *Bemisia tabaci* (Gennadius) en el tomate y hospedantes alternos del insecto. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 28:20-25.

ASIATICO, J.M. 1991. Control de *Bemisia tabaci* (Gennadius) en tomate con insecticidas biológicos, botánicos y químicos. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 77 p.

BOS, L. 1981. Wild plants in the ecology of virus diseases. In Plant Diseases and Vectors: Ecology and epidemiology. K. Maramorosch y K.F. Harris (eds.). New York, Academic Press. p.1-33.

CATIE. 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de tomate. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 151. 138 p.

CATIE. 1993. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de chile dulce. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 201. 143 p.

CONVERSE, R.H.; MARTIN, R.R. 1990. ELISA methods for plant viruses. In Serological methods for detection and identification of viral and bacterial plant pathogens. A laboratory manual. USA, APS Press. p. 179-196.

DUFFUS, J.E. 1971. Role of weeds in the incidence of virus diseases. Ann. Rev. Phytopath. 9:319-340.

GREEN, S.K.; KIM, J.S. 1991. Characteristics and control of viruses infecting peppers: A literature review. Asian Vegetable Research and Development Center. Technical Bull. No. 18. 60 p.

HILJE, L.; CUBILLO, D.; SEGURA, L. 1993. Observaciones ecológicas sobre la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 30:24-30.

RIVAS, G.G.; LASTRA, R. 1993. Detección no radiactiva de geminivirus en tomate mediante hibridación de ácidos nucleicos. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 30:7-10.

## Workshop on Augmentative Biological Control in the Tropical and Subtropical Americas. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

August 14 to 18, 1995.

Philip J. Shannon\*

The Workshop on Augmentative Biological Control in the Tropical and Subtropical Americas attracted 30 scientists from 8 countries to CATIE during August. The bilingual event, and the participation of some of the participants, was funded by the United States Department of Agriculture (USDA). The Workshop consisted of 2½ days of presentations and discussions on the current status of augmentative biological control in the participants' countries, and the integrated management and recent advances and prospects for augmentative biological control of whiteflies and pest scarab larvae (especially *Phyllophaga* spp.). During the field day, Workshop participants visited CATIE plots in Guayabo where they saw current on-farm research into use of native cover legumes as components of whitefly IPM systems. Later, they spent three hours at the DIECA (Costa Rica Research and Extension Directorate for Sugarcane) facilities in Grecia where commercial scale parasitoid rearing and entomopathogenic fungus production is carried out for widespread use in Costa Rican sugarcane.

The rest of the week allowed the participants, to coordinate future activities and discuss plans for future collaborations. Several working commissions were formed to address areas of concern arising out of the presentations, and these produced the following conclusions and recommendations.

### 1. Whitefly Working Commission

#### Introduction

Whiteflies of the *Bemisia tabaci* complex currently represent one of the most important pest problems worldwide. Because these insects are broadly polyphagous and have high reproductive potentials and virus vectoring capacities, their impacts on agricultural production are multiple and complex. Within the foreseeable future, this pest problem will almost certainly continue to increase and evolve. In Central America, an immediate concern is the imminent invasion of



\*Editor and Coordinator

the "B" biotype of *B. tabaci* recently described as *B. argentifolii*. This and other species of *Bemisia* have exhibited considerable capacity to develop resistance to chemical pesticides, and new chemical control agents are becoming increasingly expensive. Consequently, despite the importance of whiteflies as virus vectors and the low adult density thresholds normally associated with this problem, it is the consensus of this working group that biological control agents must be considered an important component of future control strategies.

The classical approach of importing and releasing exotic whitefly parasites and predators is underway in many Mesoamerican countries, and the biological control potential of augmentative releases of these agents is also being studied. Greatest emphasis, however, has been placed on development of fungal pathogens. One of the longest running and most successful microbial control projects utilizing a fungal pathogen has been in operation for more than 20 years in northeastern Brazil. Applications of *Metarhizium anisopliae* produced on cooked rice in autoclavable plastic bags have consistently suppressed populations of sugar cane spittle bug without disrupting activity of parasites preying upon lepidopteran pests. This and other pioneering projects have established a strong tradition of fungus-based microbial control throughout Latin America. In Mexico, use of one of the most important naturally occurring fungal pathogens of whiteflies, *Paecilomyces fumosoroseus*, is already in the early stages of commercialization. A conidiospore-based product was recently registered in Mexico and is being produced in a standard bagged rice system. The production capacity of a private industry in the state of Sinaloa is projected to exceed 20,000 hectares in 1996. In the United States, microbial control products based on another common insect pathogenic fungus, *Beauveria bassiana*, have also been developed and registered for control of whiteflies and other insect pests and are being produced in industrial scale automated systems.

These recent advances illustrate the growing

significance of biological control and IPM practices throughout the Americas. The following recommendations of this USDA-supported workshop are offered to promote continued rapid development of augmentative biological control agents and stimulate greater communication and collaboration between American scientists charged with the difficult task of controlling a complex of devastating insect pests.

## A. SAFETY AND REGULATORY ISSUES

### Introduction

Widespread use of entomopathogenic fungi for insect control raises two safety concerns. The first is potential adverse pulmonary effects found with a few isolates, second is microbial contamination of conidia preparations. Regulation of fungal pathogens by pesticide and health agencies varies widely between countries and is limited. Regulation of fungal pathogens under plant quarantine regulations is unclear. This is an important issue affecting research and development of pathogens.

Two or three strains of *Metarhizium flavoviride* have shown adverse effects in pulmonary toxicology studies. Most strains are safe; however, we recommend mechanisms be put in place to test safety of strains prior to mass production or routine use.

Contaminating microorganisms in entomopathogen conidia preparations could pose a health hazard. Quality control standards and technical support systems for fungal producers should be developed to ensure quality.

### Recommendations

1. A listing of regulatory agencies including pesticide, plant protection and quarantine agencies should be compiled and distributed to researchers and producers.
2. A conference or workshop within a related conference should be held with a focus on safety and regulations. The conference should include regulators, scientists, fungus producers and users.

3. An existing agricultural institution (e.g. CATIE, CIAT) should be funded to review existing regulations in each country, compile available information on testing protocols and develop specific recommendations. The status of FAO regulations and their applicability to Latin American should be reviewed.

4. A program to conduct pulmonary toxicology studies on strains being mass produced should be established.

5. Researchers and producers should be proactive in developing appropriate regulations and technical support for safety testing, quality control and exchange of strains between countries.

## B. INTEGRATION OF BIOLOGICAL CONTROL INTO IPM SYSTEMS

### Recommendations

1. Biological controls should be introduced in a cropping systems approach. Just as for other new pest management tactics, the introduction of biological control technologies is likely to be more successful if they are presented to users in the context of the whole IPM system or farming system. Ideally biological controls would be developed, tested, modified and refined as one of various aspects contributing to the evolution of a better performing, more sustainable production system, preferably also involving substantive farmer participation. It is much less likely that biological control tools will be perform well if they are introduced simply as substitutes for current synthetic pesticides without reference to the crop-pest situation because they require a different approach to use and different attitudes to evaluating performance.

2. The strategies for deploying biological controls (and consequently the research needed to facilitate its practical implementation) should be varied to match the exact pest situation. A different strategy will be required in each of the pest scenarios identified by the working commission.

3. The commission identified the strategies considered most promising in each pest scenario and identified the priority research areas that will need to be addressed in order to progress towards practical implementation of biological control in each one:

Pest Scenario 1: Adults as virus vectors at low population densities

**Biocontrol Integration Strategy:** Target local adult control and reduce exposure of crop to remaining population

- Repel adults from crop.
- Attract adults to trap crop.
- Kill adults in trap crops with mycopesticide.

**Research Needs:**

- Testing of repellents/attractants
- Testing of repellent/trap crops
- Testing of spatial deployments for crop associations
- Development of mycopesticide that will kill adults
- Synergism of mycopesticides with sub-lethal doses of insecticides

**Biocontrol Potential:** Medium

Pest Scenario 2: Direct damage to crop by nymphs, with massive immigrations of adults (e.g. soybeans and cotton)

**Integration Strategy:** Target area-wide populations.

- Reduce immigration to target crop by lowering area wide whitefly populations to allow in-crop controls to function adequately.
- Maximize natural biocontrol through IPM program aimed at area-wide reduction of pesticide use in all host crops.
- Coordination of crop distances and rotations.

**Research Needs:**

- Testing of a model (demonstration) area
- Develop mycopesticide delivery systems for application to undersides of leaves for nymphal control
- Mycopesticides combined with sub-lethal doses of insecticides

**Biocontrol Potential:** Medium

Pest Scenario 3: Direct damage by nymphs and/or adults without massive immigration or virus transmission

**Integration Strategy:** Target in-crop population in general: reduce to below threshold population levels.

- As far as possible, biocontrol should be adjusted to integrate with current tactics used for other phytosanitary problems.

**Research Needs:**

- Locally determined, cropping system specific research, particularly addressing mycopesticide compatibility with pesticide use
- Mycopesticide development and testing
- Other areas as Scenario 1

**Biocontrol Potential:** High

Pest Scenario 4: Combination of adults as virus vectors, direct damage by nymphs and adults, and massive immigration

**Integration Strategy:** Focus on virus vector control as first priority, then as Scenario 2.

**Research Needs:**

- Same as all of the above.

**Biocontrol Potential:** Low

**C. APPLIED ECOLOGICAL ASPECTS OF WHITEFLIES AND THEIR BIOCONTROL AGENTS**

Three main categories of studies currently being conducted were identified:

1. Host population dynamics and biocontrol in crop situations. Studies underway that are evaluating aspects such as trap-catches, population dynamics, and natural rates of biocontrol by parasites and pathogens, include:

Southern Texas, USA: David Riley (various crops)

Sinaloa, México: Marco S. Alarcón (tomatoes)

Honduras: Ron Cave (beans)

Nicaragua : Falguni Guharay (various crop and weed hosts)

Colombia: César Cardona (beans)

**Recommendation.** It is recommended that a common analytical framework be adopted to allow better understanding of the general ecological principles that underlie the behaviour of the pests, their biocontrol agents and their interactions. This is especially needed in order to understand the relative importance of local variation as against the expression of more generally applicable ecological interactions in particular cases.

2. The success of whiteflies and their control agents in relation to plant hosts. Ongoing studies into whitefly and biocontrol agent success at the plant host level include:

Southern Texas, USA : David Riley

Nicaragua : Falguni Guharay / Sally Gladstone

**Recommendation.** It is recommended that standard methods be adopted for these studies in order to allow comparisons of the success of whiteflies and their biocontrol agents in different ecological niches to be made.

3. Modelling studies on the performance of biocontrol agents, especially pathogens, in different agro-climatic regions. One ongoing study was identified:

Mexico: Raquel Alatorre.

**Recommendation.** It is recommended that similar studies be carried out in other countries. Standardization of methods would help us to compare results between countries.

## **D. DELIVERING BIOLOGICAL CONTROL TO FARMERS: SOCIOLOGICAL, ECONOMIC, AND POLITICAL ISSUES**

### **Introduction**

The ultimate goal of biocontrol research is for farmers to incorporate biological control into their cropping systems. To date, most research on biological control has focused on developing effective biocontrol agents. Equal attention is now needed to determine how best to produce and deliver these agents to farmers.

Biocontrol agents could be produced by farmers themselves, in local facilities owned by farmer cooperatives or private companies, or in larger regional facilities owned by private companies or the government. Each option has advantages and disadvantages. In particular, small local facilities could probably afford to produce biocontrol agents for local low-value crops, and could better provide technical assistance to farmers. The disadvantages of small facilities include the difficulty of ensuring quality control, especially ensuring the absence of hazardous contaminants.

Free-market forces are likely to determine the relative importance of the various options for producing and distributing biocontrol agents. Nonetheless, biologists and social scientists should develop recommendations about the advantages and disadvantages of each option, and work towards eliminating technical and socioeconomic barriers to them.

### **Recommendations**

Multidisciplinary research is needed on the following issues:

1. Technical and socioeconomic characterization of the various models for production and distribution of entomopathogens. Aspects that might vary depending on whether production and distribution are carried out by individual farmers, farmer organizations, small local privately-owned companies, larger local or foreign companies or government facilities include: availability of agents for most local crops;

affordability of biocontrol agents for user groups; verification of efficacy; verification of safety criteria; the potential to create rural employment; foreign exchange requirements; economies of scale; transport costs. Particular attention should be paid to evaluating how best to ensure efficacy and safety in small-scale production facilities. It is recommended that a multidisciplinary evaluation of the existing biocontrol industry (including Colombia, Mexico, and Cuba) be carried out. This evaluation should include a regional workshop to develop regional cooperation on safety and efficacy testing.

2. The regulations governing import and export of biocontrol agents in Latin America. Issues that need to be addressed include: what are the economic/sociological implications of regulations (for example, do they inhibit commercialization of biocontrol)? Should registration of biocontrol agents by one country be accepted by all Central American countries?

3. Implications of rights to patented biocontrol agents. Who will own or benefit from the rights to a patented biocontrol agent? (the institute that isolated and developed it? the government of the country where it was discovered? the owner(s) of the land where it was found?) What are the economic/social implications of assigning rights for the use of a biocontrol agent (for example, opportunity costs that would be required if each biocontrol company had to isolate their own stains)?

4. To address issues No. 2 and 3, it is recommended that a regional conference be held to include government regulators, biocontrol experts, farmers, and entrepreneurs. The conference would produce recommendations on movement and property rights for biocontrol agents that would be submitted for consideration in existing fora for the discussion of issues relating to developing intellectual property rights policy for the region.

## E. TAXONOMY AND GEOGRAPHIC DISTRIBUTIONS OF BIOCONTROL AGENTS

### Introduction

Four genera of primary parasitoids are known from *Bemisia tabaci*, three of which contain species that frequently attack the pest in Mesoamerica, Colombia and the Caribbean. These three genera are *Encarsia*, *Eretmocerus* and *Amitus*. Species of *Encarsia* that attack *B. tabaci* are better (but not completely) known. The state of taxonomy of *Eretmocerus* and *Amitus* is inadequate at the moment to be able to place names on specimens reared from *B. tabaci*. Work at Texas A&M University is currently attempting to resolve the taxonomy of *Eretmocerus*. Although the taxonomy of the predators of *B. tabaci* is fairly well established, only casual observations have been reported in the literature.

The taxonomic situation for the commonly utilized entomopathogenic fungi, including those infecting *B. tabaci*, is not completely known or clear. Many isolates are being tested in various regional laboratories, but little is known of how these isolates vary geographically and ecologically as different strains and species. Molecular methods such as genetic fingerprinting have not been widely available in Mesoamerica and Colombia for application to taxonomic problems and species and strain identification, but laboratories capable of providing this service are now becoming more common in Latin American. However, currently this is of most use for estimation of the relatedness of strains and less useful for predicting virulence.

Besides the taxonomy of natural enemies, their regional geographic distribution, relative abundance in different environments and cropping systems and relationships with wild and cultivated host plants is very poorly known. Taxonomy, distribution and biology are crucial bits of knowledge which are needed for ecological studies, for evaluation of the impact of agronomic practices on natural enemies and for planning, executing and regulating the potential intraregional and inter-regional movement of natural enemies.

### Recommendations

1. Since *B. tabaci* is a regional problem, regional information (vs localized data) on the existing biological control system is required to better understand and utilize the natural enemies of *B. tabaci* and also evaluate the regional impact of control methods and management on the pest.

2. Research should be carried out in the following areas to address the taxonomic and distribution problems:

a) Taxonomic revision of the genus *Amitus* in the Western Hemisphere.

b) Biochemical taxonomy and genetic fingerprinting studies of the species and strains of *Paecilomyces* and *Beauveria* isolates attacking *Bemisia* in Central America.

c) Intensive sampling and observations throughout the region, coupled with expert identifications, to provide a complete inventory of the parasitoids, predators and pathogens of *B. tabaci*.

d) Genetic fingerprinting of strains, biotypes and ecotypes of the parasitoids of *B. tabaci*.

e) Geographic information system mapping of natural enemy species and strain distributions to correlate with ecological, climatic and cropping systems.

f) Develop a regional center of expertise to provide authoritative identifications and genetic fingerprinting to regional workers and also collate and distribute information from GIS mapping.

## F. COST-BENEFIT ANALYSIS OF BIOCONTROL

### Current situation and general recommendations

An important consideration for the implementation of biocontrol of whiteflies is the efficacy of the control agent in terms of increased net returns from crop production. Cost-benefit analysis for biocontrol agents can differ dramatically from chemical control agents in that biocontrol emphasizes long-term rather than short-term benefits. A basic premise for biologically intensive pest management is that this approach leads to a stable pest management program and reduces long-term risk to crop production. In comparison, sole reliance on synthetic chemical pesticides can lead to chemical resistance and potentially disastrous fluctuations in pest populations, thereby increasing long-term risks to crop production. New factors need to be taken into account when evaluating the benefit of biocontrol rather than use traditional partial budget analysis for evaluating insecticide benefits. Also, marketing issues can have a major impact on the use of biocontrol in commercial crop production, from the timely acquisition of biocontrol agents to the effect of insect parts on market value of the harvestable fruit. IPM practitioners, economists, and biological control specialists need to be involved together in commercial validation trials of biologically intensive pest management strategies in order for this type of research to succeed.

### Specific recommendation

A paper should be written compiling the currently available data on economic losses to whiteflies in Mesoamerica and Colombia, to allow costs and benefits to be accurately estimated.

## G. LABORATORY BIOASSAY AND FIELD TRIALS WITH BIOCONTROL AGENTS

### Introduction

Current research on whitefly entomopathogens employs a wide range of bioassay methods of varying reliability to measure whitefly responses. This creates serious problems for comparing results between research groups.

Field efficacy testing and development of optimal release and application technologies are fundamental to the development of any biological agent for augmentative control applications and are thus a critically important elements of any international cooperation.

### Recommendations

Except where required for the purposes of meeting research objectives, the commission recommended that:

1. Standard research and data analysis protocols should be adopted for laboratory bioassay and field testing of entomopathogenic fungi.

There is broad consensus that standardization of laboratory bioassay protocols and, to the extent possible, field trial protocols would greatly facilitate international collaborations by providing common grounds for communication and interpretation of research results.

The following areas for action were identified.

- a) Establish guidelines for screening of whitefly parasites and predators to identify strains or species with maximum biological control potential in targeted cropping systems (including identification of key parameters predictive of field efficacy).
- b) Establish standard protocols for laboratory screening and bioassay of fungal pathogens against whiteflies (including designation of international standard preparations for bioassays and establishment of quality control procedures for preparation, storage and use of the standard preparation).

c) Establish standard protocols for laboratory and field testing of pathogens against nontarget organisms (recommending consideration of existing guidelines published by the International Organization for Biological Control (IOBC)).

d) Establish standard protocols for laboratory and field tests to determine effects of agrochemicals on insect pathogenic fungi (recommending consideration of existing guidelines published by the IOBC)

.e) Establish guidelines for making augmentative field releases of parasites, predators, and pathogens and measuring their impact

.f) Recommend standard methods for analysis and interpretation of laboratory and field test results.

2. Establish international linkages to promote matching of potential control agents with specific pests and cropping systems (including microbial products or parasites offered by government or private industry developers).

3. Provide recommendations to regulatory agencies to facilitate exchange of biological control agents between collaborating nations.

4. Establish standard methods for identification of mass-produced parasites, predators, and pathogens released/applied for augmentative biological control of whiteflies (recommending both classical morphologically or biochemically based determinations for species identifications and genetic fingerprinting for strain or biotype differentiations)

.5. Support international collaborations for conduct of field trials specifically designed to:

a) Establish pest control potential of candidate biological control agents under grower conditions.

b) Develop optimal application and release methodologies

.c) Develop optimal pathogen formulation technologies

.d) Certify efficacy of microbial control products for registration purposes

.e) Develop strategies for integration of biological control agents into existing pest management systems. (especially integration with chemical insecticides for use during pest outbreak situations).

## 2. Whitegrub Working Commission

### Overall Recommendations

1. Current research programs on entomopathogens should be continued as a high priority as their innovative nature offers the main hope for developing new whitegrub control tools. Current and future programs should emphasize the following research areas:

a) Continued survey, laboratory and field evaluation of new entomopathogen strains with biocontrol potential against the principal pest species of food crops, sugarcane and pastures, including:

i) fungal entomopathogens (due to their ease of production, handling and formulation)

ii) entomogenous nematodes, viruses and other pathogens (due to their longer term potential for development as control agents)

b) Evaluation of the potential of native strains of *Bacillus popilliae* for development as microbial control agents. In particular, the commission recorded its support for CATIE initiatives to obtain funding for a regional project to study this organism in tropical and subtropical America. The following key areas for evaluation were identified:

i) infectivity and pathogenic characteristics (e.g time to death, dose-mortality response)

ii) the economics of producing inoculum of

virulent strains using improved efficiency variants of existing mass-rearing methods for larvae.

- c) Evaluation of previously selected high virulence fungus strains against a wider range of pest scarab species. This should be initiated as a program of laboratory bioassays carried out under collaborative arrangements between interested institutes. As far as possible, common bioassay protocols should be used.

2. Institutes carrying out research into microbial biocontrol agents should develop a policy on likely eventual production and distribution of the developed agent (e.g. via a government agency, farmer groups or organizations, private company), and seek to develop participatory arrangements that permit involvement of the distributing agent in the research and development process.

3. Exchange of information on biological control and other areas of interest relating to whitegrubs, between researchers and others involved in research, development and implementation of whitegrub IPM should be encouraged by the creation of an economic scarabaeidology network. This should function as an e-mail discussion group served by CATIE, possibly developing eventually into a service available through the WWW. Members without e-mail access will receive hard copies of the same material through a twice-yearly "Whitegrub Update" supplement to the CATIE published "Revista MIP".

Recently a newsletter "Scarab Biocontrol News" has begun publication. For more information write to:

jackson@agresearch.cri.nz /  
Trevor Jackson  
AgResearch, POBox 60,  
Lincoln, New Zealand.

4. An exchange agreement should be drafted to be used by institutions and research centers for exchanges of microorganisms for research purposes. This will have the dual function of adequately documenting the biological details of exchanges, and clarifying ownership issues and rights to commercialization of exchanged

strains.

5. The whitegrub working commission endorsed the conclusions of the whitefly working commission in areas of general applicability to biological control issues.

6. It was recommended that biocontrol workers should consider the wider IPM context and implications of their work at as early a stage as possible in their programs, in order to guide them in the selection of technology options. Similarly, it was recommended that scientists involved in IPM development and research analyze the potential role of (opportunities for) biocontrol in their programs.

This document prepared from material written by Steven Wraight, Clifford Bradley, Sally Gladstone, Philip Shannon, Falguni Guharay, Michael Zeiss, Ronald Cave, David Riley and Tad Poprawski

## Participant & Interests List

### United States

Randy Coleman  
USDA/ARS/SARL  
2301 S. Intn'l Blvd.  
Weslaco, TX  
Phone: (210) 969-4860  
Fax: (210) 969-4888  
Use of parasitoids

Stephen Wraight  
USDA/ARS/SARL  
2413 E. Hwy. 83  
Weslaco, TX  
Phone: (210) 969-4856  
Fax: (210) 969-4888  
E-mail: swraight@mail.tamu.edu  
Fungal pathogens, integration into pest control programs  
David Riley  
Texas A & M University  
2415 E. Hwy. 83  
Weslaco, TX  
Phone: (210) 968-5585  
Fax: (210) 968-0641  
E-mail: d-riley@tamu.edu  
Population dynamics, whitefly-plant interaction, economic thresholds, insecticide resistance

Clifford Bradley  
Mycotech Corp.  
529 E. Front  
P.O. Box 4109  
Butte, MT  
Phone: (406) 782-2386  
Fax: (406) 782-9912  
Fungal pathogens, commercial  
development  
Katherine Mah  
Dept. of Biology  
University of Michigan  
Ann Arbor, MI 48109-1048  
Phone: (313) 764-1446  
E-mail: kathy.mah@um.umich.cc.edu  
General

Tad Poprawski  
TAMU & USDA\ARS  
2413 E. Hwy. 83  
Weslaco, TX  
Phone: (210) 969-4873  
Fax: (210) 969-4888  
E-mail: tadp@pop.tamu.edu  
Fungal pathogens, interaction with other  
natural enemies,  
compatibility with pesticides, safety to  
non-target  
organisms

#### Colombia

Anthony Bellotti  
CIAT  
A.A. 67-13  
Cali  
Phone: (2) 445-0000  
Fax: (2) 445-0273  
E-mail: a.bellotti@cgnet.com  
IPM of whiteflies in cassava

Lincoln Smith  
CIAT  
A.A. 67-13  
Cali  
Phone: (2) 445-0373  
Fax: (2) 445-0273  
E-mail: l.smith@cgnet.com  
General, currently working on BC  
of cassava mites and  
formerly on BC of stored product  
pests with muscoid flies  
César Cardona  
CICAT  
A.A. 6713  
Cali  
Phone: (2) 445-0275  
Fax: (2) 445-0273  
E-mail: c.cardona@cgnet.com  
IPM on beans, action thresholds,

economic returns of  
different management strategies

Andreas Gaigl  
CIAT  
A.A. 6713  
Cali  
Phone: (2) 445-0662  
Fax: (2) 445-0273  
E-mail: ciat@cgnet.com  
Whitegrub IPM

Luis Carlos Pardo L.  
Instituto Vallecaucno de  
Invest. Científicas  
Palmira Valle  
Phone: 5566170 ó 5583466  
Fax: 558-3477  
General

#### Panama

Hernán Espinoza  
Chiquita Brands Int.  
Bocas Division  
Apdo. 87-1733  
Panama 7, Panama  
Phone: 758-8431  
Fax: 758-8609

#### Costa Rica

Carlos E. Sáenz  
DIECA  
Bo. Turnón  
San José  
Phone: 221-0252  
Fax: 223-0839  
Biocontrol in sugarcane

Alejandro Rodríguez  
DIECA  
Sta. Gertrudis Sur  
Grecia, Alajuela  
Phone: 444-6943  
Fax: 494-4451  
Luko Hilje  
CATIE  
Turrialba 7170  
Phone: 556-1632  
Fax: 556-0606  
E-mail: lhilje@catie.ac.cr  
Whitefly IPM, cover crops, crop  
associations, cultural

controls

Manuel Carballo  
CATIE  
Turrialba 7170  
Phone: 556-1632  
Fax: 556-0606  
E-mail: mcarball@catie.ac.cr

Philip Shannon  
CATIE  
Turrialba 7170  
Phone: 556-1632  
Fax: 556-0606  
E-mail: pshannon@catie.ac.cr  
Microbial control of whitefly,  
whitegrubs

Francois Herrera  
Estudiante de Posgrado  
CATIE  
Turrialba 7170  
Phone: 556-1632  
Fax: 556-0606  
Entomopathogens and fungi of  
whiteflies

#### Nicaragua

Sally Gladstone  
UNAN-León  
León  
Phone: (311) 6961  
Cultural controls, natural enemies  
especially  
parasitism/prdation

Falguni Guharay  
Proyecto CATIE-INTA/MIP  
Apdo. P-116  
Managua  
Phone: (2) 657-114  
Fax: (2) 657-114  
E-mail: catienic@nicarao.apc.org  
Ecology of natural control agents,  
direct suppression by  
pathogens, efficacy of BC agents  
and effect of the cropping  
system  
Carmen Marina Rizo  
Lab. de Control Biológico  
UNAN-León  
León  
Phone: (311) 6961  
Fax: (311) 4604  
Production and field use of  
entomopathogens

Luisa de Lugo  
UNAN-León  
León  
Phone: (311) 2917  
Fax: (311) 5057  
Biological control

#### Honduras

Michael Zeiss  
Escuela Agrícola Panamericana  
Apdo. 93  
Tegucigalpa  
Phone: 76-6140  
Fax: 76-6242  
E-mail:  
zeiss%eapdpv%sdnhon@sdnhq.undp.org  
Farmer field testing of whitefly IPM,  
lab/greenhouse testing  
of BC agents, PCR analysis of weed  
host for determining the  
presence of geminivirus

Ronald D. Cave  
Escuela Agrícola Panamericana  
Apdo. 93  
Tegucigalpa  
Phone: 76-6140  
Fax: 76-6242  
E-mail:  
cave%eapdpv%sdnhon@sdnhq.undp.org  
Parasitoid ecology, weed  
management for enhancing  
parasitoids and predators,  
parasitoid mass rearing

#### Mexico

Sergio Sánchez Peña  
Univ. Autónoma Antónion Narro  
Depto. Parasitología  
Buenavista, Saltillo  
Phone: (84) 173-022  
Fungal pathogens, physical  
control, cultural control  
Enrique Garza González  
Centro Nacional de Control  
Biológico  
Andador #16 No. 296  
Tecomán, Col.  
Phone: (332) 4-07-45  
Fax: (332) 4-27-73  
Use of entomopathogens,

especially fungus

Marco Saúl Alarcón  
Campbells R & D  
Carretera International Km.  
149+284  
Apdo. postal 185  
Guasave, Sinaloa  
Phone: (687) 2-84-04  
Fax: (687) 2-87-55  
Integration of biocontrol into IPM  
programs, conflicts  
between tactics (eg. fungicides  
and entomopathogens),  
whitefly biocontrol's effect on  
other pest populations,  
grower development of biocontrol

Raquel Alatorre Rosas  
Colegio de Postgraduados  
Instituto de Fitosanidad  
Montecillo, México  
Phone: (595) 53007  
Fax: (595) 53007  
Entomopathogens, interaction  
with other natural enemies, IPM

Luis Rodríguez del Bosque  
INIFAP  
Apdo. postal 172  
Río Bravo, Tamps. 88900  
Phone: (893) 40745  
Fax: (893) 46020  
Use of parasitoids

## TALLER SOBRE CONTROL BIOLÓGICO AUMENTATIVO EN AMÉRICA TROPICAL Y SUBTROPICAL. CATIE, TURRIALBA, COSTA RICA

(Agosto 14-18, 1995)

Philip J. Shannon \*

El Taller sobre Control Biológico Aumentativo en América Tropical y Subtropical reunió, en CATIE, a 30 científicos de 8 países. Tanto el evento (bilingüe), y los costos de algunos participantes, fueron financiados por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). El Taller incluyó dos días y medio de presentaciones, así como discusiones sobre el estado actual del control biológico aumentativo en los países representados por los participantes, así como sobre manejo integrado, avances recientes y perspectivas para el control biológico aumentativo de mosca blanca y de larvas de escarabajos plagas (especialmente *Phyllophaga* spp.). Durante el día de campo, los participantes del taller visitaron las parcelas en Guayabo, donde el CATIE tiene investigaciones en el uso de leguminosas nativas de cobertura como componentes de sistemas MIP para mosca blanca. También visitaron las instalaciones de DIECA (Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar) en Grecia, donde se lleva a cabo la cría de parasitoides y producción de hongos entomopatógenos a escala comercial, para uso en la producción de la caña de azúcar

en Costa Rica. El tiempo restante fue dedicado a la coordinación de actividades futuras y a la discusión de planes para colaboraciones futuras. Se formaron varias comisiones de trabajo, para analizar áreas de importancia detectadas durante las presentaciones, éstas comisiones generaron las siguientes conclusiones y recomendaciones.

### 1. Comisión de Trabajo sobre Mosca Blanca

#### Introducción

El grupo de mosca blanca representado por *Bemisia tabaci*, es actualmente una de las plagas más importantes en todo el mundo. Esto se debe a que son insectos polívoros, con un potencial de reproducción alto y pueden ser vectores de virus, por tanto su impacto en la producción agrícola es múltiple y complejo. En un futuro cercano, los problemas causados por esta plaga podrían continuar y posiblemente incrementarse y evolucionar. En América Central, una preocupación inmediata es la invasión inminente



\*Editor y Coordinador

del biotipo "B" de *B. tabaci*, descrito recientemente como *B. argentifolii*. Esta y otras especies de *Bemisia* han mostrado una capacidad importante para desarrollar resistencia a los plaguicidas sintéticos. Además los nuevos agentes de control químico se están volviendo cada vez más caros. Consecuentemente, a pesar de la importancia de la mosca blanca como vector de virus y los umbrales (con bajas densidades de adultos) normalmente asociados con este problema, el consenso de este grupo de trabajo, es que los organismos de control biológico deben ser considerados como un componente importante de las estrategias de control que se desarrollen en el futuro.

El enfoque clásico de importar y liberar tanto parásitos exóticos como depredadores de mosca blanca, está siendo utilizado en muchos países de Mesoamérica. También se está estudiando el potencial del control biológico por medio de liberaciones aumentativas de estos organismos. Sin embargo, se ha dado mayor énfasis al desarrollo de patógenos fungosos. Uno de los proyectos de mayor duración y éxito en el uso de control microbioal utilizando un patógeno fungoso, viene trabajando hace más de 20 años en el noreste de Brasil. Las aplicaciones de *Metarhizium anisopliae* producido en arroz cocido y dentro de bolsas de plástico para autoclave, han suprimido completamente las poblaciones del salivazo de la caña de azúcar, sin interrumpir la actividad de los parásitos que actúan sobre lepidópteros plagas. Este y otros proyectos pioneros en América Latina han establecido una tradición de control microbioal a base de hongos entomopatógenos. Actualmente en México, se está iniciando la comercialización de uno de los hongos entomopatógenos (*Paecilomyces fumosoroseus*) encontrados en forma natural, para el control biológico de la mosca blanca. En México un producto a base de conidiosporas fue registrado recientemente y está siendo producido en un sistema de arroz embolsado. La capacidad de producción proyectada por una industria privada en el Estado de Sinaloa excederá las 20,000 hectáreas en 1996. En los Estados Unidos, productos para el control microbioal a base de otro hongo entomopatógeno, *Beauveria bassiana*, también han sido desarrollados y

registrados para el control de mosca blanca y otras plagas insectiles, y se están produciendo en escala industrial por medio de sistemas automatizados.

Estos avances recientes ilustran la importancia del control biológico y de prácticas MIP en América. Las recomendaciones de este taller apoyado por USDA, son presentadas con el fin de promover el rápido y continuo desarrollo de organismos de control biológico aumentativo y estimular una mejor comunicación y colaboración entre los científicos, encargados de la difícil tarea de controlar un complejo de plagas insectiles devastadoras en América.

## A. ASPECTOS REGULATORIOS Y DE SEGURIDAD

### Introducción

La gran utilización de hongos entomopatógenos para el control biológico de insectos tiene implicaciones en dos aspectos de seguridad. El primero es el posible efecto pulmonar adverso encontrado en unos pocos aislamientos; el segundo es la contaminación microbioal de preparaciones de conidias. La regulación de entomopatógenos por parte de las agencias de plaguicidas y salud, varían mucho entre los países pero siempre es limitada. La regulación de hongos fitopatógenos por medio de cuarentena vegetal no es clara. Este es un aspecto importante que afecta la investigación y el desarrollo de entomopatógenos.

Dos o tres cepas de *Metarhizium flavoviride* han mostrado efectos adversos en estudios de toxicología pulmonar. La mayoría de las cepas son seguras; sin embargo se recomienda establecer mecanismos para evaluar aspectos de seguridad antes de su producción en masa o uso rutinario.

Los microorganismos contaminantes en preparaciones de conidias entomopatógenas podrían presentar un riesgo para la salud. Deben desarrollarse estándares de control de calidad y sistemas de apoyo técnico para los productores de estos hongos con el fin de asegurar la calidad de los mismos.

## Recomendaciones

1. Compilar una lista de agencias reguladoras incluyendo agencias de plaguicidas, fitoprotección y cuarentena para ser distribuida a investigadores y productores.
2. Realizar una conferencia o taller con un enfoque sobre seguridad y regulaciones, como parte de una conferencia o congreso sobre el control biológico. La conferencia debe reunir a reguladores, científicos, productores y usuarios de este tipo de hongos.
3. Una institución agrícola existente (por ejemplo CATIE, CIAT) debería ser financiada para que revise las regulaciones existentes en cada país, recopile la información disponible sobre protocolos de evaluación y ofrezca recomendaciones específicas. Deben revisarse también el estado de las regulaciones de la FAO y su aplicabilidad a América Latina.
4. Se debe establecer un programa que realice estudios de toxicología pulmonar de las cepas que están siendo producidas en masa.
5. Los investigadores y productores deben trabajar en el desarrollo de regulaciones apropiadas y ofrecer el apoyo técnico para realizar pruebas de seguridad, control de calidad e intercambio de cepas entre los países.

## B. INTEGRACION DEL CONTROL BIOLÓGICO EN LOS SISTEMAS MIP

### Recomendaciones

1. Se debe introducir el control biológico dentro de un enfoque de sistemas de cultivo. Igual que para otras tácticas nuevas de manejo de plagas, la introducción de tecnologías para el control biológico puede tener más éxito si se presentan a los usuarios dentro del contexto del sistema total del MIP ó el sistema de finca. Idealmente, el control biológico sería desarrollado, evaluado, modificado y refinado como uno de los aspectos que contribuyen a lograr un mejor desempeño de sistemas de producción más

sostenibles; y preferiblemente debe haber una participación importante por parte del agricultor. Es menos probable, que las herramientas para el control biológico sean bien utilizadas si éstas son introducidas simplemente como sustitutos de los plaguicidas sintéticos actuales, sin referencia a la situación cultivo-plaga; porque éstos requieren un enfoque de uso diferente y una actitud diferente para evaluar su desempeño.

2. Las estrategias para dar a conocer el control biológico, y la investigación necesaria para facilitar su implementación práctica, deben ser variadas para enfrentar efectivamente cada situación de plagas. Se requiere una estrategia diferente en cada uno de los escenarios de plagas identificados por la comisión de trabajo.

3. La comisión identificó las estrategias consideradas como las más promisorias para cada escenario de plagas, e identificó las áreas de investigación prioritarias que deben ser cubiertas para lograr una implementación práctica del control biológico en cada una:

*Escenario de Plagas 1:* Bajas poblaciones de adultos que actúan como vectores de virus.

**Estrategia de Integración de control Biológico:**  
Control de adultos y reducción de la exposición del cultivo a la población remanente:

- Repeler los adultos del cultivo
- Atraer los adultos al cultivo trampa
- Matar a los adultos en los cultivos trampa con insecticidas fungosos

**Necesidades de Investigación:**

- Pruebas de repelentes/atrayentes
- Pruebas de repelentes/cultivos trampa
- Pruebas de arreglos espaciales para cultivos y siembras asociados
- Desarrollo de hongos entomopatógenos que puedan matar a los adultos

- Sinergismo de hongos entomopatógenos con dosis sub-letales de insecticidas

**Potencial de Biocontrol:** Medio

Escenario de Plagas 2: Daño directo a cultivos por ninfas, con inmigraciones masivas de adultos (p.e. frijol de soya y algodón).

**Estrategia de Integración:** Énfasis en el manejo de poblaciones del área afectada.

- Reducir la inmigración al cultivo de interés, reduciendo las grandes poblaciones de mosca blanca en el área, para permitir que el control dentro del cultivo funcione adecuadamente.
- Maximizar el control biológico natural en la zona por medio de programas MIP, con el propósito de reducir el uso de plaguicidas en los cultivos hospedantes.
- Coordinación de distancias entre cultivos y rotaciones.

**Necesidades de Investigación:**

- Pruebas en una área modelo (demostrativa)
- Desarrollar métodos de aplicación de plaguicidas microbiales que permitan la aplicación del envez de las hojas para el control de ninfas
- Micopesticidas combinados con dosis subletales de insecticidas.

**Potencial de Biocontrol:** Medio

Escenario de Plagas 3: Daño directo por ninfas y/o adultos sin inmigración masiva o transmisión de virus.

**Estrategia de Integración:** Énfasis en el manejo de poblaciones de cultivos de interés (reducir el umbral de población a niveles bajos).

- En la medida de lo posible, el control biológico debe ser ajustado para integrarlo a las tácticas utilizadas actualmente en otros problemas fitosanitarios.

**Necesidades de Investigación:**

- Investigación en cultivos específicos con énfasis en la compatibilidad de plaguicidas entomopatógenos con el uso de plaguicidas sintéticos.
- Desarrollo y prueba de plaguicidas entomopatógenos
- Otras áreas como las del Escenario 1.

**Potencial de Control biológico:** Alta

Escenario de Plagas 4: Combinación de adultos como vectores de virus, daño directo por ninfas y adultos, e inmigración masiva.

**Estrategia de Integración:** La prioridad es el manejo de vectores de virus; como segunda prioridad se consideran los aspectos incluidos en el Escenario 2.

**Necesidades de Investigación:**

- Igual que todas las anteriores

**Potencial de Biocontrol:** Bajo

### C. ASPECTOS ECOLOGICOS DE LA MOSCA BLANCA Y DE LOS ORGANISMOS DE CONTROL BIOLÓGICO

Se identificaron los tres principales tipos de estudios, que se están llevando a cabo actualmente:

1. Dinámica de poblaciones en plantas hospedantes y control biológico en cultivo. Algunos estudios que se están realizando permiten evaluar aspectos como captura por medio de trampas, dinámica de poblaciones y tasas reales de control biológico por parásitos y patógenos, como las siguientes:

Sur de Texas, EE.UU: David Riley (varios cultivos)

Sinaloa, México: Marco S. Alarcón (tomate)

Honduras: Ron Cave (frijol)

Nicaragua :Falguni Guharay (varios cultivos y malezas hospederas)

Colombia: César Cardona (frijol)

**Recomendación.** Se recomienda que se adopte un sistema analítico común, que permita un mejor entendimiento de los principios ecológicos generales que sustentan el comportamiento de las plagas, los organismos de control biológico y sus interacciones. Esto es necesario para entender la importancia de la variación local, en contraste con interacciones ecológicas que son generalmente aplicables a casos particulares.

2. El éxito logrado en mosca blanca y sus agentes de control y su relación con plantas hospedantes. Algunos estudios en progreso sobre mosca blanca y el éxito del control biológico a nivel de planta hospedante son:

Sur de Texas, EE.UU: David Riley

Nicaragua :Falguni Guharay/  
Sally Gladstone

**Recomendación.** Es recomendable que en estos estudios se adopten métodos estándar, que permitan hacer comparaciones del éxito obtenido en el control biológico de mosca blanca por medio de organismos, en los diferentes nichos ecológicos.

3. Estudios de modelación del comportamiento de agentes de control biológico, especialmente patógenos, en diferentes regiones agro-climáticas. Se identificó un estudio en progreso:

México: Raquel Alatorre

**Recomendación.** Se recomienda que se realicen estudios similares en otros países. La estandarización de los métodos nos ayudarían a comparar los resultados logrados en diferentes países.

## D. TRANSFERENCIA DEL CONTROL BIOLÓGICO A LOS AGRICULTORES: ASPECTOS SOCIOLOGICOS, ECONOMICOS Y POLITICOS

### Introducción.

El objetivo final de la investigación en control biológico es que los agricultores incorporen este en sus sistemas de cultivo. A la fecha, la mayoría de la investigación en este campo ha sido enfocada a obtener organismos de control biológico efectivos. Igual atención se requiere para determinar cuál es la mejor forma para producir y hacer llegar estos organismos a los agricultores.

Los organismos de control biológico podrían ser producidos por los agricultores, en instalaciones locales pertenecientes a cooperativas de agricultores o compañías privadas, o en instalaciones regionales más grandes pertenecientes a compañías privadas o gubernamentales. Cada opción tiene ventajas y desventajas. En particular, en instalaciones locales pequeñas probablemente se podría producir organismos de control biológico para cultivos locales, y podrían proporcionar una mejor asistencia técnica a los agricultores. Las desventajas de las instalaciones pequeñas, es la dificultad para asegurar el control de calidad, especialmente asegurar que no tienen contaminantes dañinos.

La presión que ejerce la apertura de mercados puede determinar la importancia de las diferentes opciones de producción y distribución de organismos de control biológico. Sin embargo, los biólogos y los científicos sociales deben ofrecer recomendaciones sobre las ventajas y desventajas de cada opción, y deben hacer esfuerzos para eliminar las barreras técnicas y socioeconómicas para cada una.

### Recomendaciones

Se requiere investigación multidisciplinaria sobre los siguientes aspectos:

1. Caracterización técnica y socioeconómica de los diferentes modelos de producción y distribución de entomopatógenos. Algunos aspectos que pueden variar dependiendo de quienes se encargen de la producción y distribución son: si ésta es llevada a cabo por agricultores individuales, organizaciones de agricultores, compañías privadas locales, compañías locales o extranjeras más grandes o instancias gubernamentales; esto también incluye la disponibilidad de organismos para la mayoría de los cultivos locales, la posibilidad de comprar organismos de control biológico para grupos de usuarios, la verificación de la eficacia; verificación de criterios de seguridad; el potencial de generar empleo rural, las necesidades de intercambio con otros países, economías de escala y costos de transporte. Además se debe poner especial atención en la búsqueda de métodos que permitan asegurar la eficacia y seguridad de las instalaciones de producción de estos organismos a pequeña escala. Se recomienda que se haga una evaluación multidisciplinaria de la industria de control biológico existente (incluyendo Colombia, México, y Cuba). Esta evaluación debe incluir un taller regional para fomentar la cooperación regional sobre seguridad y pruebas de efectividad.

2. Las regulaciones que rigen la importación y exportación de organismos de control biológico en América Latina. Los aspectos que requieren ser estudiados son: ¿Cuáles son las implicaciones económicas y sociológicas de las regulaciones, por ejemplo, inhiben éstas la comercialización de organismos de control biológico?, ¿Deben aceptar todos los países Centroamericanos el registro de organismos de control biológico de un país?

3. La implicación de los derechos de patentar organismos de control biológico. ¿A quién pertenecen o quién se beneficia de los derechos de patentar un organismo de control biológico? (el instituto que lo aisló y desarrolló, el gobierno del país donde éste fue descubierto, el dueño de la tierra donde éste fue encontrado). ¿Cuáles son las implicaciones sociales y económicas de asignar los derechos del uso de un organismo de control biológico (por ejemplo, el costo de oportunidad requerido si cada compañía tiene que aislar sus propias cepas)?

4. Para cubrir los aspectos 2 y 3, es recomendable que se realice una conferencia regional que reúna a los encargados de establecer las regulaciones gubernamentales, expertos en control biológico, agricultores y empresarios. La conferencia generaría recomendaciones sobre los derechos de propiedad y traslado de organismos de control biológico, que serían sometidos a consideración en foros existentes, con el fin de discutir los aspectos relacionados al desarrollo de políticas sobre derechos de propiedad intelectual para la región.

## E. TAXONOMIA Y DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LOS ORGANISMOS DE CONTROL BIOLÓGICO

### Introducción

Se conocen cuatro géneros de parasitoides primarios de *Bemisia tabaci*, tres de estos incluyen especies que frecuentemente atacan esta plaga en Mesoamérica, Colombia y el Caribe. Estos tres géneros son *Encarsia*, *Eretmocerus* y *Amitus*. Las especies de *Encarsia* que atacan *B. tabaci* son las que más se conocen (sin embargo, no totalmente). Debido al estado del estudio taxonómico de *Eretmocerus* y *Amitus* es imposible todavía identificar los especímenes criados en *B. tabaci*. En Texas, en la Universidad A&M, se está estudiando la taxonomía de *Eretmocerus*. Aunque la taxonomía de los depredadores de *B. tabaci* es bastante conocida, sólo se han reportado observaciones casuales en la literatura.

La situación en el estudio taxonómico de los hongos entomopatógenos utilizados comúnmente, incluyendo aquellos que infectan a *B. tabaci*, no está totalmente terminada o clara. Muchos aislamientos están siendo probados en diferentes laboratorios regionales, pero se conoce poco sobre cómo varían estos aislamientos en diferentes cepas y especies tanto geográfica y ecológicamente. Los métodos moleculares tales como marcadores genéticos no han estado disponibles en muchos lugares de Mesoamérica y Colombia para su utilización en la investigación de los problemas taxonómicos e identificación de especies y cepas. Sin embargo, ahora hay más laboratorios en América Latina

que dan estos servicios. No obstante, estas técnicas en su mayoría son utilizadas para estimar las relaciones genéticas entre cepas y biotipos muy poco para predecir virulencia.

Además de la taxonomía de los enemigos naturales, la distribución geográfica en la región, la abundancia en diferentes ambientes y los sistemas de cultivo y las relaciones con plantas hospedantes silvestres así como las cultivadas son poco conocidas. La taxonomía, distribución y biología son aspectos fundamentales para realizar estudios ecológicos, evaluaciones del impacto que tienen las prácticas agronómicas en los enemigos naturales, y en la planificación, ejecución y del posible traslado dentro y fuera de la región de los enemigos naturales.

### Recomendaciones

1. Debido a que *B. tabaci* es un problema regional, se requiere información regional (vs datos locales) sobre el control biológico que se está realizando con el fin de entender mejor y de utilizar los enemigos naturales de *B. tabaci*, así como de evaluar el impacto regional de los métodos de control y manejo de esta plaga.
2. Con el objetivo de resolver los problemas taxonómicos y de distribución se debe realizar investigación en las siguientes áreas:
  - a) Revisión taxonómica del género *Amitus* en el hemisferio oeste.
  - b) **Taxonomía bioquímica** y estudios de características genéticas de especies y cepas aisladas de *Paecilomyces* y *Beauveria* que atacan a *Bemisia* en América Central.
  - c) Muestreos intensivos y observaciones realizadas en toda la región, así como identificación de estas por parte de expertos con el fin de realizar un inventario completo de los parasitoides, depredadores y patógenos de *B. tabaci*.
  - d) Caracterización genética de cepas, biotipos y ecotipos de parasitoides de *B. tabaci*.
  - e) Mapeos (por medio de sistemas de información geográfica) de especies de enemigos

naturales y distribución de las cepas en relación a aspectos ecológicos, climáticos y sistemas de cultivos.

- f) Crear un centro regional especializado encargado de proporcionar identificaciones autorizadas y características genéticas a los técnicos regionales; así como también coleccionar y distribuir información del mapeo realizado por medio del SIG.

## F. ANALISIS COSTO-BENEFICIO DEL CONTROL BIOLÓGICO

### Situación actual y recomendaciones generales

Una consideración importante para realizar control biológico de mosca blanca es la efectividad del organismo de control en términos del incremento del retorno neto de la producción del cultivo. El análisis costo-beneficio de los organismos de control biológico pueden diferir mucho de los agentes de control químico, porque con el control biológico se buscan beneficios a largo plazo más que a corto plazo. Una premisa básica para el manejo de plagas con énfasis en control biológico es que este enfoque conduce a un programa de manejo estable y reduce los riesgos a largo plazo para la producción de cultivos. En comparación, la dependencia total de plaguicidas sintéticos puede ocasionar que se de resistencia a los químicos y fluctuaciones en las poblaciones de las plagas más severas, incrementando así los riesgos a largo plazo en la producción de cultivos. Se debe tomar en consideración nuevos factores cuando se evalúa el beneficio del control biológico, en lugar de utilizar el análisis tradicional de presupuesto parcial que se usa para evaluar los beneficios de un insecticida. Además, los aspectos de mercadeo pueden tener mayor impacto cuando se usa el control biológico en la producción comercial de un cultivo, desde la adquisición oportuna de los organismos de control biológico hasta el efecto en el precio de mercado de la fruta cosechada si hay rastros de la plaga en el producto. Los técnicos en manejo integrado de plagas, economistas, y especialistas en control biológico deben realizar en forma conjunta ensayos de

validación comercial de estrategias de manejo de plagas que tienen su énfasis en control biológico, con el fin de asegurar el éxito de este tipo de investigación.

### **Recomendación específica**

Se debe escribir un artículo que incluya la información sobre pérdidas económicas causadas por mosca blanca con el fin de estimar los costos y beneficios.

## **G. BIOANÁLISIS DE LABORATORIO Y ENSAYOS DE CAMPO CON ORGANISMOS DE CONTROL BIOLÓGICO**

### **Introducción**

En la investigación que se está realizando sobre entomopatógenos para mosca blanca se utilizan varios métodos de bioanálisis con el fin de medir la respuesta de la mosca blanca. Sin embargo estos métodos tienen márgenes de confiabilidad variada y por tanto ocasiona serios problemas cuando se comparan los resultados obtenidos por los diferentes grupos de investigación.

Las pruebas de efectividad en el campo y el desarrollo de tecnologías óptimas para la liberación y aplicación, son fundamentales para el desarrollo de cualquier organismo biológico, para aplicaciones de control aumentativo, y por lo tanto son elementos críticos a considerar cuando se establecen cooperación internacional.

### **Recomendaciones**

Excepto cuando sea necesario para lograr los objetivos de investigación, la comisión recomienda que:

1. Se deben adoptar protocolos estándar de investigación y análisis de datos para bioanálisis de laboratorio y pruebas en el campo con hongos entomopatógenos.

Existe un amplio consenso de que la estandarización de los protocolos para bioanálisis

de laboratorio y, hasta donde sea posible, protocolos para ensayos de campo, facilitará significativamente las colaboraciones internacionales identificando campos comunes para la comunicación e interpretación de los resultados de investigación. Se identificaron las siguientes áreas de acción:

- a) Establecer una guía para la selección de parásitos y depredadores de mosca blanca así como para identificar cepas o especies con buen potencial para el control biológico en cultivos de interés (incluyendo la identificación de parámetros claves para la predicción de efectividad en el campo).
- b) Establecer protocolos estándar para la selección en el laboratorio de entomopatógenos para mosca blanca (incluyendo la designación de preparaciones estándar para bioanálisis y el establecimiento de procedimientos de control de calidad para la preparación, almacenamiento y uso de éstas).
- c) Establecer protocolos estándar para pruebas de campo y laboratorio de entomopatógenos para organismos que no son los organismos "meta" (usando las consideraciones incluidas en las guías publicadas por la Organización Internacional para el Control Biológico (IOBC)).
- d) Establecer protocolos estándar para pruebas de campo y laboratorio para determinar los efectos de los agroquímicos sobre los hongos entomopatógenos (usando las consideraciones incluidas en las guías publicadas por la IOBC).
- e) Establecer una norma para realizar liberaciones aumentativas de parásitos, depredadores, y entomopatógenos y medir su impacto.
- f) Recomendar métodos estándar para el análisis e interpretación de los resultados de las pruebas de campo y laboratorio.

2. Establecer enlaces con otros países para promover una adecuada integración entre organismos potenciales de control con plagas

específicas y con los sistemas de cultivo (incluyendo productos microbiales o parásitos ofrecidos por instituciones gubernamentales o industrias privadas).

3. Proporcionar recomendaciones a las agencias reguladoras con el fin de facilitar el intercambio de organismos de control biológico entre países.

4. Establecer métodos estándar para la identificación de parásitos, depredadores, y patógenos producidos en masa, liberados o aplicados para el control biológico aumentativo de moscas blancas (se recomienda usar tanto las determinaciones morfológicas clásicas o las bioquímicas para la identificación de especies y la caracterización genética para diferenciación de las cepas o biotipos).

5. Fomentar las colaboraciones internacionales que permitan la realización de ensayos de campo diseñados específicamente para:

- a) Establecer el potencial de organismos como controladores biológicos bajo condiciones de cultivo comercial.
- b) Desarrollar metodologías óptimas de aplicación y liberación.
- c) Desarrollar tecnologías óptimas para la formulación de entomopatógenos.
- d) Certificar la eficacia de los productos para control microbial con el fin de registrarlos.
- e) Desarrollar estrategias para integrar los organismos de control biológico a los sistemas de manejo de plagas existentes. (especialmente su uso conjunto con insecticidas químicos cuando se producen brotes de la plaga).

## 2. Comisión de Trabajo sobre Escarabeidae

### Recomendaciones Generales

1. La investigación sobre entomopatógenos que se está realizando, debe dársele prioridad porque la naturaleza innovadora de que esta ofrece la convierte en la única oportunidad para desarrollar nuevas tácticas de control de los Escarabeidae. Los programas actuales y futuros deben enfatizar las siguientes áreas de investigación:

- a) Muestreos y evaluaciones de campo y laboratorio de las nuevas cepas entomopatógenas, con potencial para el control biológico de las principales especies que atacan los cultivos alimenticios, caña de azúcar y pastos, incluyendo:
  - i) hongos entomopatógenos (por su fácil producción, manejo y formulación);
  - ii) nemátodos entomopatógenos, virus y otros patógenos (por su potencial para convertirse en agentes de control biológico a largo plazo).
- b) Evaluación del potencial de cepas nativas de *Bacillus popilliae* como organismo de control microbial. En particular, la comisión manifestó su apoyo a las iniciativas del CATIE para la consecución de financiamiento, con el fin de desarrollar un proyecto regional para el estudio de este organismo en América tropical y subtropical. Para esto se identificaron las siguientes áreas claves:
  - i) infectividad y características patógenas (p.e. tasa de mortalidad, dosis letal media).
  - ii) la economía de producir inóculo a partir de cepas virulentas, utilizando métodos que mejoren la eficiencia de la crianza en masa de larvas.

c) Evaluación de cepas de hongos altamente virulentas, contra un rango amplio de especies de escarabajos plaga. Esta actividad debe iniciarse como un programa de bioanálisis en laboratorio realizados por programas cooperativos entre instituciones interesadas. En la medida de lo posible, se deben utilizar protocolos comunes para los bioanálisis.

2. Los institutos que están realizando investigación en organismos microbiales para control biológico, deben desarrollar una política para la eventual producción y distribución de estos organismos (p.e. por medio de una institución gubernamental, grupos u organizaciones de agricultores, compañías privadas), y fomentar la participación de los distribuidores en el proceso de investigación y desarrollo de este tipo de organismos.

3. Debe estimularse el intercambio de información sobre control biológico de los Escarabeidae entre investigadores, desarrolladores e implementadores de MIP en este tema, por medio de la creación de una red sobre escarabajos de importancia económica. Esta puede funcionar como "grupo de discusión" por medio de correo electrónico, coordinado por el CATIE, y eventualmente desarrollar un servicio disponible por medio de WWW. Los miembros que no tengan acceso a correo electrónico recibirán copias impresas del material, que sería un suplemento semestral llamado "Actualización sobre los Escarabeidae" y se publicaría como parte de la de la Revista "Manejo Integrado de Plagas".

Recientemente se ha comenzado a publicar el Boletín "Scarab Biocontrol News" que podría ser de interés para los participantes. Para mayor información escribir a:

jackson@agresearch.cri.nz  
Trevor Jackson  
AgReserch, P.O. Box 60  
Lincoln, Nueva Zelandia

4. Se debe preparar un borrador de una carta de entendimiento entre instituciones y centros de investigación, para el intercambio de microorganismos con propósitos de investigación. Esta tendrá la doble función de documentar adecuadamente los aspectos biológicos del

intercambio, y aclarar los aspectos de propiedad y derechos de comercialización de las cepas intercambiadas.

5. La comisión de trabajo sobre los Escarabeidae estuvo de acuerdo con las conclusiones de la comisión de trabajo sobre mosca blanca, en aspectos generales del control biológico.

6. Se recomendó que las personas que trabajan en control biológico deben considerar todo el contexto MIP y las implicaciones de su trabajo en la etapas iniciales, para usarlos como guía en la selección de opciones tecnológicas. Igualmente, se recomendó que los científicos que trabajan en el desarrollo e investigación de programas MIP analicen el potencial (oportunidades) del control biológico en sus programas.

Este documento fue preparado a partir de las colaboraciones escritas por: Steven Wraight Clifford Bradley, Sally Gladstone, Philip Shannon Falguni Guharay, Michael Zeiss, Ronald Cave David Riley y Tad Poprawski.

## LISTA DE PARTICIPANTES Y SUS INTERESES

### Estados Unidos

Randy Coleman  
USDA/ARS/SARL  
2301 S. Intr'n'l Blvd.  
Westaco, TX  
Tel.: (210) 969-4860  
Fax: (210) 969-4888  
Use of parasitoids

Stephen Wraight  
USDA/ARS/SARL  
2413 E. Hwy. 83  
Westaco, TX  
Tel.: (210) 969-4856  
Fax: (210) 969-4888  
E-mail: swraight@mail.tamu.edu  
Fungal pathogens, integration into pest control programs

David Riley  
Texas A & M University  
2415 E. Hwy. 83  
Weslaco, TX  
Tel.: (210) 968-5585  
Fax: (210) 968-0641  
E-mail: d-riley@tamu.edu  
Population dynamics, whitefly-plant  
interaction, economic  
thresholds, insecticide resistance

Clifford Bradley  
Mycotech Corp.  
529 E. Front  
P.O. Box 4109

Butte, MT  
Tel.: (406) 782-2386  
Fax: (406) 782-9912  
Fungal pathogens, commercial  
development

Katherine Mah  
Dept. of Biology  
University of Michigan  
Ann Arbor, MI 48109-1048  
Tel.: (313) 764-1446  
E-mail: kathy.mah@um.umich.cc.edu  
General

Tad Poprawski  
TAMU & USDA \ ARS  
2413 E. Hwy. 83  
Weslaco, TX  
Tel.: (210) 969-4873  
Fax: (210) 969-4888  
E-mail: tadp@pop.tamu.edu  
Fungal pathogens, interaction with  
other natural enemies,  
compatibility with pesticides, safety to  
non-target  
organisms

## Colombia

Anthony Bellotti  
CIAT  
A.A. 67-13  
Cali  
Tel.: (2) 445-0000  
Fax: (2) 445-0273  
E-mail: a.bellotti@cgnnet.com  
IPM of whiteflies in cassava

Lincoln Smith  
CIAT  
A.A. 67-13  
Cali  
Tel.: (2) 445-0373  
Fax: (2) 445-0273  
E-mail: l.smith@cgnnet.com  
General, currently working on BC of  
cassava mites and  
formerly on BC of stored product pests  
with muscoid flies

César Cardona  
CICAT  
A.A. 6713  
Cali  
Tel.: (2) 445-0275  
Fax: (2) 445-0273  
E-mail: c.cardona@cgnnet.com  
IPM on beans, action thresholds,  
economic returns of  
different management strategies

Andreas Galg  
CIAT  
A.A. 6713  
Cali  
Tel.: (2) 445-0662  
Fax: (2) 445-0273  
E-mail: ciat@cgnnet.com  
Whitegrub IPM

Luis Carlos Pardo L.  
Instituto Vallecaucano de  
Invest. Científicas  
Palmira Valle  
Tel.: 5566170 ó 5583466  
Fax: 558-3477  
General

## Panamá

Hernán Espinoza  
Chiquita Brands Int.  
Bocas Division  
Apdo. 87-1733  
Panama 7, Panama  
Tel.: 758-8431  
Fax: 758-8609

## Costa Rica

Carlos E. Sáenz  
DIECA  
Bo. Turnón  
San José  
Tel.: 221-0252  
Fax: 223-0839  
Biocontrol in sugarcane

Alejandro Rodríguez  
DIECA  
Sta. Gertrudis Sur  
Grecia, Alajuela  
Tel.: 444-6943  
Fax: 494-4451

Luko Hilje  
CATIE  
Turrialba 7170  
Tel.: 556-1632  
Fax: 556-0606  
E-mail: lhilje@catie.ac.cr  
Whitefly IPM, cover crops, crop  
associations, cultural  
controls

Manuel Carballo  
CATIE  
Turrialba 7170  
Tel.: 556-1632  
Fax: 556-0606  
E-mail: mcarball@catie.ac.cr

Philip Shannon  
CATIE  
Turrialba 7170  
Tel.: 556-1632  
Fax: 556-0606  
E-mail: pshannon@catie.ac.cr  
Microbial control of whitefly,  
whitegrubs

Francois Herrera  
Estudiante de Posgrado  
CATIE  
Turrialba 7170  
Tel.: 556-1632  
Fax: 556-0606  
Entomopathogens and fungi of  
whiteflies

## Nicaragua

Sally Gladstone  
UNAN-León  
León  
Tel.: (311) 6961  
Cultural controls, natural enemies  
especially  
parasitism/prdation

Falguni Guharay  
Proyecto CATIE-INTA/MIP  
Apdo. P-116  
Managua  
Tel.: (2) 657-114  
Fax: (2) 657-114  
E-mail: catienic@nicarao.apc.org  
Ecology of natural control agents,  
direct suppression by  
pathogens, efficacy of BC agents and  
effect of the cropping  
system

Carmen Marina Rizo  
Lab. de Control Biológico  
UNAN-León  
León  
Tel.: (311) 6961  
Fax: (311) 4604  
Production and field use of  
entomopathogens

Luisa de Lugo  
UNAN-León  
León  
Tel.: (311) 2917  
Fax: (311) 5057  
Biological control

## Honduras

Michael Zeiss  
Escuela Agrícola Panamericana  
Apdo. 93  
Tegucigalpa  
Tel.: 76-6140  
Fax: 76-6242  
E-mail:  
zeiss%eapdpv%sdnhon@sdnhq.undp.org  
Farmer field testing of whitefly IPM,  
lab/greenhouse testing  
of BC agents, PCR analysis of weed  
host for determining the  
presence of geminivirus

Ronald D. Cave  
Escuela Agrícola Panamericana  
Apdo. 93  
Tegucigalpa  
Tel.: 76-6140  
Fax: 76-6242  
E-mail:  
cave%eapdpv%sdnhon@sdnhq.undp.org  
Parasitoid ecology, weed  
management for enhancing  
parasitoids and predators, parasitoid  
mass rearing

## México

Sergio Sánchez Peña  
Univ. Autónoma Antión Narro  
Depto. Parasitología  
Buenavista, Saltillo  
Tel.: (84) 173-022  
Fungal pathogens, physical control,  
cultural control

Enrique Garza González  
Centro Nacional de Control Biológico  
Andador #16 No. 296  
Tecomán, Col.  
Tel.: (332) 4-07-45  
Fax: (332) 4-27-73  
Use of entomopathogens, especially  
fungus

Marco Saúl Alarcón  
Campbells R & D  
Carretera Internacional Km. 149+284  
Apdo. postal 185  
Guasave, Sinaloa  
Tel.: (687) 2-84-04  
Fax: (687) 2-87-55  
Integration of biocontrol into IPM  
programs, conflicts  
between tactics (eg. fungicides and  
entomopathogens),  
whitefly biocontrol's effect on other  
pest populations,  
grower development of biocontrol  
Raquel Alatorre Rosas  
Colegio de Postgraduados  
Instituto de Fitosanidad  
Montecillo, México  
Tel.: (595) 53007  
Fax: (595) 53007  
Entomopathogens, interaction with  
other natural enemies, IPM

Luis Rodríguez del Bosque  
INIFAP  
Apdo. postal 172  
Río Bravo, Tamps. 88900  
Tel.: (893) 40745  
Fax: (893) 46020  
Use of parasitoids