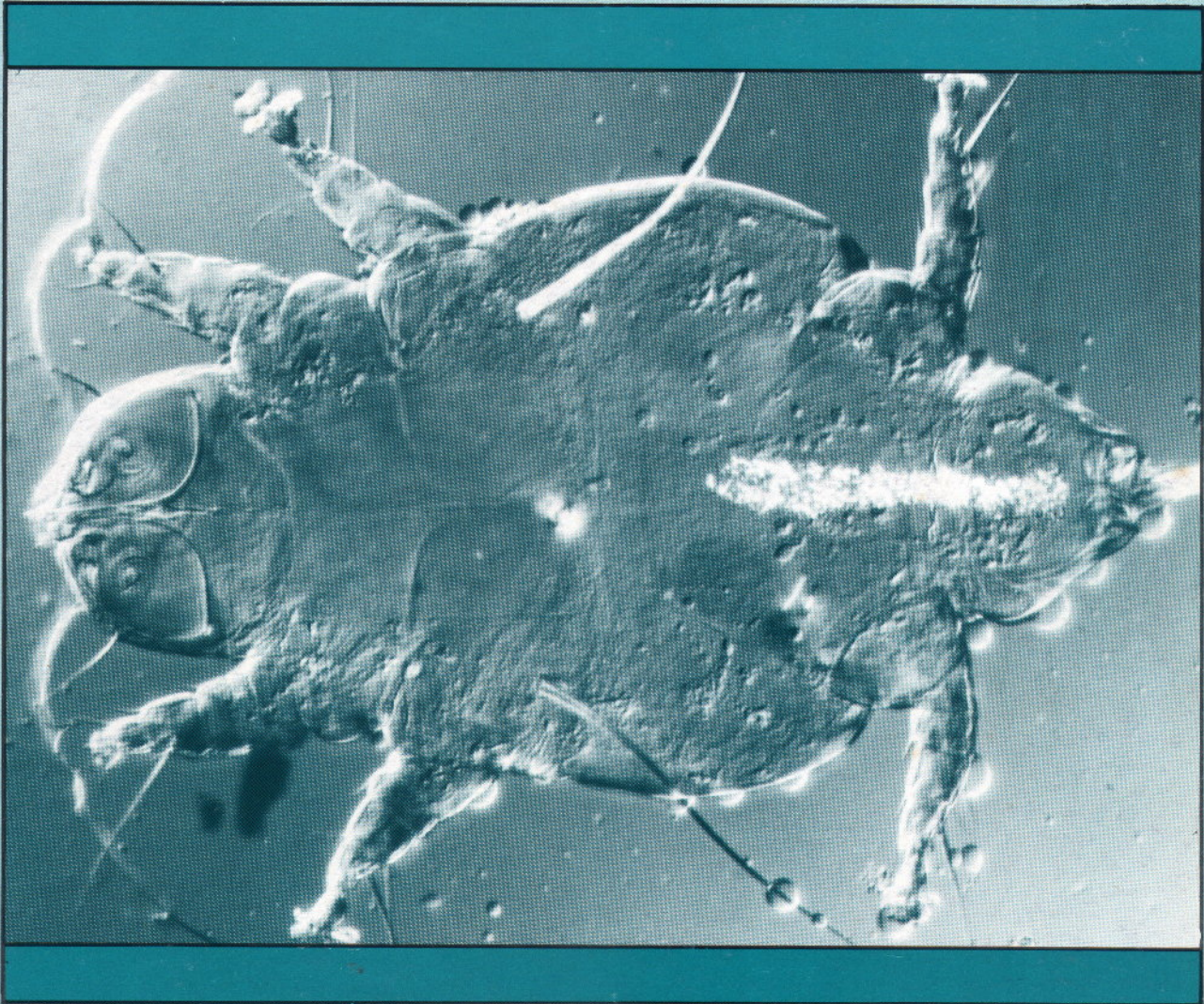


# MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

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

Marzo, 1995

No. 35



Fotomicrografía de la larva de *Rhynchopolipus rhynchophori* (Ewing), con el sistema Nomarski. Aspecto dorsal. (Pág. 28).

Programa  
Agricultura Tropical Sostenible.



Centro Agronómico  
Tropical de Investigación y Enseñanza

Turrialba, Costa Rica

## "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:

Fundación: Orlando Arboleda  
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:

**Orlando Arboleda-Sepúlveda**  
Centro de Información y Comunicación en Fitoprotección  
CATIE. Área de Fitoprotección.  
7170 Turrialba, **Costa Rica**  
EMail: cicmip@catie.ac.cr

# Manejo Integrado de Plagas

Marzo, 1995

No. 35

## CONTENIDO

	Pág.
<b>INFORMES DE INVESTIGACION</b>	
Efecto de coberturas al suelo sobre la abundancia de <i>Bemisia tabaci</i> y la incidencia de virosis en tomate .....	1-10
Jorge Blanco, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica Luko Hilje, CATIE, Turrialba, Costa Rica	
Periodos de adquisición, latencia y transmisión de un geminivirus en tomate, por la mosca blanca <i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius) en Costa Rica .....	11-13
Fanny Bonilla S., Paraiso, Cartago, Costa Rica	
<b>ENSAYOS Y NOTAS TECNICAS</b>	
Evaluación de aislados de <i>Beauveria bassiana</i> (Bals.) Vuill. para el control de <i>Plutella xylostella</i> (L.) Lepidoptera: Iponomeutidae) .....	14-18
Gregorio Fuentes R., NIRENIM, San Carlos, Costa Rica Manuel Carballo, CATIE, Turrialba, Costa Rica	
Tamaño y arreglo de la muestra para estudios epidemiológicos de las principales enfermedades foliares del café ( <i>Coffea arabica</i> L.) en Nicaragua .....	19-24
Ramón Mendoza, CONCAFE, CATIE-MAG/MIP, Managua, Nicaragua David Monterroso, CATIE-MAG/MIP, Managua, Nicaragua Yanet Gutiérrez, UNA, Managua, Nicaragua	
<i>Rhynchopolipus rhynchophori</i> (Ewing) nuevo representante de la acarofauna costarricense (Acari: Podapolipidae) .....	25-28
Ronald Ochoa, Brigham Young University, Utah, U.S.A. Carlos Vargas, CATIE, Turrialba, Costa Rica Piotr Naskrecki, University of Connecticut, Connecticut, U.S.A. Robert W. Husband, Adrian College, Michigan, U.S.A.	
<b>DIAGNOSTICOS Y ESTUDIOS SOCIOECONOMICOS</b>	
Incidencia de <i>Alternaria</i> sp. y tallo hueco en dieciséis cultivares de brócoli ( <i>Brassica oleracea</i> ) var. itálica en San Pablo de Oreamuno, Cartago, Costa Rica .....	29-32
José E. Monge Guevara, Jorge Bolaños, Harold Pacheco, MAG, San José, Costa Rica	
Manejo integrado de la chinche café del sorgo ( <i>Oebalus mexicana</i> ) en el Bajío, México .....	33-39
Fernando Galván, Antonio Marín, Diana E. Eustos, Rogelio Terrones, Carlos Mejía, Rafael Bujanos, Francisco Pérez, Keir F. Byrly, Campo Experimental Bajío, Celaya, México	
<b>FORO</b>	
Influencia de la biotecnología en el manejo integrado de plagas de los cultivos tropicales .....	40-45
Luis Sequeira, Universidad de Wisconsin, Wisconsin, U.S.A.	
<b>REVISION BIBLIOGRAFICA</b>	
Aspectos bioecológicos de <i>Bemisia tabaci</i> en Mesamérica .....	46-54
Luko Hilje, CATIE, Turrialba, Costa Rica	

Programa  
Agricultura Tropical Sostenible



Turrialba, Costa Rica

Centro Agronómico  
Tropical de Investigación y Enseñanza

# EFFECTO DE COBERTURAS AL SUELO SOBRE LA ABUNDANCIA DE *Bemisia tabaci* Y LA INCIDENCIA DE VIROSIS EN TOMATE\*

Jorge Blanco\*\*

Luko Hilje\*\*\*

## ABSTRACT

The effect of soil covers on the abundance of *B. tabaci* adults and delay of virosis in transplant tomatoes was evaluated, in Turrialba, Costa Rica. Thirty-day old seedlings from trays protected by a fine net were used. The treatments were: silver plastic, dark green plastic, spontaneous weeds, "mucuna" (*Stylobium deeringianum*), "cinquillo" (*Drymaria cordata*) and a control (bare soil). They were removed 30 days after transplant. No insecticides were used. All covers, except green plastic, reduced adult abundance and delayed the incidence of virosis, with respect to the control.

## RESUMEN

Se evaluó el efecto de coberturas sobre la abundancia de adultos de *B. tabaci* y el retraso de virosis en tomate de trasplante. El almácigo se hizo por 30 días, en bandejas cubiertas con malla fina. Los tratamientos fueron: plásticos (plateado y verde oscuro), malezas espontáneas, mucuna (*Stylobium deeringianum*), cinquillo (*Drymaria cordata*) y testigo (suelo desnudo). Se retiraron a 30 días después del trasplante. No se aplicaron insecticidas. Todas las coberturas, excepto el plástico verde, disminuyeron la abundancia de adultos y la incidencia de virosis, con respecto al testigo.

## INTRODUCCION

La mosca blanca, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) ha provocado pérdidas cuantiosas en América Central, al afectar varios cultivos alimenticios y textiles (Hilje y Arboleda 1993). En Costa Rica, su principal daño en tomate es causado por la transmisión de geminivirus que reducen severamente la cantidad y tamaño de los frutos.

Su combate con insecticidas es ineficaz, ya que unos pocos adultos diseminan rápidamente el virus en toda la plantación (Hilje 1993). Por tanto, el manejo de la enfermedad debe fundamentarse en evitar el contacto entre el vector y la planta, especialmente mediante prácticas agrícolas durante los primeros 60 días del cultivo (Hilje 1993), que es el período crítico del cultivo al geminivirus (Acuña 1993, Franke *et al.* 1983).

Recibido: 23/03/95. Aprobado: 25/04/95

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

\*\*Universidad Nacional, Escuela de Ciencias Ambientales, Heredia, Costa Rica.

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

Para los primeros 30 días, se ha tenido éxito estableciendo almácigos cubiertos con mallas finas, en recipientes que eviten el estrés del trasplante (Cubillo *et al.* 1994, Quirós *et al.* 1994, Rivas *et al.* 1994). En el campo, una opción es utilizar coberturas al suelo, que dificulten al insecto la localización de las plantas de tomate, reduciendo su número en el cultivo y retrasando así la virosis (Amador y Hilje 1993, Calderón *et al.* 1994). El objetivo de este experimento fue evaluar el efecto de dos coberturas inertes y tres vivas, sobre la abundancia de *B. tabaci* y la expresión de virosis, en el tomate.

## MATERIALES Y METODOS

Se trabajó entre marzo y agosto de 1994, en San Ramón de Turrialba, Cartago, Costa Rica; zona en bosque lluvioso premontano (Tosi 1969), a 840 msnm, con valores promedio anuales de 21°C, 2763 mm y 87% HR.

Se sembró por trasplante la var. Hayslip (Dessert Seeds, EE.UU.), en bandejas plásticas Tray Masters No. 72 (V-J Growers, Florida), cubiertas con la malla Agronet-S (Kayserberg, Alemania). Se empleó una mezcla de suelo esterilizado, granza de arroz y abono orgánico Bocashi (Shuichi Okumoto 1994, CATIE, com. pers.) en proporción 10:2:1, respectivamente, agregando 20 g de Osmocote (14-14-14, de liberación lenta) por kg de mezcla. Desde la germinación se aplicó semanalmente el fungicida mancozeb. A los 15 días después de la siembra (dds), se raleó a una planta por compartimento. Se trasplantaron a los 30 dds, cuando medían 25 cm y tenían en promedio cuatro hojas completamente desarrolladas.

Se utilizó una parcela comercial con café recién podado, en hileras distanciadas a 1.6 m. Se sembró chile dulce (*Capsicum annum*) a los 30 días antes del trasplante (dat) alrededor de la parcela y entre los bloques, para aumentar la población de *B. tabaci* en el área y asegurar su presencia durante el experimento.

Al trasplantar el tomate se aplicó fertilizante 10-30-10 al suelo, repitiendo cada dos semanas durante el experimento. No se realizó aporque. Hasta la fructificación se aplicaron los fungicidas metalaxyl

(Ridomil) y oxadixyl (Sandofan) dos veces por semana, alternadamente; al aparecer los frutos se incluyó el fungicida fosetyl aluminio (Alliette) y el insecticida biológico *Bacillus thuringiensis* (Javelin) para gusanos del fruto.

Aproximadamente a los 30 días después del trasplante (ddt) la marchitez bacterial (*Pseudomonas solanacearum*) apareció en la plantación, por lo que se aplicó, infructuosamente, estreptomina y extracto de cítricos (Kilol), uno cada semana.

Se evaluaron los tratamientos: plástico coextruido plateado/negro (PP), plástico verde oscuro (PV), malezas espontáneas (ME), mucuna (*Stylobium deeringianum*) (MU), cinquillo (*Drymaria cordata*) (DC) y el testigo (suelo descubierto) (TT).

El plástico plateado, especial para cubrir suelos agrícolas (Olefinas S.A., Guatemala), medía 1.4 m de ancho y 1.25 milésimas de pulgada de grosor. El plástico verde era un mantenido entretelado de 1.4 m de ancho, utilizado para cubrir camiones de carga (Almacén Barguil S.A., Costa Rica). Ambos se colocaron a los 7 ddt en camas hechas entre las hileras del cafeto. Se les hicieron orificios de 20 cm de diámetro, cada 20 cm, en el centro de la cama.

La mucuna y el cinquillo se sembraron por semilla a los 30 ddt, pero el segundo después se sembró vegetativamente, dado su lento crecimiento. Se estimuló su desarrollo impidiendo manualmente el establecimiento de otro tipo de hierbas. El tratamiento de malezas espontáneas consistió en permitir el crecimiento de las plantas que brotaron en forma natural, desde los 30 ddt. El crecimiento se reguló con deshierbas parciales, manteniéndolas a una altura inferior o igual al cultivo de tomate, el cual se mantuvo sin malezas, con un área basal de 20 cm de diámetro. Las coberturas se retiraron a los 29 ddt, los plásticos manualmente y las vivas, con el herbicida paraquat.

Se estableció un diseño experimental en bloques completamente al azar, con cuatro repeticiones. La unidad experimental de 13x10 m tuvo ocho surcos distanciados 1.6 m entre sí y 0.4 m entre plantas; cada repetición separada por 8 m. Se hicieron las observaciones en una parcela útil dentro de cada unidad experimental, constituida por los cuatro surcos centrales, excluyendo cinco plantas en los extremos.

Se evaluó la abundancia de adultos de *B. tabaci* y la incidencia de virosis. La primera se estimó semanalmente en la hoja "clave" (primera hoja completamente desplegada,

desde arriba), en diez plantas escogidas al azar dentro de la parcela útil. La segunda se determinó semanalmente en forma visual, registrando el número de plantas sintomáticas (con hojas pequeñas, coriáceas y con mosaico amarillo) en cada unidad experimental. La bacteriosis que afectó al cultivo impidió analizar el rendimiento. Se realizó un análisis de parcelas divididas en el tiempo, prueba de Tukey y contrastes ortogonales. Se calculó la tasa media de infección ( $T_{50}$ ) (Ioannou e Iordanou 1985).

Se recolectaron 40 muestras de hojas con síntomas de virosis, por tratamiento (10 por bloque). El geminivirus se identificó *in vitro* una vez mediante la hibridación de ácidos nucleicos en el Laboratorio de Biotecnología del CATIE (Rivas y Lastra 1994).

## RESULTADOS

**Abundancia de adultos de *B. tabaci*.** El número promedio durante los recuentos fue bajo, alcanzando un máximo de 1.57 adultos (Fig. 1). La cifra más alta fue de siete adultos en la hoja clave, en el tratamiento de ME a los 49 ddt. Las coberturas tuvieron menos insectos que el testigo hasta los 35 ddt, con excepción del PV, que lo superó a los 21 ddt. Posteriormente, la abundancia disminuyó en el testigo, resultando menor que en las coberturas. En ME hubo un aumento progresivo, superior a todos los tratamientos (Fig. 1).

CUADRO 1. Número promedio de adultos de *B. tabaci* en tomate, según los días después del trasplante. Turrialba, Costa Rica, 1994.

TRATAMIENTOS	DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE							PROM
	07	14	21	28	35	42	49	
PP	0.10	0.02	0.42	0.70	0.85	0.52	1.02	0.51a
PV	0.57	1.07	1.15	0.55	0.75	0.55	0.97	0.80ab
ME	0.40	0.37	0.22	0.30	0.40	0.70	1.56	0.56a
DC	0.65	0.52	0.45	0.25	0.77	0.70	0.77	0.59a
MU	0.40	0.60	0.50	0.40	1.00	0.60	0.80	0.59a
TT	1.57	1.40	0.80	0.80	1.30	0.42	0.57	0.98b
PROM	0.62 ab	0.66 ab	0.59 ab	0.48 a	0.82 bc	0.57 ab	0.95 c	

Los promedios con la misma letra no fueron significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ), según la prueba de Tukey.

CUADRO 2. Contrastes ortogonales ( $P > F$ ) para el número promedio de adultos de *B. tabaci* en tomate, según los días después del trasplante. Turrialba, Costa Rica, 1994.

Contrastes	DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE						
	07	14	21	28	35	42	49
TT vs. Cob	0.0001	0.0024	0.1060	0.0305	0.0093	0.2713	0.0272
In vs. Vv	0.1637	0.7765	0.0052	0.0270	0.7385	0.3261	0.7894
PP vs. PV	0.0107	0.0043	0.0013	0.4137	0.9206	1.0000	0.8360
MU+DC vs. ME	0.3457	0.5779	0.1201	0.8915	0.0470	0.7277	0.0021
MU vs. DC	0.1879	0.8751	0.6892	0.8134	0.4891	0.5481	0.9175

Cob: Todas las coberturas; In: inertes; Vv: vivas.  
Las cifras subrayadas fueron significativas o altamente significativas.

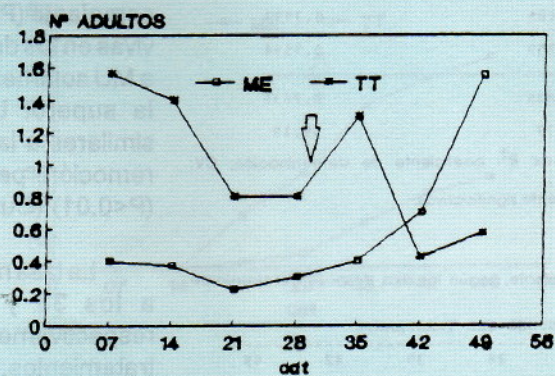
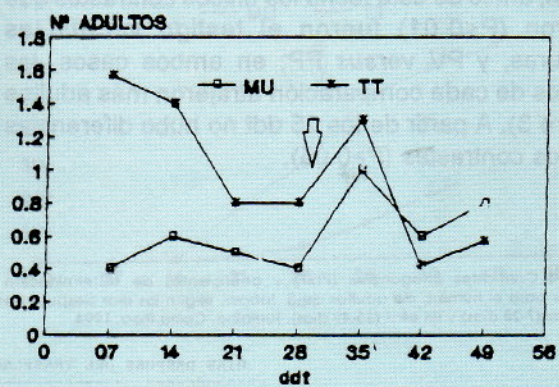
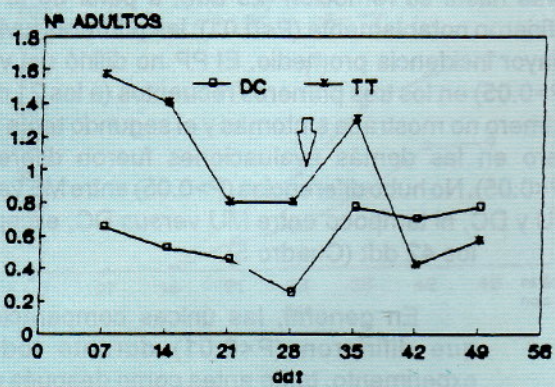
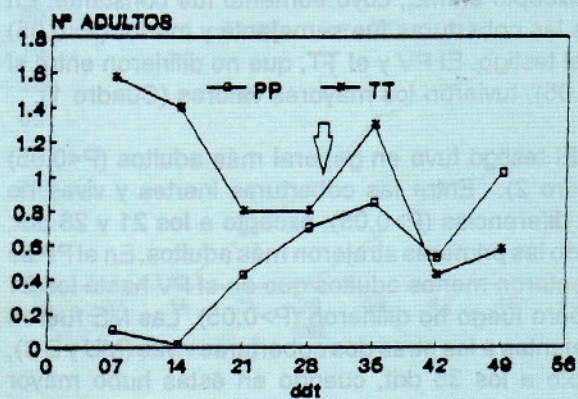
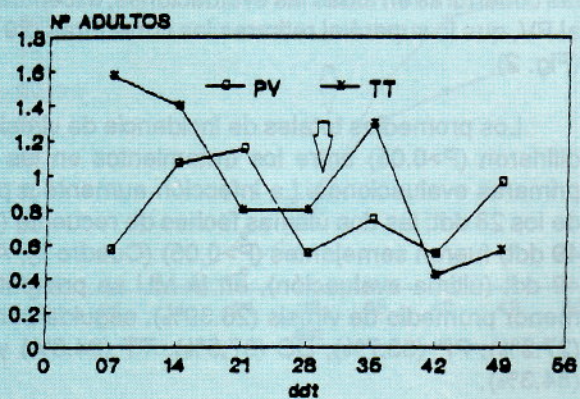


Fig. 1. Promedio de adultos de *B. tabaci* en cada tratamiento, en comparación con el testigo. Turrialba, Costa Rica, 1994. (La flecha indica la fecha de eliminación de las coberturas).

Los promedios generales de adultos durante los primeros cuatro recuentos no difirieron ( $P>0.05$ ). A los 29 ddt el número tendió a aumentar en todos los tratamientos, pero disminuyó notoriamente, a los 42 ddt, excepto en ME, cuyo aumento fue constante. En todas las coberturas fue semejante y menor ( $P<0.05$ ) que el testigo. El PV y el TT, que no difirieron entre sí ( $P>0.05$ ), tuvieron los mayores valores (Cuadro 1).

El testigo tuvo en general más adultos ( $P<0.05$ ) (Cuadro 2). Entre las coberturas inertes y vivas no hubo diferencias ( $P>0.05$ ), excepto a los 21 y 28 ddt, cuando las primeras atrajeron más adultos. En el PP se presentaron menos adultos que en el PV hasta los 21 ddt, pero luego no difirieron ( $P>0.05$ ). Las ME fueron semejantes a las otras dos coberturas vivas (MU y DC), excepto a los 35 ddt, cuando en éstas hubo mayor afluencia, y a los 49 ddt, cuando ME las superó. Entre MU y DC no hubo diferencias durante el experimento ( $P>0.05$ ).

Las coberturas se eliminaron a los 29 ddt. En general, antes de esta fecha los únicos contrastes que difirieron ( $P<0.01$ ) fueron el testigo *versus* las coberturas, y PV *versus* PP; en ambos casos, los primeros de cada comparación atrajeron más adultos (Cuadro 3). A partir de los 35 ddt no hubo diferencias entre los contrastes ( $P>0.05$ ).

CUADRO 3. Contrastes ortogonales ( $P_{r>F}$ ) y coeficientes de determinación y de varianza generales para el número de adultos de *B. tabaci*, según los días después del trasplante, con coberturas (7-28 días) y sin ellas (35-49 días). Turrialba. Costa Rica. 1994.

Contrastes	DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE	
	07-28	35-49
TT vs. Cob	0.0001	0.8746
In vs. Vv	0.0890	0.7035
PP vs. PV	0.0014	0.8786
MU+DC vs. ME	0.2485	0.3993
MU vs. DC	0.9259	0.9594
R <sup>2</sup>	0.7875	0.7630
CV	47.77	39.19

Cob: Todas las coberturas; In: inertes; Vv: vivas; R<sup>2</sup>: coeficiente de determinación; CV: coeficiente de variación.  
Las cifras subrayadas fueron significativas o altamente significativas.

CUADRO 4. Incidencia promedio de virosis en tomate, según los días después del trasplante. Turrialba. Costa Rica. 1994.

TRATAMIENTOS	DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE						
	07	14	21	28	35	42	49
PP	0.00	0.00	0.00	1.04	14.93	28.82	33.68
PV	0.00	0.00	5.20	21.52	59.02	78.82	84.34
ME	0.00	0.00	2.08	4.17	13.54	22.57	27.31
DC	0.00	0.00	8.33	12.50	22.91	36.45	37.50
MU	0.00	0.00	1.04	3.70	10.65	18.75	26.39
TT	0.00	0.00	15.97	28.82	48.95	57.63	64.34
PROM	0.00	0.00	5.43	11.95	28.32	40.50	45.59
	a	a	ab	b	c	d	d

Los promedios con la misma letra no fueron significativamente ( $P<0.05$ ) diferentes, según la prueba de Tukey.

**Incidencia de virosis.** Las muestras analizadas fueron positivas para geminivirus. Las primeras plantas con virus se presentaron a los 21 ddt en los tratamientos, con excepción del PP, a los 28 ddt. El testigo superó a las coberturas en todas las evaluaciones, exceptuando al PV, que lo superó al retirarse las coberturas (29 ddt) (Fig. 2).

Los promedios totales de incidencia de virosis no difirieron ( $P>0.05$ ) entre los tratamientos en las tres primeras evaluaciones. La infección aumentó a partir de los 28 ddt; las dos últimas fechas de recuento (42 y 49 ddt) fueron semejantes ( $P>0.05$ ) (Cuadro 4). A los 49 ddt (última evaluación), en la MU se presentó el menor promedio de virosis (26.39%), seguida por ME (27.3%), PP (33.7%), DC (37.5%), TT (64.3%) y PV (84.3%).

Hubo gran diferencia ( $P<0.01$ ) en la incidencia de virosis entre el testigo y las coberturas en todas las evaluaciones, desde la aparición de los síntomas, a los 21 ddt. Las coberturas inertes fueron semejantes a las vivas hasta su remoción (29 ddt), a partir de lo cual difirieron notablemente ( $P<0.01$ ); las primeras tuvieron mayor incidencia promedio. El PP no difirió del verde ( $P>0.05$ ) en los tres primeros recuentos (a los 21 ddt el primero no mostraba síntomas y el segundo tenía 5%), pero en las demás evaluaciones fueron diferentes ( $P<0.05$ ). No hubo diferencias ( $P>0.05$ ) entre ME *versus* MU y DC, ni tampoco entre MU *versus* DC, excepto a los 42 ddt (Cuadro 5).

En general, las únicas comparaciones que difirieron ( $P<0.01$ ) durante todo el experimento, tanto antes como después de la remoción de las coberturas, fueron el testigo *versus* las coberturas y el PV *versus* PP; en ambos casos, los primeros de cada contraste tuvieron mayor incidencia de virosis. ME fue semejante ( $P>0.05$ ) a las otras dos coberturas vivas en los dos períodos, aunque DC fue igual a MU solamente antes de los 28 ddt y después la superó. Las coberturas inertes fueron similares a las vivas únicamente antes de su remoción, pero luego fueron muy diferentes ( $P<0.01$ ) (Cuadro 6).

La tasa media de infección ( $T_{50}$ ) se alcanzó a los 33 y 37 ddt en el PV y el TT, respectivamente. No se obtuvo en los demás tratamientos, pues no habían alcanzado el 50% de infección en la última evaluación (Cuadro 4).

Se identificaron 16 especies de plantas en ME (Cuadro 7). La verdolaga (*Portulaca oleracea*) predominó ampliamente.

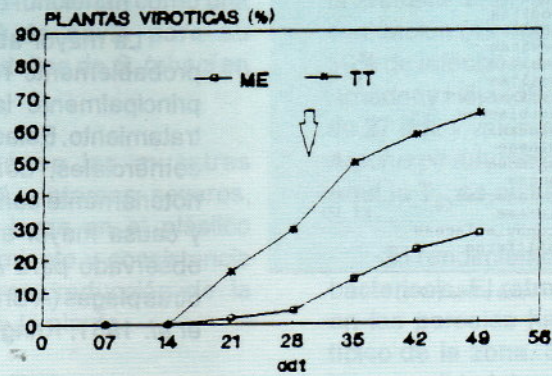
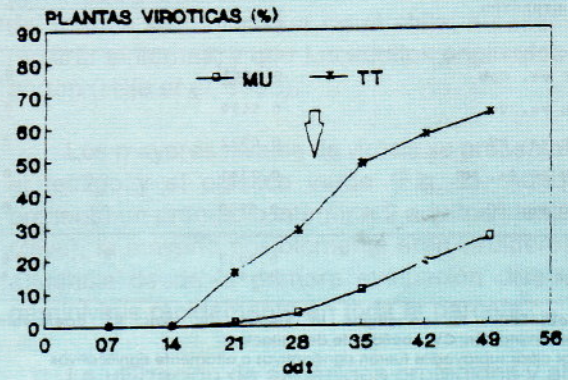
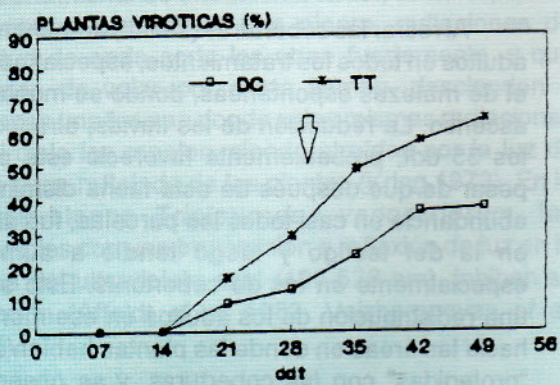
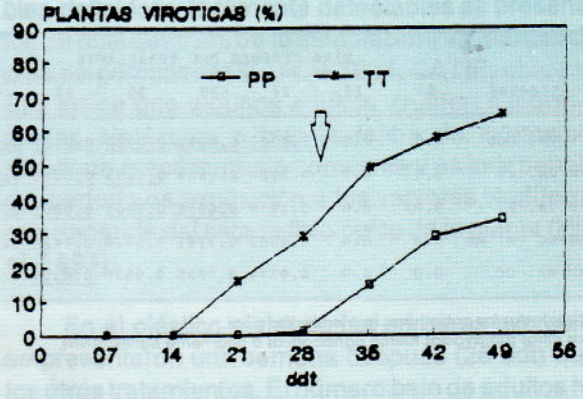
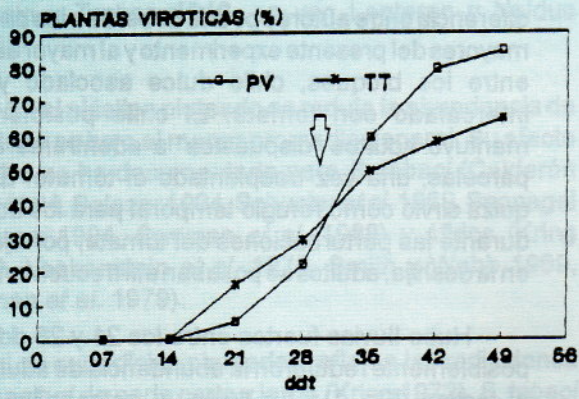


Fig. 2. Incidencia promedio de virosis en cada tratamiento, en comparación con el testigo. Turrialba, Costa Rica, 1994. (La flecha indica la fecha de eliminación de las coberturas).



CUADRO 5. Contrastes ortogonales ( $P > F$ ) para la incidencia de virosis en tomate, según los días después del trasplante, Turrialba, Costa Rica, 1994.

Contrastes	DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE						
	07	14	21	28	35	42	49
TT vs. Cob	0.0	0.0	<u>0.0003</u>	<u>0.0001</u>	<u>0.0002</u>	<u>0.0027</u>	<u>0.0018</u>
In vs. Vv	0.0	0.0	0.5980	<u>0.1847</u>	<u>0.0002</u>	<u>0.0001</u>	<u>0.0001</u>
PP vs. PV	0.0	0.0	0.1639	<u>0.0010</u>	<u>0.0001</u>	<u>0.0001</u>	<u>0.0001</u>
MU+DC vs. ME	0.0	0.0	0.4069	0.3787	0.5778	0.4426	0.4936
MU vs. DC	0.0	0.0	0.0574	0.0985	0.0830	<u>0.0304</u>	0.1674

Cob: Todas las coberturas; In: inertes; Vv: vivas.  
Las cifras subrayadas fueron significativas o altamente significativas.

CUADRO 6. Contrastes ortogonales ( $P > F$ ) y coeficientes de determinación y de varianza generales para la incidencia promedio de virosis en tomate, según los días después del trasplante, con coberturas (7-28 días) y sin ellas (35-49 días), Turrialba, Costa Rica, 1994.

CONTRASTES	DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE	
	07-28	35-49
TT vs. Cob	<u>0.0001</u>	<u>0.0003</u>
In vs. Vv	0.5499	<u>0.0001</u>
PP vs. PV	0.0072	<u>0.0001</u>
MU+DC vs. ME	0.3741	0.4297
MU vs. DC	0.0700	<u>0.0417</u>
R <sup>2</sup>	0.9017	0.9549
CV	80.45	19.33

Cob: Todas las coberturas; In: inertes; Vv: vivas; R<sup>2</sup>: coeficiente de determinación; CV: coeficiente de variación.  
Las cifras subrayadas fueron significativas o altamente significativas.

CUADRO 7. Plantas identificadas en el tratamiento de malezas espontáneas en tomate, Turrialba, Costa Rica, 1994.

NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	HOSPEDANTE DE <i>B. tabaci</i>
<i>Bidens pilosa</i>	Compositae	S1 (1,2)
<i>Emilia fosbergii</i>	Compositae	
<i>Erigeron</i> sp.	Compositae	
<i>Gnaphalium americanum</i>	Compositae	
<i>Jaegeria hirta</i>	Compositae	
<i>Sonchus oleraceus</i>	Compositae	S1 (2)
<i>Commelina diffusa</i>	Commelinaceae	
<i>Phyllanthus niruri</i>	Euphorbiaceae	
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	Gramineae	
<i>Eleusine indica</i>	Gramineae	
<i>Laurentia longiflora</i>	Lobeliaceae	
<i>Heliconia</i> sp.	Musaceae	
<i>Portulaca oleracea</i>	Portulacaceae	S1 (1)
<i>Borreria latifolia</i>	Rubiaceae	S1 (2)
<i>Drymaria cordata</i>	Schrophulariaceae	
<i>Spananthes paniculata</i>	Umbelliferae	

(1) Comisión Nacional Mosca Blanca (1993); (2) Arias y Hilje (1993)

## DISCUSION

Las coberturas al suelo, vivas e inertes, disminuyeron la abundancia de adultos de *B. tabaci* (Fig. 1). Esta fue baja durante el experimento, a pesar de haber sembrado previamente chile dulce para aumentarla. Hasta los 35 ddt todos los tratamientos tuvieron un número menor que el testigo.

El contraste entre el testigo y las coberturas se notó desde el inicio. A pesar de la baja abundancia del vector, hubo afluencia relativamente repentina y disímil

entre tratamientos. Amador y Hilje (1993) notaron una colonización inicial aleatoria y paulatina, sin que los tratamientos ejercieran un efecto diferencial. La diferencia entre autores podría deberse a las parcelas mayores del presente experimento y al mayor espacio entre los bloques, chile dulce asociado y café intercalado con tomate. El chile posiblemente mantuvo adultos "dispuestos" a adentrarse en las parcelas, una vez trasplantado el tomate. El café quizá sirvió como refugio temporal para los adultos; durante las perturbaciones del tomate, por ejemplo en la deshija, adultos se posaban allí frecuentemente.

Hubo lluvias fuertes entre los 21 y 28 ddt, que posiblemente redujeron la abundancia de adultos en el testigo (Fig. 1). La lluvia, al golpear las hojas (Horowitz 1986, Hilje 1994), no afectó por igual a todos los tratamientos. Los adultos desalojados podrían refugiarse en las coberturas vivas, pero no hay explicación clara para las coberturas plásticas.

Al retirar las coberturas (29 ddt) aumentaron los adultos en todos los tratamientos, especialmente en el de malezas espontáneas, donde se mantuvo en ascenso. La reducción de las lluvias, alrededor de los 35 ddt, probablemente favoreció este pico. A pesar de que después de esta fecha disminuyó la abundancia en casi todas las parcelas, fue abrupta en la del testigo y luego tendió a aumentar, especialmente en las de coberturas. Esto sugiere una redistribución de los adultos en ese momento, hacia las áreas en donde las plantas habían estado "protegidas" con las coberturas, y se observaban más suculentas. Amador y Hilje (1993) observaron que al retirar las coberturas hubo redistribución, e incremento de adultos en las parcelas menos deterioradas.

La mayor abundancia de adultos en el testigo probablemente resultó de las condiciones físicas, principalmente las propiedades visuales de este tratamiento. Estas fueron análogas a las de parcelas comerciales, donde el suelo desnudo contrasta notoriamente con el verdor de las plantas de tomate y causa mayor afluencia de insectos, como se ha observado para *B. tabaci* (Amador y Hilje 1993) y otras plagas (A'Brook 1968, Dempster 1969, Kennedy et al. 1961, Kring 1972, Smith 1976a).

En el tratamiento con plástico verde la abundancia de adultos fue levemente menor que en el testigo, por lo que este color no es recomendable para cobertura. Cuando éste se escogió, se pretendió simular una cobertura viva de una tonalidad semejante al follaje del tomate, para reducir al mínimo el contraste entre el cultivo y el suelo, y disminuir la afluencia de adultos. Se consiguió un material aparentemente útil, pero en 14 días, adquirió una tonalidad verde claro. En experimentos posteriores, de invernadero, las trampas con este plástico no atrajeron adultos de *B. tabaci*

(Blanco 1994), lo que sugiere que si el material, no se decolorara rápidamente, podría ser eficaz. El verde oscuro es de los colores menos preferidos por *B. tabaci* (Husain y Trehan 1940, en van Lenteren y Noldus 1990).

En el plástico plateado se redujo la abundancia de adultos y se tuvo el menor promedio general. Su efecto positivo se ha documentado para *B. tabaci* (Calderón *et al.* 1994, Salazar 1994, Schuster *et al.* 1989, Sponagel y Fúnez 1994, Swuan *et al.* 1988) y áfidos (Kring 1972, Loebenstein *et al.* 1975, Smith y Webb 1969, Wyman *et al.* 1979).

Las superficies plateadas reflejan las radiaciones de longitud de onda corta y larga (Kring 1972). *B. tabaci* parece ser atraída por ambas, pero no simultáneamente; las de onda corta (UV-azul) se relacionan con sus hábitos migratorios, y las de onda larga (amarilla) con la localización de hospedantes (Mound 1962). Este comportamiento de orientación visual, se ha explicado así: que al abandonar una planta, radiaciones de longitud de onda corta los atrae fuertemente, y que después de volar por cierto tiempo, descienden o alcanzan una fase en donde estas mismas radiaciones en el cielo los repelen, siendo atraídos por la luz de onda larga reflejada de las plantas (Kring 1972). En la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*, las superficies con una transmisión o reflexión de luz en la región del ultravioleta azul (400-520 nm), inhiben su atracción (Affeldt *et al.* 1983, Vaishampayan *et al.* 1975).

La abundancia de adultos fue semejante en todas las coberturas vivas, e inferior al testigo. No hay certeza de si las malezas, sembradas o emergidas espontáneamente, "enmascaran" al cultivo disminuyendo su cantidad en él, o funcionan como una fuente abundante y opcional de savia para su alimentación, que retiene a los adultos de *B. tabaci* en ellas.

El geminivirus se detectó en las muestras analizadas. La infección causó síntomas severos, especialmente en el testigo, y leves en el plástico verde. Síntomas como amarillamiento y consistencia coriácea de las hojas superiores, reducción de la lámina foliar y del crecimiento de la planta.

La protección del almácigo con malla durante los primeros 30 dds, posiblemente excluyó a *B. tabaci*, reduciendo la incidencia de virosis en el campo, lo que coincide con (Amador y Hilje 1994, Anzola y Lastra 1978, Cubillo *et al.* 1994, Quirós *et al.* 1994, Rivas *et al.* 1994).

Al trasplante, las plántulas estaban asintomáticas, aunque no había certeza de la ausencia del virus. Las primeras expresiones se presentaron a los 21 ddt en casi todos los tratamientos (Fig. 2), lo cual concuerda

con Amador y Hilje (1993) y Rivas *et al.* (1994), quienes observaron el inicio de la expresión de virosis aproximadamente entre los 45-50 dds. Los síntomas bien definidos y fácilmente detectables se presentan a los 39 días después de la inoculación, en plantas de 15 días de germinadas (L. Hilje 1994, CATIE, obs. pers.). Ello indica que algunos adultos virulíferos ingresaron en los almácigos o que la fecha de expresión se mantiene prácticamente constante y es independiente del período de exposición a los vectores virulíferos, lo que depende del estado fisiológico de la planta (Hilje *et al.* 1993).

En el plástico plateado las primeras expresiones se presentaron una semana después (28 ddt) que en los otros tratamientos. El número bajo de adultos hasta los 14 ddt quizás influyó en el retraso de la inoculación, por varios días. No obstante, el porcentaje de adultos virulíferos en la etapa de establecimiento probablemente fue alto, debido al cultivo asociado de chile dulce, sembrado previamente. Podría ser que el geminivirus del tomate se multiplique en el chile, a pesar de no mostrar síntomas, y que los adultos originados allí lo porten (Hilje *et al.* 1993).

Los mayores niveles de virosis se presentaron en el testigo y el plástico verde (Fig. 2). Aunque se presentó un promedio inferior a 2 adultos/planta (hoja clave), la mayoría posiblemente eran virulíferos, y su afluencia desde la primera evaluación diseminó el geminivirus rápidamente en toda la parcela.

La utilización de almácigos protegidos y algunas coberturas permitieron retrasar la  $T_{50}$  (tiempo transcurrido para alcanzar el 50% de plantas infectadas), aunque no se logró cuantificar en forma adecuada (únicamente en el testigo y el plástico verde), debido a la pérdida total por la bacteriosis. Hasta la última evaluación (49 ddt), en ninguna se había alcanzado el 50% de infección, excepto en el plástico verde (33 ddt). Amador y Hilje (1993) observaron en el testigo una  $T_{50}$  de 27 ddt, y valores de 38 y 40 ddt para coberturas de *Arachis pintoi* y malezas espontáneas, respectivamente. Aquí la  $T_{50}$  se alcanzó a los 37 ddt en el testigo.

El rendimiento no se logró cuantificar debido a la bacteriosis. El retraso de la diseminación de la virosis en las parcelas habría incrementado el rendimiento típico de la zona. Según el agricultor colaborador, la buena calidad de plantas obtenidas del almácigo, por su tamaño y aspecto sano y vigoroso, habría garantizado una cosecha que sobrepasaría sus expectativas, en comparación con el procedimiento convencional de almácigos desprotegidos y uso de insecticidas.

Por ejemplo, Quirós *et al.* (1994) obtuvieron en Grecia y Valverde Vega, la zona de mayor producción de tomate en Costa Rica, rendimientos de 26-33 t/ha, con Hayslip en siembra por trasplante, con poca

abundancia de adultos (<5 adultos/hoja clave) y teniendo 100% de incidencia a los 50 ddt, aproximadamente. Para esa misma fecha, en los resultados obtenidos aquí, el testigo tenía 64% y la mucuna solamente 26% de virosis, por lo que probablemente la producción hubiera sido superior. El mejoramiento de las técnicas empleadas por Amador y Hilje (1993), realizado por Cubillo *et al.* (1994) y adoptado en esta investigación, permitieron disminuir el estrés de la plantas durante el almácigo y el trasplante; estas mejoras incluyeron la selección de la malla, la bandeja y la adición al sustrato del fertilizante de liberación lenta.

El menor número de adultos encontrados en los tratamientos con coberturas vivas, implicó una reducción de la incidencia de virosis en estas parcelas. En las parcelas con mucuna hubo baja incidencia (26%) a los 49 ddt, por lo que tendría buena posibilidad de utilización. Sin embargo, los problemas de mantenimiento opacan sus bondades. Una vez establecida, por su hábito de enredadera, creció rápidamente, enrollándose en las plantas de tomate, en los tutores y en el cafeto, por lo que se debió podar constantemente y requirió mano de obra excesiva.

En las parcelas con malezas espontáneas el porcentaje de virosis fue bajo (27%) a los 49 ddt. De las 16 especies de plantas observadas (Cuadro 7), solamente cuatro son hospedantes de *B. tabaci*, la verdolaga fue la más abundante. Permitir el establecimiento de las malezas propias del lugar, además de ser económico para el agricultor, quizás proporcione hospedantes alternos para *B. tabaci*, y reduzca así su atracción hacia el cultivo.

Las parcelas con cinquillo tuvieron 37% de virosis en la última evaluación. Las ventajas de esta cobertura son: Crece en forma natural en la zona, forma una capa tupida y baja, tiene raíces someras que no compiten por los nutrientes y el agua con el tomate recién trasplantado, y es de fácil manejo. Inicialmente se sembró por semilla, pero debido a su lento crecimiento se propagó vegetativamente, requiriendo bastante mano de obra. Algunos agricultores afirman que el cinquillo es hospedante de la mosca blanca, pero esto no se ha documentado formalmente.

En el establecimiento de coberturas vivas alrededor de tomate de siembra directa, puede ser una desventaja debido a la competencia por espacio, luz y nutrientes; sin embargo, en la siembra por trasplante esto probablemente es mínimo, sobre todo si se utilizan bandejas para el almácigo, ya que las plantas traen raíces bien desarrolladas y se siembran a una profundidad aproximada de 15-20 cm. No obstante, se debe realizar un adecuado manejo de las coberturas, con raleos y podas. La imposibilidad de cuantificar el rendimiento, impidió analizar si realmente ocurrió una disminución de la cosecha debido a la competencia.

En las parcelas con plástico verde hubo alta incidencia de virosis, que sobrepasó al testigo al retirar el material y alcanzó el nivel más alto de todos (84%). La decoloración a un tono verde claro probablemente provocó que la cobertura atrajera al vector. La afluencia fue parecida al testigo (Fig. 1), acelerando la diseminación de la virosis.

En el plástico plateado, se retrasó la expresión de los primeros síntomas de virosis hasta los 28 ddt. La incidencia fue baja, aunque superior a la mucuna y las malezas espontáneas; a los 49 ddt, apenas 34% de las plantas en estas parcelas presentaban síntomas bien definidos de infección. Este efecto positivo en la reducción de la incidencia de virosis podría haber contribuido al aumento del rendimiento.

Las dos coberturas plásticas evitaron el crecimiento de malezas mientras estuvieron instaladas. Esta es una de sus ventajas, aunque también reducen la lixiviación de fertilizantes, ayudan a conservar el agua y regulan la temperatura y la humedad del suelo (Abdul-Baki 1991, Kasperbauer y Hunt 1988). A pesar de estos efectos positivos, su instalación se complicó por el poco espacio disponible entre las hileras del cafeto, requiriendo mucha mano de obra; este aspecto dependerá de las condiciones y de la topografía del terreno. Actualmente, algunos de estos materiales no se consiguen fácilmente en Costa Rica, por lo que son poco accesibles para los pequeños y medianos productores.

La reutilización de estos plásticos es poco factible, al menos para el mismo fin, por lo que se pueden producir muchos desechos; las consecuencias ambientales de contaminación a largo plazo por su uso continuo serían problemáticas. Se deben hacer investigaciones con énfasis en el empleo de coberturas con materiales biodegradables. Al respecto, las coberturas vivas se presentan como la mejor opción, si se pretende reducir el impacto ambiental.

Almácigos protegidos combinados con coberturas al suelo en el cultivo de tomate, se presentan como una opción funcional y eficaz en el combate del complejo *B. tabaci*-geminivirus. Sin embargo, deberán realizarse estudios similares y analizar el rendimiento, buscando la factibilidad económica, para fundamentar las recomendaciones a los productores.

## AGRADECIMIENTOS

Al Proyecto RENARM/MIP, el financiamiento de los estudios de postgrado del primer autor. Al Sr. Carlos Solano, por el terreno para el experimento. Al Ing. Roberto Bran (Olefinas S.A., Guatemala), la donación del plástico plateado. Al Dr. Pedro Oñoro, el apoyo en el análisis estadístico. A los doctores Bernal Valverde y Joseph L. Saunders, sus sugerencias. A Alex Tineo, Galileo Rivas, Alfonso Chacón, Arnoldo Merayo, Douglas Cubillo, Enrique Rojas y Shuichi Okumoto, su apoyo en varios aspectos del experimento.

## BIBLIOGRAFIA

- A'BROOK, J. 1968. The effect of plant spacing on the numbers of aphids trapped over the groundnut crop. *Annals of Applied Biology* 61:289-294.
- ABDUL-BAKI, A.A. 1991. A new way to grow tomatoes. *Agricultural Research* 39(10):14-15.
- ACUÑA, W. 1993. Efecto de la infección de un geminivirus sobre el rendimiento del tomate (*Lycopersicon esculentum*) a diferentes estadios de desarrollo de la planta. Tesis Lic. Agr. Universidad de Costa Rica, Sede del Atlántico. Turrialba, Costa Rica. 73 p.
- AFFELDT, H.A.; THIMIJJAN, R.W.; SMITH, F.F.; WEBB, R.E. 1983. Response of the greenhouse whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) and the vegetable leafminer (Diptera: Agromyzidae) to photospectra. *Journal of Economic Entomology* 76:1405-1409.
- AMADOR, R.; HILJE, L. 1993. Efecto de coberturas vivas e inertes sobre la atracción de la mosca blanca, *Bemisia tabaci* (Gennadius), al tomate. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 29:14-21.
- ANZOLA, D.; LASTRA, R. 1978. Protección de semilleros y su relación con la incidencia del virus mosaico amarillo del tomate. *Agronomía Tropical (Venezuela)* 28(5):473-482.
- BLANCO, J. 1994. Combate de la mosca blanca, *Bemisia tabaci* (Gennadius) en tomate, mediante coberturas al suelo. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 85 p.
- CALDERON, L.F.; DARDON, D.; SALGUERO, V. 1994. Efecto de coberturas del suelo sobre poblaciones de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y acolochamiento en tomate. In *Manejo Integrado de la Mosca Blanca en Tomate. Fase II: 1992-1993*. Guatemala. Proyecto MIP-ICTA-CATIE-ARF. p. 45-54.
- CUBILLO, D.; HILJE, L.; CHACON, A. 1994. Producción de plántulas de tomate sin geminivirus transmitidos por la mosca blanca (*Bemisia tabaci*). *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 34:23-27.
- DEMPSTER, J.P. 1969. Some effects of weeds control on the numbers of the small cabbage white (*Pieris rapae* L.) on Brussels sprouts. *Journal of Applied Ecology* 6:339-345.
- FRANKE, G.; VAN BALEN, L.; DEBROT, E. 1983. Efecto de la época de infección por el mosaico amarillo sobre el rendimiento del tomate. *Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia (Venezuela)* 6(2):741-743.
- HILJE, L. 1993. Un esquema conceptual para el manejo integrado de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo del tomate. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 29:51-57.
- HILJE, L. 1994. Aspectos bioecológicos de *Bemisia tabaci* en Mesoamérica. In *Biología y manejo del complejo mosca blanca-virosis*. M. Mata; D. Dardón y V. Salguero (eds.). Memorias. III Taller Centroamericano y del Caribe sobre Mosca Blanca. Guatemala. p. 53-71.
- HILJE, L.; ARBOLEDA, O. 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.
- HOROWITZ, A.R. 1986. Population dynamics of *Bemisia tabaci* (Gennadius), with special emphasis on cotton fields. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 17(1-2):37-47.
- IOANNOU, N. e IORDANOU, N. 1985. Epidemiology of tomato yellow leaf curl virus in relation to the population density of its whitefly vector, *Bemisia tabaci* (Gennadius). *Agricultural Research Institute. Technical Bulletin (Cyprus) No. 71*. 7 p.
- KASPERBAUER, M.J.; HUNT, P.G. 1988. Tomatoes prefer red mulch, potatoes like it white. *Agricultural Research* 36(3):4.
- KENNEDY, J.S.; BOOTH, C.O.; KERSHAW, W.J.S. 1961. Host finding by aphids in the field. III. Visual attraction. *Annals of Applied Biology* 49:1-21.
- KRING, J.B. 1972. Flight behavior of aphids. *Annual Review of Entomology* 17:461-492.
- LOEBENSTEIN, G.; ALPER, M.; LEVY, S.; PALEVITCH, D.; MENAGEM, E. 1975. Protecting peppers from aphid-borne viruses with aluminum foil or plastic mulch. *Phytoparasitica* 3(1):43-53.
- MOUND, L.A. 1962. Studies on the olfaction and colour sensitivity of *Bemisia tabaci* (Genn) (Homoptera, Aleyrodidae). *Entomologia Experimentalis et Applicata* 5:99-104.
- QUIROS, C.A.; RAMIREZ, O.; HILJE, L. 1994. Participación de los agricultores en adaptar y evaluar tecnologías de semilleros contra la mosca blanca *Bemisia tabaci*, en tomate, en Alajuela, Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)*. 34:1-7.
- RIVAS, G.G.; LASTRA, R. 1994. Detección no radiactiva de geminivirus en tomate mediante hibridación de ácidos nucleicos. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 30: 7-10.
- RIVAS, G.G.; LASTRA, R.; HILJE, L. 1994. Retardo de la virosis transmitida por *Bemisia tabaci* (Gennadius) en tomate, mediante semilleros cubiertos. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 31:12-16.
- SALAZAR, J.R. 1994. Efecto de coberturas del suelo sobre poblaciones de mosca blanca y acolochamiento en tomate. In *Manejo Integrado de Plagas en Tomate. Fase III: 1993-1994*. Guatemala. Proyecto MIP-ICTA-CATIE-ARF. p. 17-45.
- SCHUSTER, D.J.; PRICE, J.F.; KRING, J.B.; EVERETT, P.H. 1989. Integrated management of the sweetpotato whitefly on commercial tomato. University of Florida, IFAS, Bradenton GCREC Research Report BRA 1989-12. 22 p.

SMITH, F.F.; WEBB, R.E. 1969. Repelling aphids by reflective surfaces, a new approach to the control of insect transmitted virus. In *Viruses, vectors and vegetation*. K. Maramorosch (ed.). New York. Interscience. p. 631-639.

SMITH, J.G. 1976a. Influence of crop background on aphids and other phytophagous insects on Brussels sprouts. *Annals of Applied Biology* 83:1-13.

SPONAGEL, K.W.; FUNEZ, M.R. 1994. Estrategias probadas de manejo del complejo fitosanitario mosca blanca-virus gemini en la producción de tomate. *Manual de recomendaciones*. San Pedro, Honduras. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. 46 p.

SUWWAN, M.A.; AKKAWI, M.; AL-MUSA, A.M.; MANSOUR, A. 1988. Tomato performance and incidence of tomato yellow leaf curl (TYLC) virus as affected by type of mulch. *Scientia Horticulturae* 37(1/2):39-45.

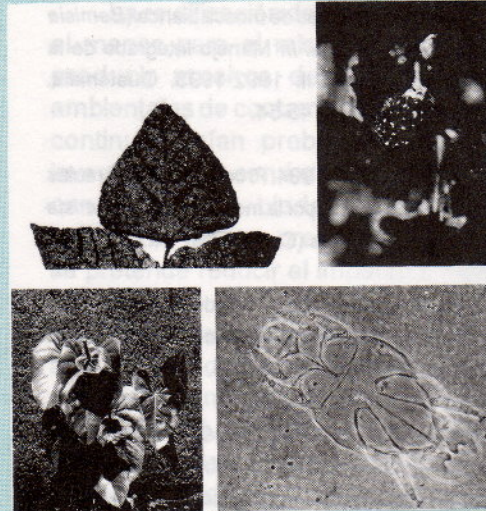
TOSI, J.A. 1969. Mapa ecológico de la República de Costa Rica según la clasificación de L.R. Holdridge de zonas de vida del mundo. San José, Costa Rica. Centro Científico Tropical.

VAISHAMPAYAN, S.M.; KOGAN, M.; WALDBAUER, G.P.; WOOLLEY, J.T. 1975. Spectral specific responses in the visual behavior of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). *Entomologia Experimentalis et Applicata* 18:344-356.

VAN LENTEREN, J.C.; NOLDUS, L.P.J.J. 1990. Whitefly-plant relationships: Behavioural and ecological aspects. In *Whiteflies: Their bionomics, pest status and management*. D. Gerling (ed.). New Castle, UK. Athenaeum. p. 47-89.

WYMAN, J.A.; TOSCANO, N.C.; KIDO, K.; JOHNSON, H.; MAYBERRY, K.S. 1979. Effects of mulching on the spread of aphid-transmitted watermelon mosaic virus to summer squash. *Journal of Economic Entomology* 72(1):139-143.

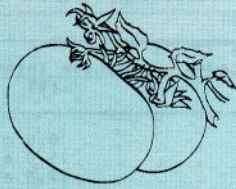
## PHYTOPHAGOUS MITES OF CENTRAL AMERICA: AN ILLUSTRATED GUIDE



Ronald Ochoa  
Hugo Aguilar and  
Carlos Vargas

\$50.00 (una copia)

\$40.00 (más de 5 copias)



## PERIODOS DE ADQUISICION, LATENCIA Y TRANSMISION DE UN GEMINIVIRUS EN TOMATE, POR LA MOSCA BLANCA *Bemisia tabaci* (Gennadius) EN COSTA RICA\*

Fanny Bonilla S.\*\*

### ABSTRACT

The geminivirus studied requires a period of 4 h for acquisition by *B. tabaci* adults, as well as a latency period of 24 h inside the latter. It was transmitted in a semi-persistent way for 13 days. Transmission efficiencies varied considerably between individuals. It was possible to transmit it mechanically, from tomato to tobacco plants.

### RESUMEN

El geminivirus estudiado requiere un período de 4 h para su adquisición por el adulto de *B. tabaci*, y uno de latencia, de 24 h, dentro de éste. Se transmitió en forma semi-persistente, por hasta 13 días. La eficiencia en su transmisión varió mucho entre individuos. Se pudo transmitir mecánicamente, de plantas de tomate a tabaco.

### INTRODUCCION

El cultivo del tomate en América Central y el Caribe ha sido seriamente afectado en los últimos años, por enfermedades virales, causadas por geminivirus transmitidos por la mosca blanca, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) (Hilje y Arboleda 1993). En dicho cultivo se ha detectado hasta ahora un geminivirus presente en Costa Rica y otro en Guatemala, Honduras y Nicaragua (Nakhla et al. 1994).

De los geminivirus presentes en América Central se desconocen sus parámetros de transmisión, lo cual es crítico para entender su epidemiología en el campo y sugerir algunas medidas de manejo. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue determinar los períodos de adquisición, latencia y transmisión, para un geminivirus presente en Costa Rica.

Recibido: 06/02/95. Aprobado: 25/04/95

\*Parte de la tesis de Lic. en Agronomía. Universidad de Costa Rica, Sede Regional del Atlántico. Turrialba, Costa Rica.

\*\*Dirección actual: Apdo. 125-1000. Paraiso, Cartago, Costa Rica.

### MATERIALES Y METODOS

**Localización del experimento.** Se realizó en un invernadero del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), en Turrialba, Costa Rica. La localidad está 602 msnm, con temperatura anual de 21.7°C, precipitación anual de 2065 mm, y humedad relativa anual de 87%, en promedio. En el invernadero, la temperatura fue de 24°C, en promedio, con extremos de 20°C y 33°C.

**Material experimental.** Se sembró la var. Tropic. Los semilleros se hicieron en cajas de plástico de 35 cm de longitud y 20 cm de ancho, empleando tierra esterilizada con calor a 200°C por 24 h. A los 20 días después de la siembra (dds) se trasplantó una plántula de tomate por pote plástico de 500 ml. En los semilleros y los potes se aplicó el fertilizante 10-30-10.

Los adultos de *B. tabaci* se tomaron de una colonia criada sobre plantas jóvenes de tabaco, algodón y frijol sin virus. Se capturaron con un aspirador y se colocaron en cajas de cría, para su oviposición en las plantas hospedantes. Dichas cajas, de madera y vidrio, medían 40 X 50 X 50 cm en sus aristas.

Se recolectaron plantas viróticas de tomate, en la Estación Experimental Fabio Baudrit, en Alajuela. Como fuente de inóculo se utilizó una cepa de geminivirus aislada y mantenida en el laboratorio, en el CATIE, en plantas de tomate, mediante la transmisión con *B. tabaci*. Este se identificó como geminivirus, por hibridación de ácidos nucleicos y microscopía electrónica (Dra. Judith K. Brown 1990, University of Arizona, com. pers.). La infección se hizo en plántulas de 20 días de edad.

Para manipular al vector se utilizó un aspirador entomológico. Para las pruebas de transmisión se emplearon jaulitas plásticas cilíndricas, de 2.5 cm de diámetro por 3 cm de altura, con un extremo sellado con malla acrílica y el otro abierto, pero con los bordes recubiertos con espuma; éste estaba tapado con una lámina de espuma de 5 mm, fijada con una prensa, para proteger la hoja de la planta. La abertura del extremo permitió el acceso del vector a la hoja de la planta.

**Metodología.** Se realizaron cuatro experimentos, sobre períodos de adquisición, latencia y transmisión del geminivirus. Se utilizó un diseño irrestricto al azar. Cada tratamiento tuvo cuatro repeticiones, con un total de 20 plántulas. Se evaluó el número de plantas con síntomas de la enfermedad a los 10 y 20 días después de la inoculación (ddi). Se realizó un análisis de varianza entre períodos de tiempo y número de plantas.

Para el experimento de **adquisición** hubo siete grupos de 20 adultos sin el virus, que se colocaron individualmente en jaulitas. Estas se sujetaron a los brotes más jóvenes de plantas infectadas, para que los adultos se alimentaran, por 2, 4, 8, 12, 16, 20 y 24 h. Posteriormente se colocaron en siete grupos de 20 plántulas sin virus, por 48 h. Hubo dos testigos: plántulas sanas sin contacto con el vector, o en contacto con un adulto sin virus colocado en una jaulita. Esta prueba se realizó dos veces.

Para el experimento de **latencia** se tomó un grupo de 20 adultos sin virus, los cuales se colocaron individualmente en jaulitas sobre brotes jóvenes de plantas sintomáticas, por 4 h. Posteriormente cada jaulita se expuso individualmente a grupos de 20 plántulas sanas, por 8, 12 y 24 h, sucesivamente. Hubo dos testigos, análogos a los del experimento anterior.

Para el experimento de **transmisión** se colocaron 20 adultos sin virus, individualmente, en jaulitas sobre brotes jóvenes de plantas sintomáticas, por 48 h. Cada jaulita fue expuesta, en turnos de 24 h, a grupos de 20 plántulas sanas, hasta que los adultos murieran, para un total de 13 tratamientos. Hubo dos testigos, análogos a los de los experimentos anteriores.

Para estudiar la posibilidad de la transmisión mecánica, se tomaron cinco plantas de tomate infectadas, de 30 días de edad y se lavaron con agua destilada. Las hojas más jóvenes se maceraron en un mortero con carborundum y un buffer fosfato 0.1 molar, pH 8. El inóculo fue colocado sobre las hojas más jóvenes de 20 plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum*) de aproximadamente dos meses de edad, y las hojas tratadas se lavaron con agua destilada. Se contó el número de plantas con síntomas de la enfermedad causada por el virus a los 10-20 ddi.

## RESULTADOS Y DISCUSION

**Adquisición.** Hubo diferencias estadísticas entre tratamientos, aunque en todos los valores fueron bajos (Cuadro 1). El período mínimo observado fue de 4 h, durante el cual se presentó el porcentaje más alto de transmisión, de 25%. No se logró la adquisición del geminivirus con solo 2 h de exposición. La gran variación entre tratamientos para el número de plantas

CUADRO 1. Período de adquisición del geminivirus en plantas de tomate expuestas a *B. tabaci*. (N= 40). Turrialba, 1992.

Período (horas)	Plantas infectadas (No.)	Plantas Infectadas (%)
2	0	0.0 c
4	10	25.0 a
8	5	12.5 abc
12	4	10.0 bc
16	6	15.0 ab
20	2	5.0 bc
24	4	10.0 bc

Datos transformados a  $\sqrt{(x+0.5)}$ . Los valores seguidos por la misma letra no son diferentes ( $p < 0.05$ ), según la prueba de Duncan.

CUADRO 2. Período de latencia del geminivirus en plantas de tomate expuestas a *B. tabaci*. (N= 20). Turrialba, 1992.

Período (horas)	Plantas Infectadas (No.)	Transmisión (%)
8	0	0
12	0	0
24	3	15

infectadas, posiblemente se debe al tipo de transmisión de *B. tabaci*, que es semi-persistente circulativa. Curiosamente, a las 20 y 24 h el porcentaje de transmisión fue inesperadamente bajo, pues después de cierto tiempo la cantidad de partículas virales circulando en el vector es mayor.

Los bajos porcentajes de transmisión en todos los tratamientos, quizás se debieron a que se colocó solamente un adulto por planta. Aunque un solo adulto virulífero puede transmitir el virus que causa el mosaico amarillo del tomate, la transmisión es baja (Verma *et al.* 1975); con cerca de siete adultos por planta se asegura el 100% de transmisión.

Uzcátegui y Lastra (1978) determinaron un período de adquisición de 2 h para el geminivirus que induce el mosaico amarillo del tomate (MAT). Cohen y Nitzany (1966) observaron un período de adquisición e inoculación por alimentación de 15 a 30 minutos, para el virus TYLCV (Tomato Yellow Leaf Curl Virus).

**Latencia.** El período de latencia del geminivirus en el vector fue de 24 h, aunque el porcentaje detectado (15%) fue bajo; en los otros períodos (8 y 12 h) no hubo respuesta (Cuadro 2). Lastra y Uzcátegui (1975) y Cohen y Nitzany (1966) observaron períodos de latencia de 20 y 21 h para los virus MAT y TYLCV, respectivamente. Aunque durante el período de latencia el virus no es transmitido, podría ocurrir 5 minutos después de concluido éste (Bock 1982).

CUADRO 3. Periodo de transmisión del geminivirus en plantas de tomate expuestas a *B. tabaci*. Turrialba, 1992.

Adulto	Días												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	+	-	-	-	+	-	+	+	0	0	0	0	0
2	-	+	-	-	-	0	+	+	0	0	0	0	0
3	+	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	+	-	+	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0
5	-	-	+	-	+	-	+	0	0	0	0	0	0
6	p	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+
7	p	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	p	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	+	-	+	+	+	+	0	0	0	0	0	0	0
10	+	-	-	-	-	-	+	+	0	0	0	0	0
11	+	+	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0
12	+	+	-	+	+	+	0	0	0	0	0	0	0
13	p	-	-	-	-	+	+	-	-	0	0	0	0
14	-	-	-	-	-	+	+	-	-	0	0	0	0
15	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+
16	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	+	+	+	+	+	-	0	0	0	0	0	0	0
18	+	+	+	p	p	-	+	+	-	-	-	-	-
19	+	-	+	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0
20	+	-	+	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0

(-)=Planta sin síntomas, (+)=con síntomas, (p)=pérdida. 0=fecha de la muerte del adulto.

**Transmisión.** Hubo gran variación en la longevidad de los adultos, así como en la eficiencia de la transmisión. El geminivirus fue transmitido hasta el día 13 por los adultos 6 y 15, pero no por el 7, que sobrevivió hasta el final (Cuadro 3). La intermitencia (alternancia de uno o varios días de transmisión seguidos por días nulos) fue frecuente. Las plantas se inocularon a los 20 dds, para lograr mayor infectividad (Anzola y Lastra 1978), pero ello contribuyó poco para obtener resultados más definidos.

Una característica de la mayoría de los geminivirus es la inconstancia de su patrón de transmisión, pues después de inoculaciones sucesivas exitosas, el vector puede fallar al transmitir, pero recobrar la habilidad para hacerlo después (Bock 1982). En el caso del TYLCV, *B. tabaci* lo transmite en forma persistente circulativa, pero no persiste durante toda la vida del adulto (Cohen y Nitzany 1966).

Un factor metodológico que podría haber afectado los resultados, y la explicación de lo que sucede en el campo, es que en el invernadero los síntomas virales generalmente son más leves, pues las condiciones climáticas son más benignas que en el campo.

**Transmisión mecánica.** En seis plantas de tabaco se observaron los síntomas de la virosis desde los 10-13 ddi, que consistieron en un moteado leve de puntos cloróticos y una leve deformación de la hoja, los cuales se acentuaron notoriamente a los 20 ddi.

## AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Ramón Lastra (CATIE), director de tesis, así como a su asistente, Róger Meneses, M.Sc., su apoyo y colaboración. Al Dr. Luko Hilje (CATIE), su ayuda en la redacción de este artículo.

## LITERATURA CITADA

- ANZOLA, D.; LASTRA, R. 1978. Protección de semilleros de tomate y su relación con la incidencia del virus mosaico amarillo del tomate. *Agronomía Tropical* (Venezuela) 25(5):473-482.
- BOCK, K.R. 1982. Geminivirus diseases. *Plant Disease* 66(3):266-270.
- COHEN, S.; NITZANY, F. 1966. Transmission and host range of the tomato yellow leaf curl virus. *Phytopathology* 56:1127-1131.
- 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.
- LASTRA, R.; UZCATEGUI, R. 1975. Viruses affecting tomatoes in Venezuela. *Phytopathology* 84:253-258.
- 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 (In press).
- UZCATEGUI, R.; LASTRA, R. 1978. Transmission and physical properties of the causal agent of mosaic yellow tomato. *American Phytopathological Society* 68:985-988.
- VERMA, H.; SRIVASTAVA, K.; MATHUR, A. 1975. A whitefly-transmitted yellow mosaic virus disease of tomato from India. *Plant Disease Reporter* 59(6):134-137.



## EVALUACION DE AISLADOS DE *Beauveria bassiana* (BALS.) VUILL. PARA EL CONTROL DE *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Iponomeutidae)

Gregorio Fuentes R.\*  
Manuel Carballo V.\*\*

### ABSTRACT

The isolates 447, Achi 5, 167, A4 and Achi 2 of *B. bassiana* were selected, as the most virulent against *P. xylostella*, based on mortality percentage, lethal half-time ( $LT_{50}$ ) and their sporulation capacity. The lethal concentration ( $CL_{95}$ ) for the isolate 447 was  $2.2 \times 10^6$  conidios/ml while the  $CL_{95}$  was  $5.1 \times 10^7$  conidios/ml. The isolate 447 was the most effective for microbial control of *P. xylostella* in both laboratory and greenhouse.

### RESUMEN

Se seleccionaron los aislados 447, Achi 5, 167, A4 y Achi 2 de *B. bassiana*, como los más virulentos contra *P. xylostella* con base en el porcentaje de mortalidad, el tiempo medio letal ( $LT_{50}$ ) y su capacidad de esporulación. La concentración letal media ( $CL_{95}$ ) para el aislado 447 fue de  $2.2 \times 10^6$  conidios/ml mientras que la  $CL_{95}$  fue de  $5.1 \times 10^7$  conidios/ml. El aislado 447 fue más efectivo para el control microbioal de *P. xylostella* tanto en el laboratorio como en el invernadero.

### INTRODUCCION

La palomilla "dorso de diamante" *Plutella xylostella* se considera la plaga principal de las crucíferas en todo el mundo. El efecto negativo sobre el ambiente y la ineficacia en el control que ejerce la aplicación desmedida de plaguicidas para esta plaga, hace necesario buscar alternativas de manejo que reduzcan las poblaciones a niveles en donde no produzcan daño económico. Una de estas alternativas es el control microbioal mediante el uso de hongos entomopatógenos.

Recibido: 07/03/95. Aprobado: 25/04/95

\*NIRENIM. San Carlos, (Tel.: 460-14-12.) Costa Rica.

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

El hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*, perteneciente a la clase Deuteromicetes, ha sido estudiado y usado en el control de importantes plagas de insectos en muchos cultivos (Habib y Andrade 1977, Ferrán 1978, Feng y Johnson 1990). Después de colonizar el insecto, el hongo crece dentro de su organismo hasta causarle la muerte y finalmente las hifas emergen del cuerpo del insecto para esporular y diseminar los conidios (Alves 1986).

*B. bassiana* fue utilizado para el control de *P. xylostella* por Gutiérrez (1991) quien evaluó diferentes aislados del hongo y estudió el efecto de la aplicación de Nu-film como protector de la luz. La aplicación de *B. bassiana* induce epizootias en el campo que pueden reducir significativamente las poblaciones de *P. xylostella* afectando a todos los estadios larvales, pupas y adultos. La efectividad del patógeno varía entre zonas, debido principalmente a las condiciones climáticas (Lacayo 1991).

El presente trabajo se desarrolló con el propósito general de determinar la patogenicidad de diferentes aislados del hongo entomopatógeno *B. bassiana*, para el control de *P. xylostella*. Como objetivos específicos se evaluó la virulencia de diferentes aislados, el tiempo medio letal y la concentración letal. Se evaluó el aislado más virulento contra *P. xylostella* en condiciones de invernadero.

### MATERIALES Y METODOS

Los aislamientos de *B. bassiana* se obtuvieron del MIP, CATIE y de la Dirección de Investigaciones en Caña de Azúcar (DIECA), en Grecia, Costa Rica y se evaluaron en el Laboratorio del Area de Fitoprotección del CATIE, Turrialba, de enero de 1992 a enero de 1993. Se recolectaron larvas y pupas de *P. xylostella* en las zonas de Pacayas, Capellades de Alvarado y Cipreses de Oreamuno, para establecer la cría.

Las pupas fueron separadas de las larvas y ambas se almacenaron en cajas de 250 ml. Emergidos los adultos del capullo, se introdujo un trozo de hoja de repollo para que ovipositaran. Los adultos se alimentaron con miel de abeja. Se produjeron dos generaciones de larvas para los bioensayos a fin de

evitar su contaminación por hongos o residuos químicos provenientes del campo. Las condiciones ambientales en el cuarto de cría fueron: temperatura  $22 \pm 1^\circ\text{C}$ , humedad relativa aproximada de 85% y un fotoperíodo de 12 h luz. El trabajo se desarrolló en las cinco fases siguientes:

**I. Selección y reproducción de aislamientos de *B. bassiana*.** Para determinar los aislados más virulentos y seleccionar los más aptos para las siguientes fases del ensayo, se evaluaron 24 aislados. Los más virulentos se determinaron mediante la inoculación por contacto de diez larvas del tercer estadio. Los que lograban matar más cantidad de larvas en tres días y que producían mayor cantidad de micelio, se seleccionaron para su reproducción masiva. Las larvas muertas se introdujeron en cajas serológicas, en el ambiente adecuado de temperatura y humedad antes descrito.

Los diez aislamientos se reprodujeron a través de las larvas muertas y que contenían abundante micelio y esporulación. Estas se desinfectaron introduciéndolas por unos segundos en alcohol (70%), hipoclorito de sodio al 2.5%, agua salina y por último en agua destilada estéril. Las larvas se colocaron en un medio artificial de A.A. (Agar-Agua). Después de 15 días se trasladó una pequeña parte del micelio de cada aislado a tubos de ensayo con un medio de PDA (papa, dextrosa y agar) para continuar la reproducción. A los 17 días, se agregó agua destilada a cada tubo de ensayo para formar una suspensión de conidios y transferirlos a arroz autoclavado en recipientes de un litro, en donde permaneció por cinco días. Se trasladó a bandejas plásticas de 30 cm de largo, 21 cm de ancho y 7 cm de alto, en donde permanecieron por 12 días para que se efectuara la esporulación según el método propuesto por Alves (1982). El polvo de conidios se separó con una criba de 50 meshes y se conservó en refrigeración a  $5^\circ\text{C}$  para usarlo en los bioensayos.

**II. Determinación de la Patogenicidad y la  $TL_{50}$ .** Se inocularon 15 larvas de tercer estadio, con cada uno de los aislamientos seleccionados. Cada aislado constituía un tratamiento con cuatro repeticiones. Se utilizó la concentración de  $1 \times 10^9$  conidios/ml de agua destilada. Para lograr una mayor dispersión de los conidios en la suspensión, se agregó una gota de Tween-80. Se determinó la concentración inicial de conidios mediante conteos con un hematocímetro. La concentración deseada se obtuvo haciendo diluciones con agua destilada. Las larvas se inocularon en forma tópica con un microcapilar y consistió en aplicar una gota a cada una de las 15 larvas por caja. Para favorecer la aereación y reducir el peligro de otros factores de mortalidad se usaron cajas de 350 ml/tratamiento. La mortalidad se evaluó diariamente durante siete días. También se evaluó el número de conidios producidos por larva a los 20 días.

**III. Determinación de la  $CL_{90}$  y la  $CL_{95}$ .** Estas se determinaron con el aislamiento más virulento según la mortalidad de la fase anterior. Se utilizaron las concentraciones  $10^9$ ,  $10^8$ ,  $10^7$ ,  $10^6$ ,  $10^5$  conidios/ml, más un testigo al cual se le aplicó solo agua. Se usó el mismo tipo de cajas de la fase anterior con 15 larvas del tercer estadio por tratamiento y cuatro repeticiones. La mortalidad se evaluó diariamente durante siete días.

**IV. Evaluación de los aislados más promisorios a la concentración considerada más virulenta.** Se seleccionaron los aislados con menor  $TL_{50}$  y mayor virulencia en la fase I, para evaluarlos con la  $CL_{95}$  determinada en la fase II.

**V. Invernadero.** Se evaluó el aislado más patogénico y virulento utilizando una concentración igual a la  $CL_{95}$ , calculada en la fase II. Para obtener más información del comportamiento de la concentración empleada se aplicó una concentración 10 veces superior y una 10 veces inferior a la  $CL_{95}$ .

En cada concentración se inoculó un total de cuarenta larvas del tercer estadio con tres repeticiones. La aplicación se hizo por aspersión sobre las plantas de repollo en la fase de pre-formación de la cabeza. Las condiciones de temperatura en el invernadero fue de  $25.2^\circ\text{C}$  en el día y  $19.8^\circ\text{C}$  en la noche, con una humedad relativa de 85%. La cantidad de larvas vivas y muertas así como la producción de micelio se evaluó cada cuatro días durante 20 días.

**Diseño experimental y análisis de los datos.** El diseño experimental fue completamente al azar con cuatro repeticiones, excepto la fase IV que fue de tres repeticiones. Se realizó un análisis de varianza para la mortalidad y un análisis de próbitos para el tiempo letal medio y las concentraciones letales.

## RESULTADOS Y DISCUSION

**Patogenicidad y  $TL_{50}$  de 10 aislamientos de *B. bassiana*.** El aislamiento 447 presentó el menor  $TL_{50}$ , siguiendo en orden creciente los aislados Achi 5, 167, A4, Achi 2, Achi: 1, A3 y A7, sin embargo se observó que estadísticamente estos aislados no presentaron diferencias significativas entre sí. El aislado P.V. presentó el tiempo letal medio más alto, seguido por el aislado A2 (Cuadro 1).

El aislado 447 presentó el 100% de mortalidad (Cuadro 1). Los aislados Achi5, 167, A4, Achi2, Achi1, A3 y A7 registraron porcentajes de mortalidad altos y no presentaron diferencias con el aislado 447. Los aislados A2 y P.V. presentaron porcentajes bajos.

Los aislamientos 447, Achi 5, 167, A4, Achi2, Achi1, A3 y A7 demostraron alta patogenicidad y virulencia al presentar tiempos letales medios bajos,

**CUADRO 1.** Porcentaje de mortalidad, tiempo letal medio (TL<sub>50</sub>) y número de conidios por larva, obtenidos de 10 aislamientos de *B. bassiana* aplicados sobre larvas de *P. xylostella*. CATIE, Turrialba, 1992.

Aislamientos	Mortalidad (%)	TL <sub>50</sub>	L.C. (95%)	Conidios/larva
447	100 a	1.84 a	1.68-1.99	31.90 x 10 <sup>5</sup>
Achi 5	97 a	2.11 a	1.88-2.34	4.10 x 10 <sup>5</sup>
167	96 a	2.16 a	1.65-2.62	5.70 x 10 <sup>5</sup>
A4	96 a	2.19 a	1.83-2.52	2.54 x 10 <sup>5</sup>
Achi 2	93 a	2.36 a	1.70-2.95	18.40 x 10 <sup>5</sup>
Achi 1	92 a	2.50 a	2.24-2.75	2.37 x 10 <sup>5</sup>
A3	89 a	2.77 a	2.51-3.02	8.64 x 10 <sup>5</sup>
A7	88 a	2.85 a	2.56-3.12	4.70 x 10 <sup>5</sup>
A2	69 b	4.25 b	3.90-4.61	10.60 x 10 <sup>5</sup>
P.V.	40 c	9.25 c	7.81-12.09	1.69 x 10 <sup>5</sup>

Porcentajes con la misma letra no difieren entre sí al 0.05 según prueba Duncan. TL<sub>50</sub> con la misma letra son iguales entre sí según el traslape de los límites de confianza.

altos porcentajes de mortalidad y al no arrojar diferencias estadísticas en estas características. Alves (1986) estableció que la virulencia de un entomopatógeno se puede evaluar en el laboratorio con insectos susceptibles y expresada por medio del TL<sub>50</sub>.

Los resultados de alta patogenicidad del aislado 447 se asemejan a los de Badilla y Alves (1991), al determinar que este aislado era el más virulento contra el picudo de la caña, presentando un TL<sub>50</sub> bajo y un alto porcentaje de mortalidad.

Estos aislados que presentan las características deseables de un entomopatógeno, se deben de considerar promisorios. Se espera que al aplicarlos a larvas del tercer estadio de *P. xylostella*, produzcan el mayor porcentaje de mortalidad antes de los 7 días. Salinas (1974) establece un promedio de 12.8 días para la fase larval de *Plutella* que comprende cuatro estadios. Esto significa 3.2 días/estadio. El tiempo que transcurre entre la aplicación y el efecto, tiene que ser corto, dado el rápido desarrollo larval de esta plaga.

La falta de una diferencia significativa en el TL<sub>50</sub> y la mortalidad de los primeros 8 aislados (Cuadro 1) se debe posiblemente a que la concentración utilizada en esta fase fue alta, por lo que no se pueden separar los aislados por su virulencia, ya que a esa concentración todos los aislados producen alta mortalidad.

**Potencial de Inóculo.** Los aislados 447, Achi2 y A2 produjeron el potencial de inóculo más alto (31.90x10<sup>5</sup> y 18.40x10<sup>5</sup> y 10.60x10<sup>5</sup> conidios/larva respectivamente). Los aislados Achi5, 167, A4, Achi1 y A7 presentaron promedios bajos en producción de conidios por larva (5.70, 4.10, 2.54, 2.37x10<sup>5</sup> respectivamente) (Cuadro 1). Sin embargo reportan porcentajes altos de mortalidad. El aislado P.V. produjo el menor número de conidios por larva.

La efectividad de una cepa no necesariamente es la alta producción de conidios, sino su virulencia, capacidad de diseminación y viabilidad (Cuadro 1). En

el caso de estos aislados donde la producción de conidios es baja y la mortalidad alta, se puede deducir que no existen genotipos menos virulentos actuando sobre el insecto. El aislamiento A2 presenta una alta producción de conidios, pero produce un porcentaje de mortalidad bajo, esto puede deberse a pérdidas de virulencia y a que predominan los genotipos avirulentos o poco virulentos. Lazo (1990) menciona que la pérdida de virulencia en un cultivo seriado, se debe a la pérdida de genotipos virulentos y que predominen los menos virulentos.

Al determinar que el aislado 447 poseía todas las características de un patógeno epizootico, con el menor TL<sub>50</sub>, el más alto porcentaje de mortalidad y la mayor producción de conidios por larva, permitió seleccionarlo para evaluarlo en fases posteriores.

**Concentración Letal Media (CL<sub>50</sub>).** La concentración para matar al 50% de la población de larvas fue de 2.2x10<sup>5</sup> conidios/ml y para matar al 95% fue de 5.1x10<sup>7</sup> conidios/ml. Un aumento en la concentración produce un incremento en la mortalidad (Cuadro 2). Badilla y Alves (1991) determinaron que al aumentar la concentración de conidios, aumentaba la mortalidad en adultos del picudo de la caña, inoculando con el aislado 447 en las concentraciones 8x10<sup>11</sup>, 8x10<sup>10</sup>, 8x10<sup>9</sup> y 8x10<sup>8</sup> conidios/ml.

Fernández *et al.* (1985) encontraron un aumento en la mortalidad de *Hypothenemus hampei* (Ferrari) al aumentar la concentración de *B. bassiana*. Gutiérrez (1991) determinó que al aumentar la concentración de *B. bassiana* aislado 117, usando las concentraciones 10<sup>8</sup>, 10<sup>7</sup>, 10<sup>6</sup>, 10<sup>5</sup>, 10<sup>4</sup>, 10<sup>3</sup> esporas/ml, aumentaba la mortalidad de *Plutella*. Además calculó la concentración letal media de 4.16x10<sup>5</sup> con/ml; resultados que se asemejan a los obtenidos en esta fase del ensayo.

Las concentraciones 10<sup>9</sup>, 10<sup>8</sup>, 10<sup>7</sup>, no difieren significativamente en cuanto a mortalidad, lo que sugiere que las concentraciones superiores a 10<sup>7</sup> conidios/ml, son altamente patogénicas. Esto también explica porqué no hay diferencia en los aislados en la fase I, pero probablemente a concentraciones menores de 10<sup>7</sup> podrían presentar diferencia entre aislados y permitir su separación por la virulencia (Cuadro 2). Cuando se utilizaron las concentraciones menores, la mortalidad fue más baja. Estos resultados se relacionan con lo propuesto por Ferrán (1978), quien advierte una correlación positiva entre el número de esporas infectivas y la mortalidad. Menciona además que la enfermedad no se desarrolla cuando las concentraciones del hongo son bajas.

Para las concentraciones 10<sup>9</sup>, 10<sup>8</sup>, 10<sup>7</sup> no hubo diferencias significativas en los tiempos letales (Cuadro 2). Los tiempos letales para estas tres concentraciones fueron bajos (1.82, 2.00 y 2.43), lo que significa que la virulencia de este aislado es alta a concentraciones

superiores a  $10^7$  conidios/ml. Las concentraciones  $10^6$ ,  $10^5$  presentaron diferencias significativas en los tiempos letales, ya que al disminuir la concentración aumenta ligeramente el  $TL_{50}$ .

Con estos resultados se puede asegurar que el aislado 447 con las concentraciones  $10^9$ ,  $10^8$  y  $10^7$  conidios/ml es efectivo y se podría usar a la concentración más baja, lo que representa un gasto menor de polvo de conidios y obtener una alta mortalidad de larvas. Esto significa 100 veces menos peso del polvo de conidios a la concentración  $10^7$ , con respecto a la concentración  $10^9$ .

CUADRO 2. Mortalidad de larvas de *P. xylostella* con diferentes concentraciones de *B. bassiana*, aislamiento 447 a los siete días de la inoculación. CATIE, Turrialba, 1992.

Concentración	Mortalidad (%)	$TL_{50}$	L.C. (95%)
$1 \times 10^9$	100.0 a	1.82 a	1.61-2.00
$1 \times 10^8$	96.7 a	2.00 a	1.74-2.22
$1 \times 10^7$	91.7 a	2.43 a	2.16-2.70
$1 \times 10^6$	71.7 b	3.42 b	3.02-3.86
$1 \times 10^5$	55.0 c	4.74 c	4.13-5.60

$TL_{50}$  y % mortalidad con la misma letra no difieren entre sí con  $\alpha = 0.05$

**Evaluación de cinco aislados más patogénicos de *B. bassiana*, a la concentración más virulenta.** Se seleccionaron los aislados 447, A4, 167, Achi2 y Achi5, y se evaluaron con la concentración  $5.1 \times 10^7$  conidios/ml correspondiente a la  $CL_{95}$  determinada en la fase II con el aislado 447.

El aislado 447 presentó el menor  $TL_{50}$  (3.32 días) y fue estadísticamente diferente del aislado A4 (4.14 días). Los aislados 167, Achi2, Achi5 (6.39, 6.67, 7.2 días respectivamente) no difieren entre sí, pero sí de los aislados 447 y A4 (Cuadro 3). Se deduce que cada aislado responde en forma diferente a la concentración  $5.1 \times 10^7$  conidios/ml y no como en la fase I cuando se usó una concentración alta de  $10^9$  conidios/ml, que no permitió encontrar diferencia entre aislados. Esto indica que la virulencia es una característica de cada aislado.

CUADRO 3. Porcentaje de mortalidad, tiempo letal medio ( $TL_{50}$ ) y límites de confianza (L.C.) de cinco aislados de *B. bassiana* a una concentración de  $5.1 \times 10^7$  con/ml, determinada en la segunda fase. CATIE, Turrialba, 1992.

Aislamiento	% Mortalidad (%)	$TL_{50}$ (días)	L.C. (95%)
447	93.33 a	3.32 a	2.81 - 3.78
A4	70.00 b	4.14 b	3.76 - 4.59
167	50.00 c	6.39 c	5.79 - 7.34
Achi 2	43.33 c	6.67 c	5.87 - 8.03
Achi 5	43.33 c	7.26 c	6.28 - 9.09

$TL_{50}$  y % mortalidad con la misma letra no difieren entre sí con  $\alpha = 0.05$ .

El aislado 447 al reportar el menor tiempo letal medio y el porcentaje de mortalidad más alto 93.33% (Cuadro 3), confirma que la  $CL_{95}$  calculada en la segunda fase, realmente mata al 95% de la población de larvas. Los aislados A4, 167, Achi2 y Achi5 no son letales a la concentración de  $5.1 \times 10^7$  conidios/ml lo que indica que para estos la  $CL_{95}$  debe ser más alta. Comparando estos resultados con los de la primera fase, con una concentración alta, demuestra que el  $TL_{50}$  es dependiente de la concentración usada.

La evaluación a una concentración baja, permite separar en forma más estricta entre aislados por su patogenicidad y virulencia, ya que a ese grado demuestra que el aislado es efectivo por su propia virulencia y no por un exceso en su concentración.

#### Evaluación del aislado 447 en el invernadero.

Al determinar el aislado 447 como el más patogénico y virulento y que producía la mayor cantidad de inóculo, se seleccionó para ser evaluado a las concentraciones  $5.1 \times 10^6$ ,  $5.1 \times 10^7$ ,  $5.1 \times 10^8$  conidios/ml. Las dos primeras concentraciones no presentaron diferencia significativa en cuanto a mortalidad (96.67% y 89.17%) respectivamente. La concentración  $5.1 \times 10^8$  fue estadísticamente diferente a las dos anteriores, presentando una mortalidad baja de 13.33% (Cuadro 4). Sin embargo era de esperar que la más baja provocara una mortalidad superior al 50% ya que es incluso superior a la concentración calculada como  $CL_{50}$  en la segunda fase y no ocurrió así debido posiblemente a que la aspersión se hizo sobre las plantas y no sobre las larvas.

CUADRO 4. Mortalidad de larvas de *P. xylostella*, inoculadas con *B. bassiana* aislado 447 en invernadero a diferentes concentraciones. CATIE, Turrialba, 1992.

Concentración	* Muertas (No.)	* Vivas (No.)	* Mortalidad (%)
$5.1 \times 10^8$	38.67 a	1.33 a	96.67 a
$5.1 \times 10^7$	35.67 a	4.33 a	89.17 a
$5.1 \times 10^6$	5.33 b	34.67 b	13.33 b
Testigo	0.00 c	40.00 c	0.00 c

\*Medias seguidas de una misma letra, en una misma columna, no difieren entre sí con  $\alpha = 0.05$  según prueba Duncan.

Los resultados con las concentraciones  $5.1 \times 10^7$  y  $5.1 \times 10^8$  conidios/ml sugieren que las concentraciones superiores de  $5.1 \times 10^7$  son altamente patogénicas para el aislado 447 bajo condiciones de invernadero.

Badilla y Alves (1991) obtuvieron porcentajes altos de mortalidad, usando dosis de  $7.7 \times 10^7$  con/mm<sup>2</sup>, aplicados a trozos de caña para controlar el picudo en el campo con el aislado 447. Además de su eficiencia, encontraron una alta persistencia en el campo.

Al no presentar diferencia significativa las concentraciones  $5.1 \times 10^7$  y  $5.1 \times 10^8$  en cuanto a mortalidad, se puede afirmar que la  $CL_{95}$  determinada en el laboratorio es similar a la del invernadero.

## CONCLUSIONES

- El tiempo letal medio ( $TL_{50}$ ) varía de acuerdo al aislado del hongo, por lo que se puede afirmar que es una característica propia de cada uno.
- Los aislados 447, Achi5, 167, A4, Achi2, Achi1, A3 y A7 de *B. bassiana* presentan alta patogenicidad sobre larvas de *P. xylostella* a una concentración de  $1 \times 10^9$  conidios/ml.
- La concentración letal media ( $CL_{50}$ ) fue de  $2.2 \times 10^5$  conidios/ml para el aislado 447.
- El tiempo letal medio ( $TL_{50}$ ) varió con la concentración del hongo, el cual disminuyó a mayor concentración.
- El aislado 447 fue el más patogénico y virulento contra larvas de *P. xylostella* a una concentración de  $5.1 \times 10^7$  conidios/ml en laboratorio e invernadero. También produjo el potencial de inóculo más alto y el 100% de mortalidad de larvas en el menor tiempo.



Centro de Información en Fitoprotección  
CATIE, 7170  
Turrialba, COSTA RICA

## BIBLIOGRAFIA

- ALVES, S.B. 1986. Controle microbiano de insetos. Sao Paulo, Brasil. Manole. 407 p.
- BADILLA, F.; ALVES, S.B. 1991. Control del picudo de la caña de azúcar. *Sphenophorus levis* Vaurie (Col.:Curculionidae) con *Beauveria bassiana* y *Beauveria brongniartii* en condiciones de laboratorio y campo. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) No. 20-21:34-38.
- FENG, G.M.; JOHNSON, B.J. 1990. Relative virulence of six isolates of *Beauveria bassiana* on *Diuraphis noxia* (Homoptera:Aphididae) Environ. Entomol. 19(3):785-790.
- FERNANDES, P.M.; LECUONA, R.E.; ALVES, S.B. 1985. Patogenicidade de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. a broca-do-café *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera:Scolytidae). Ecosistema (Brasil) 10(1):176-181.
- FERRAN, P. 1978. Biological Control of insect pests by entomogenous fungi. Ann. Rev. Entomol. 23:409-442.
- GUTIERREZ, C. 1991. Control de larvas de *Plutella xylostella* (L.) con la mezcla de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. más Nu-Film 17. Tesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 73 p.
- HABIB, E.M.; ANDRADE, C.F. 1977. Epizootia em larvas de *Brassolis sophorae* (Linnaeus) causada por *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., con estudos de identificação e sintomologia. Anais da Sociedade Entomologica do Brasil. 6(2):230-237.
- LACAYO, L. 1994. El uso de *B. bassiana* para el manejo de la palomilla del repollo *P. xylostella* (L.) en Nicaragua. In Uso de hongos entomopatógenos para el manejo de plagas en Nicaragua. Informe Final del Proyecto Hongos Entomopatógenos. Centro Nacional de Diagnóstico Fitosanitario, MAG. Proyecto CATIE-INTA/MIP (NORAD-ASDI). 1991-1994. s. p.
- LAZO, R.B. 1990. Susceptibilidad de la broca del fruto del café (*Hypothenemus hampei*) al hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* y su tolerancia al oxiclورو de cobre. Tesis Mag.Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 61 p.
- SALINAS, P.J. 1974. Estudios sobre la ecología de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). Ciclo de vida, longevidad y Fecundidad. In Congreso Latinoamericano de Zoología, VI, 1974, México. 17 p.

US\$6.00

# TAMAÑO Y ARREGLO DE LA MUESTRA PARA ESTUDIOS EPIDEMIOLOGICOS DE LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES FOLIARES DEL CAFE (*Coffea arabica* L) EN NICARAGUA

Ramón Mendoza\*  
David Monterroso\*\*  
Yanet Gutiérrez\*\*\*

## ABSTRACT

Three coffee agroecosystems were studied to propose a sample size, low-cost in terms of time requirements, which can estimate the amount of disease with determined precision. An observation plot was established on each farm, and five conglomerates of five plants were chosen randomly. Six lateral branches were marked on each plant totalling 150 branches in the plot. Weekly incidence and severity readings on each branch were taken; information regarding technological level, agronomic management and the plot's physical characteristics were compiled. The proposed size of the sample to evaluate from low percentage (1-3%) of Rust (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.), leaf spot (*Cercospora coffeicola* Berk & Cooke) and anthracnose (*Colletotrichum* sp.) incidence is 15 plants distributed in five conglomerates of three plants each. These diseases behave in an aggregate manner; variance is greater than the mean ( $\sigma^2 > m$ ), according to Taylor's Law, the regression coefficient is greater than that between conglomerates (sites).

## RESUMEN

Se estudiaron tres agroecosistemas de café para proponer un tamaño de muestra que con menor costo, principalmente de tiempo, permita estimar la cantidad de enfermedad. En cada finca se ubicó un lote de observación, donde se tomaron al azar cinco conglomerados de cinco plantas cada uno y en cada planta se marcaron al azar 6 bandolas para un total de 150 por lote. En cada bandola se hicieron lecturas semanales de incidencia, severidad; se colectó información del nivel tecnológico, el manejo agronómico y las características físicas del lote. El tamaño de muestra propuesto, para evaluar desde porcentajes bajos (1-3%) de incidencia, para roya (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.), mancha de hierro (*Cercospora coffeicola* Berk & Cooke) y antracnosis (*Colletotrichum* sp.) es de 15 plantas distribuidas en 5 conglomerados de 3 plantas cada uno. Las tres enfermedades se comportan de forma agregada: la varianza es mayor que la media ( $\sigma^2 > m$ ), según la ley ponderada de Taylor el coeficiente de regresión es mayor que uno ( $b > 1$ ) y la varianza entre plantas es mayor que entre conglomerados (sitios).

## INTRODUCCION

La obtención de información sobre las enfermedades en el campo de manera económica (en tiempo o dinero), eficiente y precisa constituye un problema de tamaño de muestra y plan de muestreo, el cual debe decidirse de acuerdo con la forma de distribución la enfermedad. Por lo tanto, se debe considerar su patrón de distribución en el cultivo. La muestra estará influenciada por la biología del patosistema, pero fundamentalmente por los costos o el tiempo disponible. El objetivo del estudio fué proponer un tamaño de muestra que, con una economía de tiempo, permitiera estimar la cantidad de enfermedad en forma confiable y precisa.

## MATERIALES Y METODOS

**Selección y organización de las áreas de muestreo.** Se seleccionaron tres fincas en diferentes regímenes climáticos (cuadro 1), y con similitudes en cuanto a la variedad, edad, densidad de siembra y donde ocurrieron epidemias evidentes de roya, mancha de hierro y antracnosis.

CUADRO 1. Ubicación y regímenes climáticos de las fincas seleccionadas.

FINCAS	REGION	DPTO	ALTURA (msnm)	PP PROME- DIO ANUAL	T°C	HR %
Pintada	VI	Matagalpa	1050	923.6	22	79
Laguna			850	1133.8	23	78
Asilo	IV	Managua	650	1165	24	85

Recibido: 09/01/95. Aprobado: 25/04/95

\*CONCAFE, CATIE-MAG/MIP. Managua, Nicaragua.

\*\*Proyecto CATIE-MAG/MIP. Apartado P-116. Managua, Nicaragua.

\*\*\*Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.

Para definir un tamaño inicial de muestra, se consideró desconocimiento total del estimador (incidencia) y se supuso que se distribuye binomialmente en una manzana de plantas de café. La ecuación (1) (Monterroso 1978), permitió obtener un número de 25 plantas para poderlas arreglar de manera especial.

$$n = \frac{N}{N \cdot d^2 + 1} \quad (1)$$

donde:

- n = tamaño de la muestra
- N = tamaño de la población
- d = cota superior del error

La propuesta inicial para el arreglo de la muestra, se basó en la naturaleza de las enfermedades como fenómenos biológicos y, en particular, su patrón de dispersión en el campo, lo cual, según Ives y Moon (1987), influye en forma determinante en la selección del plan de muestreo a implementarse. También se toma en cuenta el costo del muestreo en cuanto al uso del tiempo y del esfuerzo físico, en este sentido se consideró el criterio planteado por Scheaffer y Mendenhall (1986), el hecho de que el diseño de la muestra sea por conglomerado se basa en las siguientes consideraciones:

- No está disponible o es muy costoso obtener un marco de referencia que liste los elementos de la población, mientras que uno que liste los conglomerados se puede lograr fácilmente.
- El costo de obtener observaciones se incrementa con la distancia que separa los elementos.

Con las propuestas iniciales, en cada finca se seleccionó un lote y en él, un área consistente de 50 surcos de 50 m cada uno, del cual se tomaron al azar 5 surcos y en cada uno un conglomerado de 5 plantas en donde la primera se eligió al azar.

En cada planta se seleccionaron 6 bandolas, distribuidas en tres estratos, considerando que el comportamiento de las enfermedades del café es diferenciado en estos estratos (Somarriba 1992, Vásquez 1992). En el área de observación había 150 bandolas por cada finca.

Durante 40 semanas se hicieron recuentos semanales de la incidencia (10 de mayo de 1991 al 6 de febrero de 1992).

## Análisis e interpretación de los datos

**Tamaño de muestra.** Dado el supuesto de que las enfermedades se distribuyen agregadamente, se analizó el tamaño de la muestra conforme la ley ponderada de Taylor (1984), la cual refleja los cambios de agregación de la enfermedad conforme las variaciones de su densidad y establece que la varianza de la muestra está relacionada con la media, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$S^2 = am^b \quad (2)$$

El estudio del tamaño de la muestra se realizó utilizando la ecuación derivada por Campbell (1990), la cual se basa en el argumento de que C.V. está relacionado inversamente con el tamaño de la muestra y obtiene:

$$n = \frac{(a * m^{b-2})}{(C.V.)^2} \quad (3)$$

En donde:

- n = Tamaño de la muestra.
- a y b = Coeficientes empíricos de la regresión.
- m = Promedios de incidencia.
- C.V. = Coeficiente de Variabilidad de la media.

**Arreglo de la muestra.** Se consideró la ley ponderada de Taylor, de acuerdo con la cual se toman los siguientes criterios de decisión: si  $b < 1$ , se supone una distribución uniforme; si  $b = 1$ , se supone aleatoria y si  $b > 1$ , se supone agregada.

**Eficiencia relativa del muestreo.** Esta se calculó por conglomerados de tamaño igual, en relación con el muestreo aleatorio simple según la siguiente ecuación:

$$RE = \frac{S_w^2}{M * S_b^2} \quad (4)$$

donde:

- R.E = Eficiencia Relativa.
- $S_w^2$  = Cuadrado medio de los elementos de la población (plantas).
- M = Número de plantas que forman el conglomerado.
- $S_b^2$  = Cuadrado medio de las medias de conglomerados de la población.

## RESULTADOS Y DISCUSION

**Tamaño de la muestra.** El número de muestras puede estar limitado por la biología del sistema, los costos o las consideraciones de tiempo (Campbell 1990). Se espera que los factores biológicos y los costos puedan manejarse, y que se disponga de criterios para definir un tamaño de muestra óptimo o para establecer cierta confiabilidad para tomar un número determinado de muestras a partir de una población dada.

Este estudio debería repetirse en el tiempo y el espacio; pues con estos datos no se pretende encontrar el tamaño óptimo de muestras, pero si sustentar estadísticamente lo realizado en el campo, y recomendarlo desde el punto de vista práctico. Por lo tanto, no se habla de tamaño óptimo de muestra si no de número mínimo de muestras a evaluar con base en una variabilidad determinada.

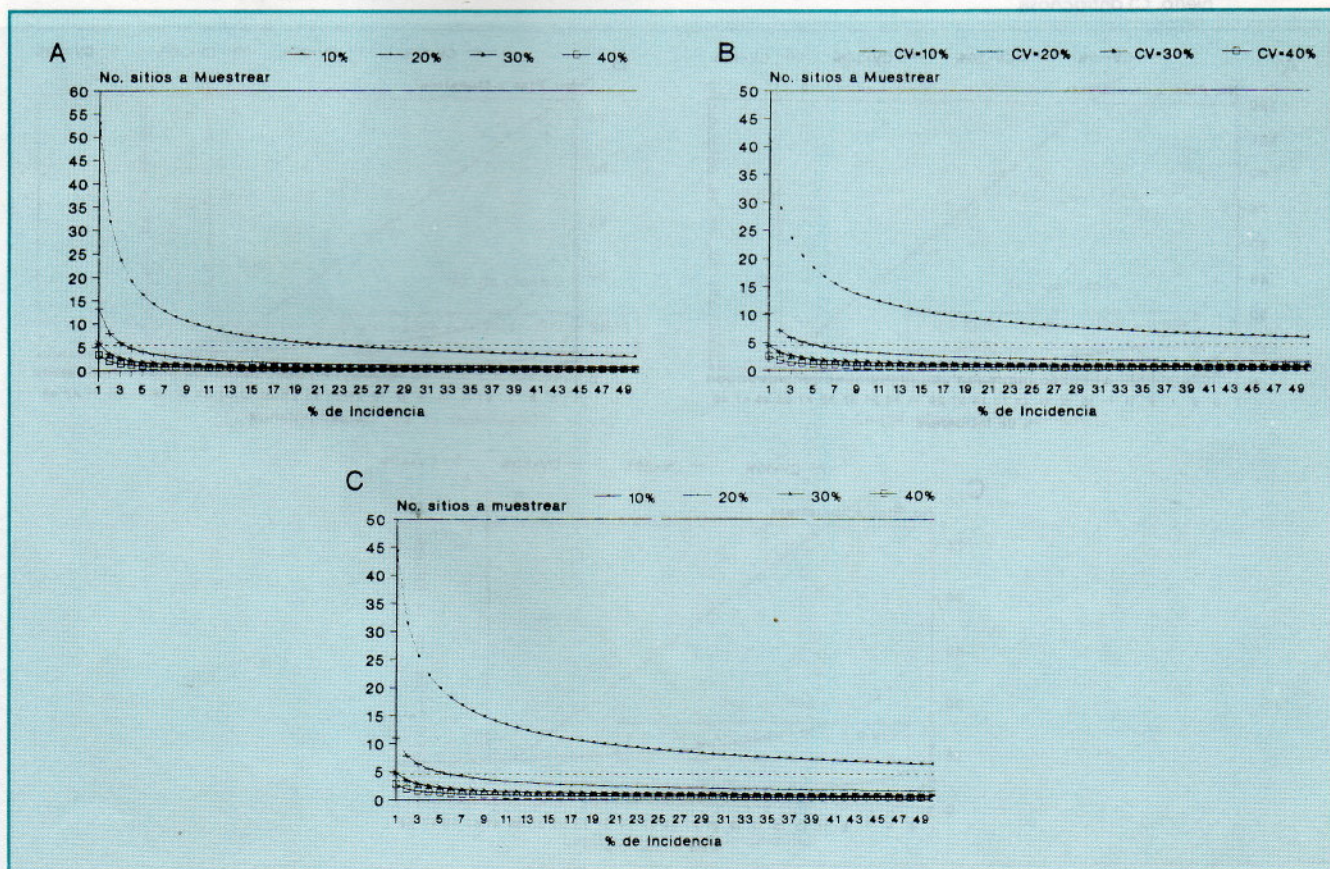
En este sentido y teniendo en cuenta la Fig. 1, por definición el número de sitios requerido para estimar la incidencia de roya, mancha de hierro y antracnosis es de 5 sitios, cuando se acepta tener un 30% de variabilidad en promedio (C.V). El número de sitios aumenta de acuerdo a la forma en que la media de la incidencia disminuye. O sea, que a menor media, mayor n, también se observa que esta relación es más

estrecha conforme disminuye el coeficiente de variación que se asigna. En otras palabras, que a menor coeficiente de variación propuesta como confiabilidad del promedio, el tamaño de la muestra es mayor (n). Esto coincide con Daamen (1986, citado por Campbell 1990), en su estudio con el patosistema mildiú polvoriento en trigo.

La diferencia con este trabajo reside en que se trata de dos patosistemas diferentes y que ellos contaron con los recursos para levantar un número mayor de muestras durante 4 años consecutivos, la confiabilidad de estos datos está prácticamente asegurada. En la presente comparación, aunque no se dan repeticiones en ciclos de producción, los datos proceden de 20 fechas diferentes, lo cual ofrece cierta seguridad para el empleo de estos resultados, dado el nivel de conocimiento logrado sobre la interacción planta-patógeno-ambiente.

El tamaño mínimo de plantas necesarias para estimar la incidencia de roya, asignando un 30% de variabilidad de la media, es de 12 plantas a evaluar para detectar porcentajes (promedio) bajos de incidencia (1%), para la mancha de hierro y la antracnosis el tamaño mínimo requerido de plantas fue de 9. Nótese la relación inversa entre la media de incidencia y el tamaño de la muestra (Fig. 2).

Fig. 1. Determinación del número mínimo de sitios para estudiar tres enfermedades foliares del café: A) roya, B) mancha de hierro, C) antracnosis.





Sukhatme & Sukhatme (1970) proponen para la determinación de la varianza de la media en muestreo por conglomerado la siguiente ecuación:

(5)

$$V_{\text{sitios}} = \left(\frac{1}{n} - \frac{1}{N}\right) S_b^2 + \frac{1}{n} \left(\frac{1}{m} - \frac{1}{M}\right) S_w^2$$

Donde,

$S_b^2$  = Cuadrado medio entre sitios (conglomerado).

$S_w^2$  = Cuadrado medio dentro de los elementos del conglomerado (plantas).

Esta expresión para la varianza de la media de la muestra en un muestreo de dos etapas (sitios y plantas), señala que la precisión, aparte de los valores de sus respectivas varianzas  $S_b^2$  y  $S_w^2$ , depende de la distribución de la muestra en los dos estados, en otras palabras  $n$  y  $m$ .

El costo del muestreo (tiempo) depende de los valores de  $n$  y  $m$ .

El interés con esta investigación es el de reducir el costo (tiempo) conservando la varianza obtenida en el muestreo. Para llevar a cabo esta minimización, Sukhatme & Sukhatme (1970) proponen la siguiente ecuación de aproximación:

$$m^2 = \frac{C_1}{C_2} * \frac{S_w^2}{S_b^2} \quad (6)$$

$$m = \sqrt{\frac{C_1 * S_w^2}{C_2 * S_b^2}} \quad (7)$$

Donde,

$C_1$  = Costo de muestreo por conglomerado.

$C_2$  = Costo de muestreo por planta.

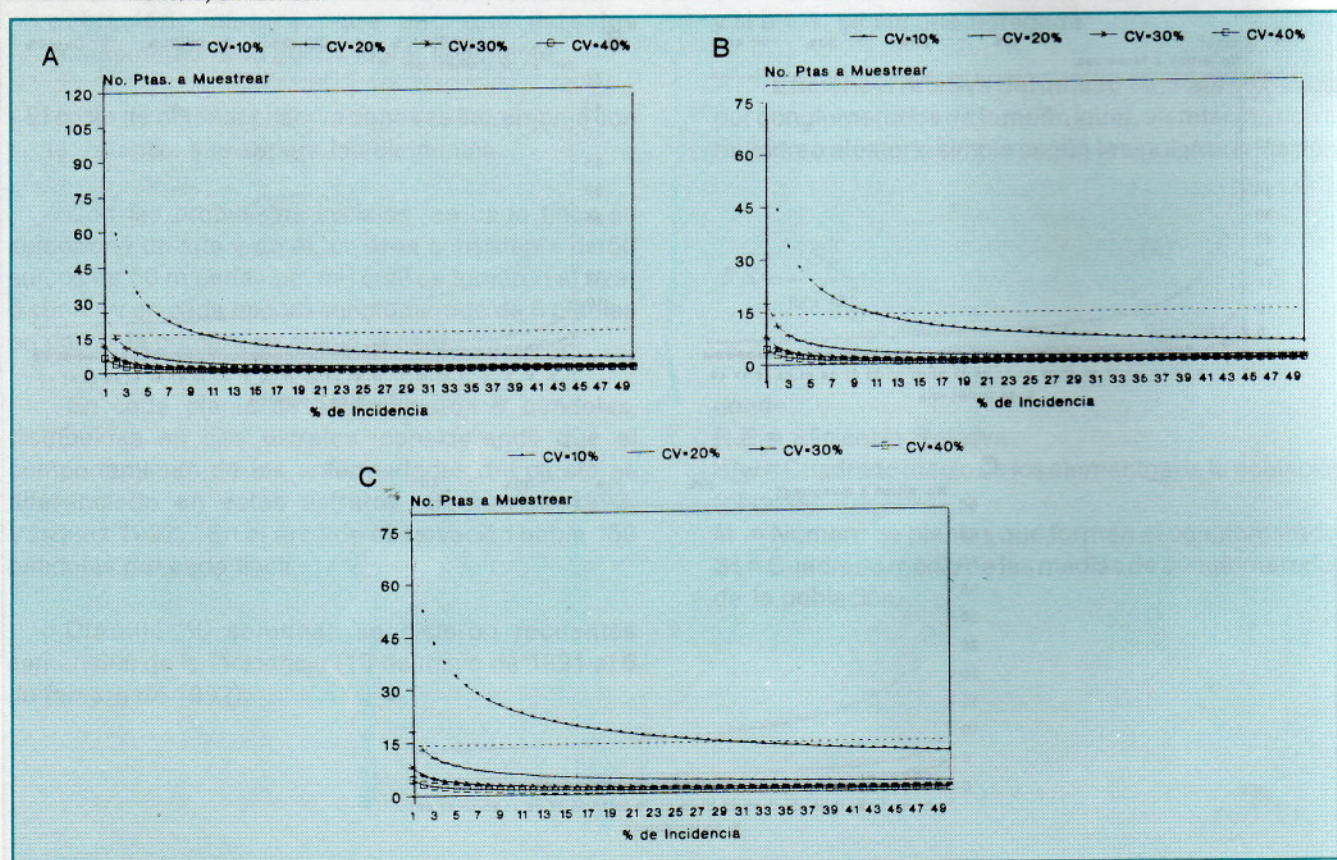
Entonces, los tiempos que se usaron para el muestreo fueron de 5 minutos por planta ( $C_2$ ) y 25 minutos por sitio ( $C_1$ ), lo cual establece que:

Roya:  $m = \sqrt{\frac{276.82 * 25}{147.3 * 5}} = 3.06$

Mancha de hierro:  $m = \sqrt{\frac{92.43 * 25}{70.5 * 5}} = 2.56 \approx 3$

Antracnosis:  $m = \sqrt{\frac{25.326 * 25}{20.5 * 5}} = 2.49 \approx 3$

Fig. 2. Determinación del número mínimo de plantas para estudiar tres enfermedades foliares del café: A) roya, B) mancha de hierro, C) antracnosis.



De acuerdo con estos argumentos se puede evaluar la incidencia en estas tres enfermedades con los niveles de variación estimados en este estudio, seleccionando 15 plantas distribuidas en 5 conglomerados de 3 plantas cada uno. Para verificar esta relación  $m, \sigma^2$  se considera necesario regresar al campo para levantar información de por lo menos 25 sitios en varios lugares y para 3 momentos de las epidemias (inicio, intermedio y final).

**Comprobación del arreglo de la muestra.** La distribución espacial es la principal característica ecológica propia de las especies; experimentarlo o investigarlo es difícil, porque en poblaciones restringidas se altera la distribución natural.

En la práctica, las distribuciones de frecuencia siguen un patrón desconocido y erráticamente afectado por factores tales como la incursión de parásitos o depredadores y pérdidas del hospedante, así como de factores menores que generan consecuencias importantes. En la realidad, todo lo que puede ser efectivamente medido en programas de muestreo rutinario, es a través de la media y la varianza. Estas se han combinado en varias vías para producir coeficientes o índices de agregación como ayuda conceptual en el manejo de datos (Taylor 1984).

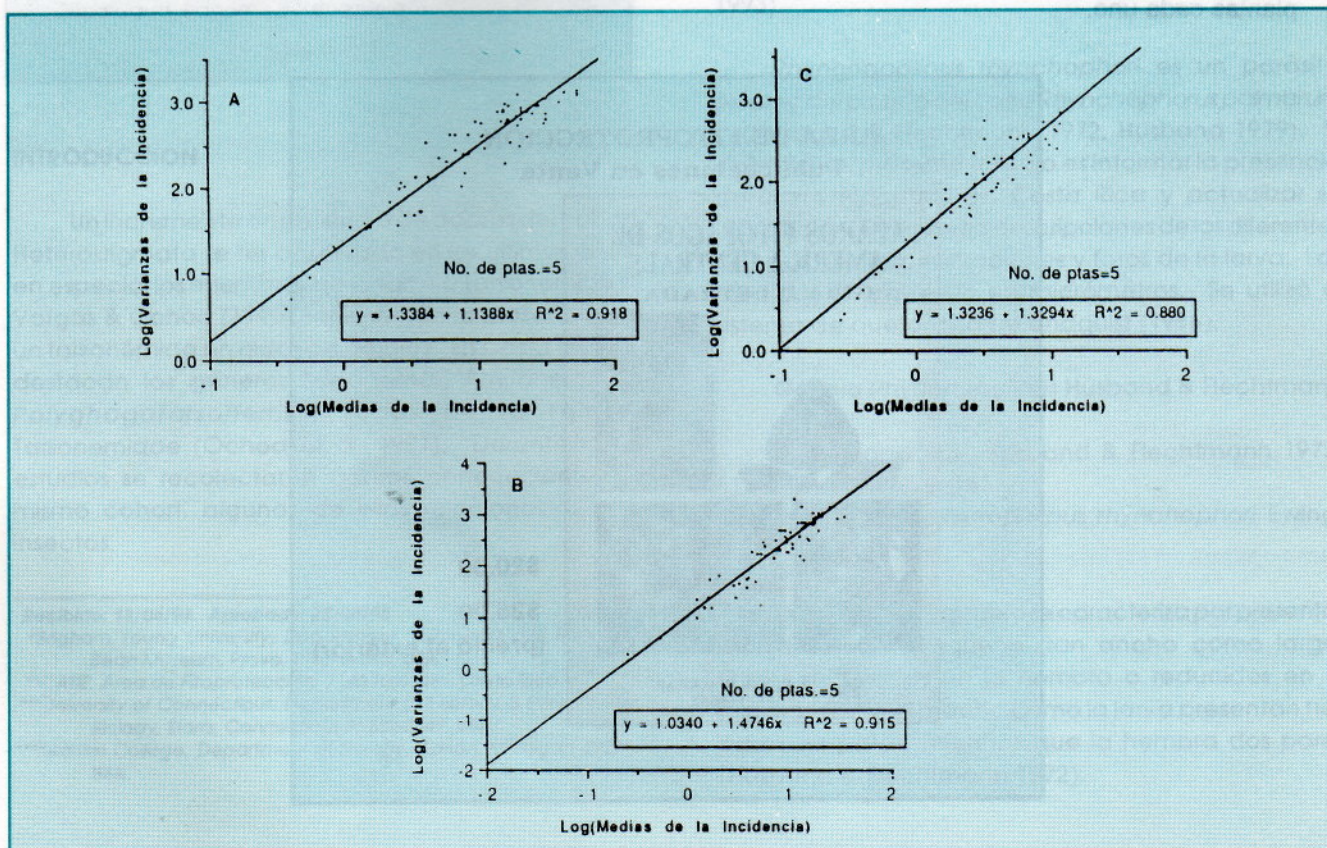
Los coeficientes empíricos de la regresión obtenidos en la relación media ( $m$ ) varianza ( $\sigma^2$ ) estiman que el tipo de distribución que presentan las enfermedades bajo estudio es agregado. Se demostró consistentemente para la roya, mancha de hierro y antracnosis, que la varianza ( $\sigma^2$ ) es mayor que la media ( $m$ ), lo cual coincide con la distribución de agregados crecientes. El argumento de agregación se sustenta más fuertemente cuando se constata que para las tres enfermedades  $b > 1$  (Fig 3).

Las tres enfermedades muestran índices de agregación diferentes (Fig. 3), esto se debe principalmente a que la agregación es algo experimentado por cada individuo y depende del número total presente.

**Determinación de la eficiencia del muestreo.**

Para las tres enfermedades, la eficiencia relativa del muestreo en relación con el muestreo simple aleatorio, aumentó conforme disminuyó el número de elementos del conglomerado. Según Sukhatme & Sukhatme (1970) el tamaño del conglomerado influye sobre la eficiencia del muestreo para extraer varianza entre individuos. En general cuanto más pequeño es el conglomerado, más exacta será la estimación de la característica de la población para un número dado de elementos en la muestra, lo cual significa que el muestreo por conglomerado será eficiente si los conglomerados se forman de tal manera que la

Fig. 3. Relación del logaritmo de la varianza y logaritmo de la media para la incidencia de la roya (A), mancha de hierro (B) y la antracnosis (C) del café a partir de muestreo por conglomerados.



varianza entre sus medias sea la menor posible, mientras que la varianza dentro de los elementos del conglomerado, la mayor posible, lo cual se cumplió en este estudio.

Dado que el asentamiento o depósito del inóculo primario es aleatorio y está influido por factores externos a la planta, y que el proceso secundario o de dispersión está influido principalmente por la distancia del tejido susceptible; se puede establecer que una eficiencia intermedia sería recomendable a fin de equilibrar lo aleatorio de la infección primaria con lo "agregado" o "de contagio" de las infecciones secundarias. Por eso se recomienda mantener el mismo número de sitios, y es factible bajar de cinco a tres plantas el tamaño del conglomerado.

### CONCLUSIONES

- Las enfermedades en estudio roya, mancha de hierro y antracnosis presentaron un comportamiento agregado.
- La varianza dentro de conglomerados (planta) siempre fue mayor que entre conglomerados (sitio), justificando la importancia de usarlos como un argumento principal en el muestreo de las tres enfermedades.
- Para evaluar la incidencia de roya (*Hemileia vastatrix* Berk & Br), mancha de hierro (*Cercospora coffeicola* Berk & Cooke) y antracnosis (*Colletotrichum* sp.) del café se deben tomar para evaluar como mínimo 15 plantas distribuidas en 5 conglomerados de tres plantas cada uno.

### BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- CAMPBELL, C.L y LAURENCE, V.M. 1990. Introduction to plant disease epidemiology. New York. 532 p.
- IVES, P.M y MOON, R.D. 1987. Sampling theory and protocol for insects. In P. S Teng. Crop Loss Assessment and Pest Managemet. the American Phytopathological Society.
- MONTERROSO, S.D. 1978. Agente causal e importancia del papatillo del jitomate en el Estado de Morelos. Tesis Dr. en Ciencias. Universidad de Chapingo, Colegio de postgrados. Mexico. 79 p.
- SUKHATME, P.V y SUKHATME, B.V. 1970. Sampling theory of surveys whith applications. Ames, Iowa, Iowa State University Press. p. 452.
- SCHAEFFER, R.L. y MENDENHALL, W. 1987. Elementos de muestreo. México, D.F. Iberoamericana. p. 321.
- SOMARRIBA, B.G. 1992. Epidemiología de la "mancha de hierro" del café (*Cercospora coffeicola* B. & Ck.) en las regiones norte y pacífico de Nicaragua. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. 79 p.
- TAYLOR, R.R. 1984. Assessing and interpreting the spatial distributions of insect populations. Ann. Rev. Entomol. 29:321-57.
- VASQUEZ, C.O. 1992. Epidemiología de la "roya" del café (*Hemileia vastatrix* B. & Br.) en las zonas norte y pacífico de Nicaragua. Managua, Universidad Nacional Agraria. 56 p.

**AREA DE FITOPROTECCION**  
**Publicaciones en Venta**

**ACAROS FITOFAGOS DE AMERICA CENTRAL: GUIA ILUSTRADA**



**\$20.00**  
**\$25.00**  
**(precio al exterior)**

 **R. OCHOA, H. AGUILAR y C. VARGAS**

*Rhynchopolipus rhynchophori* (Ewing)  
**NUEVO REPRESENTANTE DE LA ACAROFAUNA COSTARRICENSE**  
 (ACARI: PODAPOLIPIDAE)

Ronald Ochoa\*  
 Carlos Vargas\*\*  
 Piotr Naskrecki\*\*\*  
 Robert W. Husband\*\*\*\*

**ABSTRACT**

A new record for Costa Rica is described and illustrated: *Rhynchopolipus rhynchophori* (Ewing) (Acari: Podapolipidae). *R. rhynchophori* was collected from the palm weevil *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae). This species has been related to palm weevil in Brasil, Belize, Colombia, Nicaragua, Panama and Venezuela.

**RESUMEN**

Se informa por primera vez la presencia en Costa Rica de *Rhynchopolipus rhynchophori* (Ewing) (Acari: Podapolipidae). Este fue recolectado de los élitros del picudo del coco *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae). Esta especie ha sido relacionada con el picudo en Brasil, Belize, Colombia, Nicaragua, Panamá y Venezuela.

**INTRODUCCION**

Un incremento en el estudio de ácaros del cohort Heterostigmata se ha observado en los últimos años, en especial los miembros de la familia Tarsonemidae. Vargas & Ochoa (1990) informan de la presencia de un tarsonémido en nidos de pájaros. En Costa Rica se destacan los géneros *Tarsonemus*, *Phytonemus* y *Polyghagotarsonemus*, todos de la familia Tarsonemidae (Ochoa et al. 1991). Durante estos estudios se recolectaron ácaros pertenecientes al mismo cohort, algunos de ellos relacionados con insectos.

**Recibido: 13/04/94. Aprobado: 25/04/95**

\*Brigham Young University, Department of Zoology, 335 Monte L. Bean Museum, Provo, Utah 84602, USA.

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

\*\*\*University of Connecticut, Department of Ecology & Evolutionary Biology, Storrs, Connecticut 06269-3042, USA.

\*\*\*\*Adrian College, Department of Biology, Adrian, Michigan 49221, USA.

Los podapolípidos se encuentran entre las familias conocidas que parasitan insectos, los cuales están emparentados con la familia Tarsonemidae. Los podapolípidos son considerados "grupo hermano" de los tarsonémidos, ambas familias ubicadas dentro de la superfamilia Tarsonemoidea (Lindquist 1986).

Los ácaros de la familia Podapolipidae, encontrados al presente, son parásitos externos incluyendo espiráculos y tráqueas de diferentes órdenes de insectos (Husband 1990, 1992; Krantz 1986). Estos ácaros se caracterizan por la reducción en número de patas y partes del gnatosoma. La cantidad de patas varía según el género, sexo y ciclo de vida estudiado. Los órdenes de insectos parasitados por esta familia de ácaros son: Orthoptera, Coleoptera e Hymenoptera (Husband 1986, Krantz 1986). Las familias de coleópteros afectadas son: Carabidae, Curculionidae, Chrysomelidae y Tenebrionidae, con más de 38 géneros informados (Husband 1986, 1989, 1993).

*Rhynchopolipus rhynchophori* es un parásito externo del picudo del coco *Rhynchophorus palmarum* L. (Husband & Flechtmann 1972, Husband 1979). El objetivo del presente trabajo es informar la presencia de *R. rhynchophori* en Costa Rica y actualizar su distribución. Se incluyen descripciones de los diferentes estados de vida, ilustraciones y fotos de la larva. Las medidas se expresan en micrómetros. Se utilizó el sistema de quetotaxia de Lindquist (1986).

**Género** *Rhynchopolipus* Husband & Flechtmann

*Rhynchopolipus* Husband & Flechtmann 1972: 519; Husband 1979: 165.

Especie tipo: *Tetrapolipus rhynchophori* Ewing, 1924.

**Diagnóstico:** El género se caracteriza por presentar un gnatosoma pequeño, tan ancho como largo. Quelíceros cortos en la hembra o reducidos en el macho. Tanto el macho como la larva presentan tres pares de patas, mientras que la hembra dos pares (Husband & Flechtmann 1972).

*Rhynchopolipus rhynchophori* (Ewing)

*Tetrapolipus rhynchophori* Ewing, 1924, Husband & Flechtmann 1972: 519.

*Rhynchopolipus rhynchophori* (Ewing) Husband & Flechtmann 1972: 519; Husband 1979: 165.

**Hembra:** Gnatosoma tan largo como ancho, con quelíceros relativamente cortos y anchos en la base. Estigmas lobulados y ligeramente chatos, colocados de forma lateral al gnatosoma. El propodosoma es un tercio del ancho del metapodosoma. El metapodosoma y opistosoma están fusionados. El idiosoma presenta cinco placas, la primera más ancha que larga, las otras en pares y de tamaño similar. Dos pares de patas. Las patas con un empodio tarsal largo y en forma de gancho (Husband & Flechtmann 1982).

**Macho:** Gnatosoma tan largo como ancho, con quelíceros parcialmente reducidos y un par de palpos pequeños. Propodosoma con dos pares de setas cortas y un par de setas largas. Metapodosoma con dos placas, cada una con tres setas de tamaño diminuto. Opistosoma con una reticulación dorsolateral y varias laterales. El aedeagus en forma de flecha, grueso y largo, localizado dorsalmente y dirigido hacia adelante, sobrepasa el margen anterior del gnatosoma (Husband & Flechtmann 1972, Husband 1979). Tres pares de patas con una uña empodial en el tarso I y dos uñas empodiales en los tarsos II y III (Husband & Flechtmann 1972). Dos solenidios en el tarso I, casi tan largos como el mismo tarso. Un solenidio en la tibia I, un medio de la longitud del segmento.

**Larva** (Figs. 1-6): Largo  $491.2 \pm 11.9$ , ancho  $274 \pm 13.4$ . Gnatosoma (Fig. 5): largo  $97.5 \pm 4.5$ , ancho  $112.0 \pm 1.5$ . Presenta dos palpos diminutos. Quelíceros pequeños. Setas  $v_1$ ,  $v_2$ ,  $c_1$ ,  $c_2$ ,  $d$ ,  $f$  y  $h_2$  setiformes. Setas  $Sc_2$  ( $225.2 \pm 6.7$ ) y  $h_1$  ( $395 \pm 17$ ) filiforme (Fig. 6). La placa propodosomal de forma trapecial. Las placas metapodosomales I y II fusionadas. La placa opistosomal más larga que ancha. Ventralmente los apodemas ligeramente marcados. Husband & Flechtmann (1972) presentan un dibujo de la larva con los apodemas anteriores marcados y conectados. Setas 1a, 2a y 3b setiformes. Patas I ( $115 \pm 2$ ) y II ( $116 \pm 5$ ) de similar tamaño. Patas III ( $137 \pm 2$ ) más largas que las otras. Fémur I y genu I con tres setas. Fémur II con dos setas. Una uña empodial en el tarso I y dos uñas empodiales en los tarsos II y III.

**Distribución:** *Rhynchopolipus rhynchophori* fue recolectado del picudo del coco (*Rhynchophorus palmarum* L.) en los siguientes lugares: Middlesex y Stann Creek en Belize (rotulado en el portaobjetos como Honduras Británica); Bahía e Ilheus en Brasil;

Muzo en Colombia; Puerto Cabezas en Nicaragua; Bugaba en Panamá y Río Caura en Venezuela (Husband 1993). En Costa Rica fue recolectado en La Margot, Turrialba, provincia Cartago (29-XI-1989, col: Carlos Vargas). De los nueve especímenes encontrados en Costa Rica, ocho se encuentran depositados en la colección de referencia del Proyecto MIP, CATIE y uno como referencia se encuentra en la colección del Adrian College, Adrian, Michigan, USA.

**Nota:** Las nueve larvas de *R. rhynchophori* recolectadas estaban localizadas en la parte anterior y hacia el centro del metatergum de una hembra de *Rhynchophorus palmarum* L. (Coleoptera: Curculionidae). Dicha área en el insecto está protegida por las alas membranosas primero y posteriormente por los élitros, al estar estos replegados sobre el cuerpo del insecto. Cuando las poblaciones del ácaro son altas, éstos pueden ser localizados sobre las alas membranosas y la parte interior de los élitros.

## DISCUSION

Algunos de los podapolípidos conocidos son: 1) parásitos internos, atacando el sistema respiratorio del insecto, 2) parásitos externos, como *R. rhynchophori* que se localizan en la base de los élitros, sobre las alas membranosas y el tergum del insecto.

Altas poblaciones de ácaros parásitos, pueden ocasionalmente causar la muerte de su hospedante (Krantz 1986). El picudo del coco tiene importancia en la región centroamericana debido a la transmisión del nematodo del anillo rojo sobre coco, palma africana y palmeras ornamentales. Son necesarios estudios acarológico-ecológicos, interrelación ácaro-picudo-planta y evaluaciones de la distribución de *R. rhynchophori*.

Se estima que otros géneros de la familia Podapolipidae se pueden localizar en Costa Rica, algunos sobre insectos de importancia económica. Ellos son: *Archipolipus*, *Chrysomelobia*, *Coccipolipus*, *Dorsipes*, *Ovacarus*, *Podapolipus* y *Kurosapolipus*. El género *Eutarsopolipus* fue recolectado sobre un carabido (Coleoptera) en Costa Rica; la identificación del insecto está pendiente, además, se necesita material adicional para la identificación de la especie del ácaro (Husband 1993 correspondencia personal).

## AGRADECIMIENTOS

Al Sr. Robert L. Smiley, USDA, ARS, Maryland, USA, por su contribución con literatura usada en este trabajo. Al Dr. Ferron L. Andersen, Universidad de Brigham Young, Departamento de Zoología, por su ayuda en el trabajo fotográfico. Al Proyecto MIP, CATIE, Costa Rica. A la Universidad de Brigham Young, Departamento de Zoología y Museo de Ciencias Monte L. Bean por el financiamiento, equipo y material utilizado en este estudio.

## REFERENCIAS

- HUSBAND, R.W. 1979. The reproductive anatomy of male *Rhynchopolipus rhynchophori*, parasitic mite of the palm weevil. *Micron* 10(3):165-166.
- HUSBAND, R.W. 1986. New *Podapolipus* spp. (Acari: Podapolipidae) from Australia and Hawaii. *International Journal of Acarology* 12(4):187-209.
- HUSBAND, R.W. 1989. Status of the genus *Podapolipus* (Acari: Podapolipidae). In: *Progress in Acarology*, vol. I. Eds. Channabasavanna G.P. & Viraktamath C.A. Oxford & IBH Publis. Co. New Delhi, 279-285.

HUSBAND, R.W. 1992. A new species of *Archipolipus* (Acari: Podapolipidae), an ectoparasite of *Canthon monilifer* from Bolivia. *International Journal of Acarology* 18(3):195-199.

HUSBAND, R.W.; Flechtmann, C.H.W. 1972. A new genus of mite, *Rhynchopolipus*, associated with the palm weevil in Central and South America (Acarina, Podapolipidae). *Rev. Brasil. Biol.* 32(4):519-522.

KRANTZ, G.W. 1986. *A manual of Acarology*. 2 ed (emended). Oregon State University Book stores. 509 p.

OCHOA, R.; SMILEY, R.L.; SAUNDERS, J.L. 1991. The family Tarsonemidae in Costa Rica (Acari: Heterostigmata). *International Journal of Acarology* 17(1):41-86.

VARGAS, C.; OCHOA, R. 1990. Medios de cultivo contaminados por *Tarsonemus bilobatus* Suski (Acari: Tarsonemidae) y redescrpción de la especie. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 18:19-23.

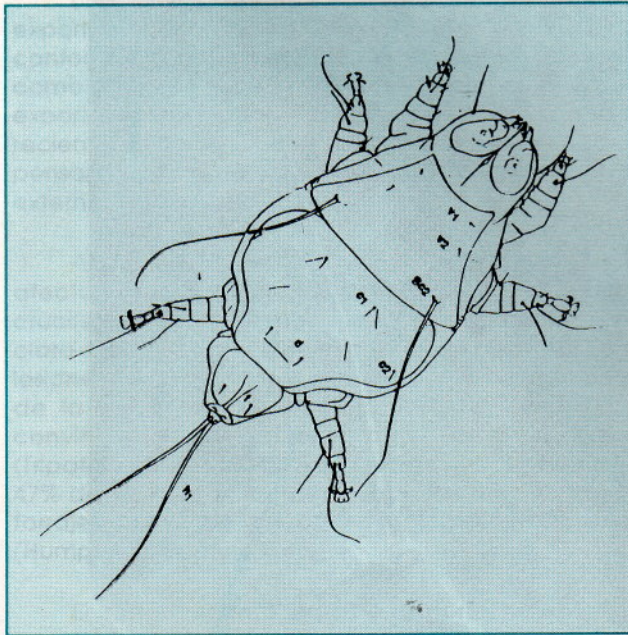


Fig. 1. *Rhynchopolipus rhynchophori* (Ewing), larva: aspecto dorsal.

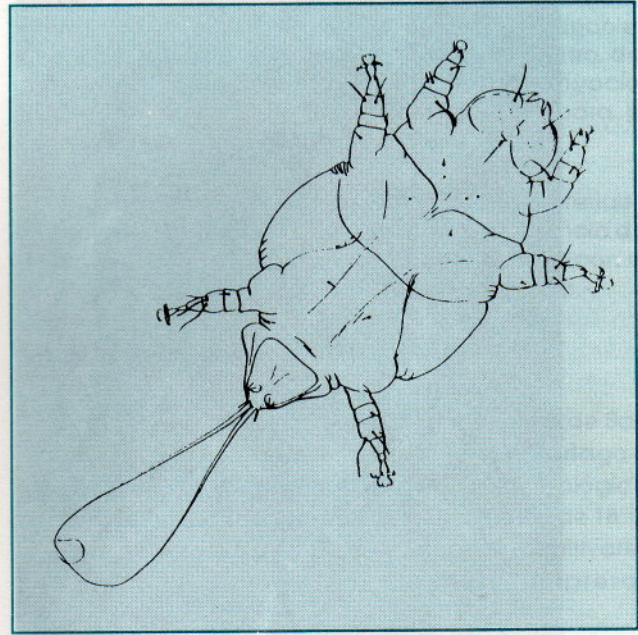


Fig. 2. *Rhynchopolipus rhynchophori* (Ewing), larva: aspecto ventral.

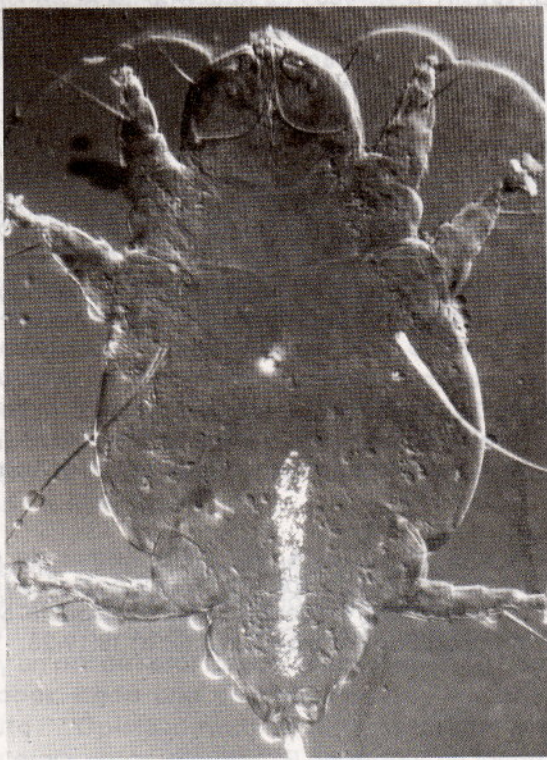


Fig. 3.



Fig. 5.



Fig. 4.

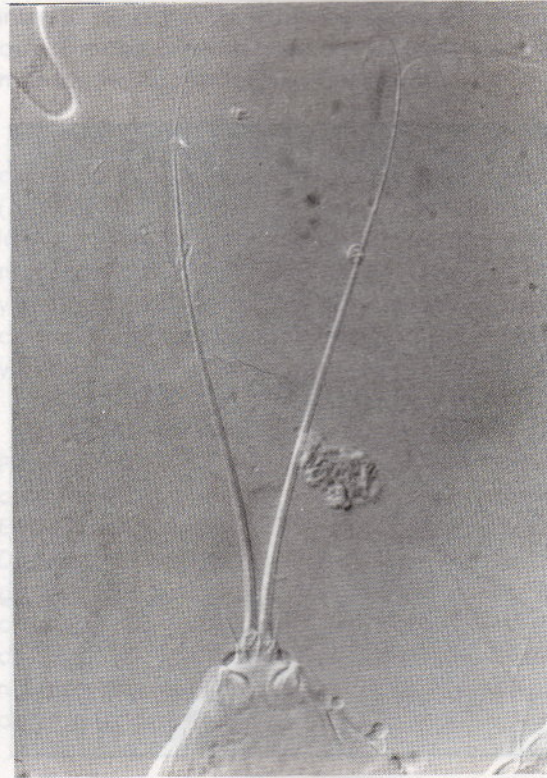


Fig. 6.

Distribución: *Rhynchopolipus rhynchophori* fue  
Fig. 3-6. Fotomicrografías de la larva de *Rhynchopolipus rhynchophori* (Ewing), con el sistema Nomarski. 3. Aspecto dorsal. 4. Aspecto ventral.  
5. Detalle del gnatosoma. 6. Detalle de las setas caudales ( $h_1$ ).

# INCIDENCIA DE *Alternaria* sp. Y TALLO HUECO EN DIECISEIS CULTIVARES DE BROCOLI (*Brassica oleracea*) VAR. ITALICA EN SAN PABLO DE OREAMUNO, CARTAGO, COSTA RICA

José E. Monge Guevara\*  
 Jorge Bolaños\*  
 Harold Pacheco\*

## ABSTRACT

Sixteen cultivars of brócoli were tested for incidence of *Alternaria* sp. and the physiological disorder, hollow stem, and their relationships with the yields in the district of San Pablo, province of Cartago, Costa Rica. Weight and diameter of the heads was not correlated with *Alternaria* sp. Green Belt and Patriot had good yields and high tolerance to *Alternaria* sp. Emerald City, Pirata, Green Valiant and Marathon had high yields and incidence of *Alternaria*. Hollow stem was more severe in the high yielding cultivars Green Belt, Marathon and Emerald City. Plant density, in different altitudes to reduce the incidence of the hollow stem should be studied. Cultivars with high tolerance to *Alternaria* sp. are recommended.

## RESUMEN

Se evaluaron 16 cultivares de brócoli *Brassica oleracea* var. itálica, en relación con la incidencia de *Alternaria* sp. y el desorden fisiológico "tallo hueco" y sus correlaciones con la producción. No existieron correlaciones entre peso y diámetro de las inflorescencias de brócoli en relación con *Alternaria* sp. Green Belt y Patriot dieron buenos rendimientos y tolerancia hacia *Alternaria* sp. La incidencia de *Alternaria* fue alta en Emerald City, Pirata, Green Valiant y Marathon, a pesar de sus buenas producciones. El tallo hueco fue más severo en cultivares con altos rendimientos como Green Belt, Marathon y Emerald City. Se deben estudiar las densidades adecuadas de siembra a diferentes altitudes, para reducir la incidencia de tallo hueco. Se recomiendan cultivares tolerantes a la enfermedad para asegurar la sanidad en las zonas productoras.

## INTRODUCCION

Uno de los factores que ha incrementado las exportaciones en Costa Rica en los últimos años, es la conformación de una oferta de "productos nuevos", como el brócoli el cual posee gran potencial para su exportación hacia terceros mercados. Sus cualidades recientemente descubiertas contra el cáncer hacen pensar en un aumento de su demanda en los mercados externos (Monge 1992).

*Alternaria brassicae* es uno de los patógenos que afectan con frecuencia las hojas y tallos de las crucíferas. Causa manchas redondas de color café claro a oscuro en forma de anillos concéntricos. Las lesiones en las vainas son directamente responsables de la marchitez y decoloración de las semillas convirtiéndolas en portadoras de la enfermedad (Tripathi y Kaushil 1984). *A. brassicae* se detectó en un 47% de las muestras analizadas de semilla tanto de forrajes como de vegetales del género *brassica* (Humpherson-Jones 1985).

El rango óptimo para la esporulación de *A. brassicae* es de 18 a 24°C con un tiempo de 12 a 14 h después de períodos con humedad relativa de al menos 87%. En épocas de elevada humedad *A. brassicae* reduce drásticamente los rendimientos, más del 50%, de las pérdidas se deben al deterioro del follaje que hace necesaria una copiosa eliminación

de hojas. Los síntomas son más evidentes en las hojas de más edad (Biamonte *et al.* 1984). El tallo hueco es una alteración fisiológica que ocasiona dentro del tallo un resquebrajamiento elíptico, dejando un vacío. Esto hace que el producto no sea apto para el mercado internacional (Nuñez 1988).

Con el objetivo de evaluar distintos materiales genéticos de brócoli en relación con la incidencia de *Alternaria* sp. y tallo hueco y sus correlaciones con el rendimiento, se llevó cabo el presente estudio.

## MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se realizó en el distrito de San Pablo, Cantón de Oreamuno, Provincia de Cartago a una altitud de 2.300 msnm, la estación meteorológica más cercana registra temperaturas promedio de 18°C y humedad relativa de 87%. Se evaluaron 16 cultivares de brócoli, provenientes de siete empresas productoras (Cuadro 1).

El terreno se desinfectó 22 días antes de la siembra de los cultivares mediante el método de solarización descrito por Madriz (1987). Mediante este método con base en la luz solar, el suelo en la zona de Cot de Cartago cercana a San Pablo de Oreamuno se reportan temperaturas de 39°C que permiten el control de varios patógenos del suelo (Mesen 1987). El semillero

Recibido: 17/06/93. Aprobado: 14/02/95.

\*MAG. Dirección de Investigaciones. Apartado 10094. San José, Costa Rica.



**CUADRO 1.** Empresas productoras y días a cosecha de dieciséis cultivares de brócoli. San Pablo Oreamuno, Cartago, 1992.

CULTIVAR	EMPRESA PRODUCTORA	DIAS A COSECHA
Green Belt	Sakata	62
Marathon	Sakata	62
Patriot	Sakata	56
Arcadia	Sakata	56
PSX500485	Sakata	48
Emerald City	Sakata	56
Everest	N.K.	48
Shogun	N.K.	56
Green Valiant	N.K.	56
High Sierra	Asgrow	62
Florette	Asgrow	56
FMX2001	Ferry Morse	48
NS649	Newman Seed	42
Pirata	Peto Seed	56
Viking	Peto Seed	69
Green Lady	Sunblest	56

se sembró el 29 de abril de 1992 y se trasplantó el 10 junio del mismo año. Los insectos y enfermedades se controlaron siguiendo las especificaciones del Manual Técnico del MAG (1990). El control de malezas se realizó en forma manual tanto en el semillero como con posterioridad al trasplante.

Los tratamientos fueron dispuestos en el campo en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. La parcela experimental consistió de cuatro surcos de seis plantas cada uno, a una distancia de 0.50 m e igual espaciado entre surcos, para una densidad de 40.000 plantas/ha. Se evaluaron ocho plantas de los dos surcos centrales, eliminando las hileras laterales en cada parcela en las cuales se evaluaron peso y diámetro de cabezas, así como la incidencia de tallo hueco.

El porcentaje de incidencia de *Alternaria sp.* se definió como el número de hojas infestadas, dividido entre el total de hojas, multiplicado por 100. Se escogieron al azar diez plantas de cada parcela y se realizaron conteos de sus hojas totales e infectadas. En cada evaluación, se eliminaron las dos primeras hojas basales más cercanas al suelo, por ser material de desecho a la hora de la cosecha (Ing. Luis Barrantes, MAG, mayo 1992, com. pers). Su análisis se realizó mediante un diseño de parcelas divididas en el tiempo, consistiendo la parcela en los cultivares evaluados y la subparcela en las fechas de evaluación.

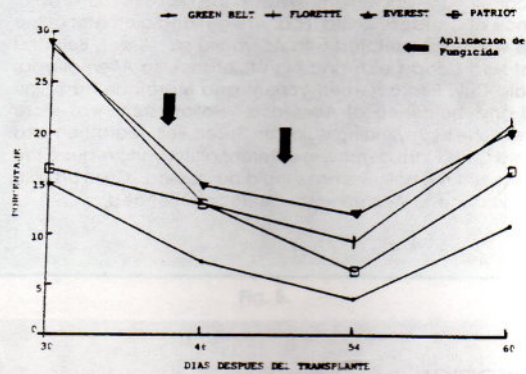
**RESULTADOS Y DISCUSION**

El cultivar de brócoli más susceptible fue Florette, y le siguieron en orden de importancia: Everest, Green Lady, FMX 2001, PSX 50585, Green Valiant, Emerald City, Pirata y Marathon, entre las cuales no hubo diferencias significativas. Los cultivares Emerald City, Pirata, Green Valiant y Marathon obtuvieron los pesos promedio más altos por cabeza y reportan a su vez la incidencia más alta de *Alternaria sp.* (Cuadro 2). No

**CUADRO 2.** Diámetro promedio de cabezas e incidencia de *Alternaria sp.* en 16 cultivares de brócoli. San Pablo de Oreamuno, Cartago, 1992.

CULTIVAR	INCIDENCIA (%)	DIAMETRO (cm)
Florette	81.95 a	14.37 a
Everest	18.08 ab	15.36 a
Green Lady	16.69 abc	14.86 a
FMX 2001	16.55 abc	16.51 a
PSX 50585	15.88 abc	13.80 a
Green Valiant	15.80 abc	14.96 a
Emerald City	15.79 abc	16.75 a
Pirata	15.12 abcd	17.31 a
Marathon	14.69 abcd	16.48 a
NS 649	14.09 abcde	13.19 a
Arcadia	13.65 abcde	14.71 a
Shogun	13.37 abcde	15.46 a
Patriot	13.01 bcde	15.14 a
High Sierra	12.33 cde	15.74 a
Viking	10.06 de	16.97 a
Green Belt	9.07 e	17.08 a

Valores con la misma letra no son significativos al nivel del 5% según prueba de Duncan.



**Fig. 1.** Incidencia de *Alternaria* en cuatro cultivares de brócoli en cuatro evaluaciones. San Pablo de Oreamuno, Cartago, 1992.

**CUADRO 3.** Incidencia de tallo hueco en 16 cultivares de brócoli. San Pablo de Oreamuno, Cartago, 1992.

CULTIVARES	TALLO HUECO (%)
Green Belt	81.60 a
Pirata	77.80 a
Marathon	56.70 ab
FMX 2001	50.70 abc
Emerald City	47.20 abc
Green Valiant	42.90 abcd
Arcadia	29.60 abcd
Florette	26.10 abcd
Viking	25.60 abcd
PSX 50585	18.90 abcd
Shogun	18.80 abcd
Everest	18.70 abcd
Patriot	3.50 bcd
Green Lady	1.40 cd
NS 649	0.00 d
High Sierra	0.00 d

Valores con la misma letra no son significativos al nivel del 5% según prueba de Duncan.

**CUADRO 4.** Correlación del diámetro, peso, incidencia de tallo hueco en relación a *Alternaria sp.*

	PESO	INCIDENCIA TALLO HUECO	INCIDENCIA <i>Alternaria</i>
Diámetro	0.56 *	0.67 *	-0.37
Peso	0.41 (1)	-0.25 (2)	
Incidencia Tallo hueco	-0.08 (2)		

\* significativo  
 (1) Incidencia Tallo Hueco  
 (2) *Alternaria sp.* r = 0.59 (0.05)

obstante, esta enfermedad no incidió de manera agravante en sus rendimientos y mostró correlaciones no significativas en relación con el peso, diámetro de cabezas e incidencia de tallo hueco (Cuadro 3). Por el contrario, cultivares como Green Belt, Viking, High Sierra y Patriot mostraron las menores incidencias. Los cultivares Green Belt y Patriot resultaron con los pesos promedio más altos por cabeza (Cuadro 4), por lo que también sobresalen por su mayor tolerancia hacia *Alternaria* sp.

La Fig. 1 compara a dos cultivares tolerantes hacia *Alternaria* sp., Green Belt y Patriot, y dos materiales más susceptibles como son Florette y Everest. En todos los cultivares, a los 46 y 54 días después del trasplante la incidencia tendió a bajar en relación con la primera fecha de evaluación correspondiente a los 30 ddt; ésto se debió a la aplicación del fungicida Daconil a los 40 y 50 ddt. Posterior a los 54 ddt la incidencia de *Alternaria* sp tendió a aumentar debido a la cosecha realizada entre los 50 y 60 ddt para los cultivares evaluados, en este período no se aplicaron fungicidas.

Los cultivares que resultaron con la mayor incidencia de esta enfermedad fueron: Green Belt, Pirata, Marathon, FMX 2001 y Emerald City (Cuadro 2). Los cultivares Green Belt, Marathon, Emerald City (Cuadro 5), mostraron mayor peso de cabeza, lo que concuerda con el Ministerio de Agricultura y Ganadería (1990) donde los cultivares de mayor rendimiento son más susceptibles al "tallo hueco". Esto se debe a que por su mayor producción de tejido tiende a agrietarse. En la incidencia de tallo hueco también influye la densidad de siembra utilizada. Morales (1988) recomienda para Oreamuno de Cartago, densidades de 80.000 plantas/ha para el cultivar Green Valiant, la cual produce cabezas con menos del 50% de tallos con hueco. No obstante, en este estudio se utilizó una densidad de 40 000 plantas/ha, la cual permitió determinar las diferencias en la incidencias de "tallo hueco" en los distintos cultivares.

**CUADRO 5.** Peso de 16 cultivares de brócoli. San Pablo de Oreamuno, Cartago 1992.

CULTIVARES	GRAMOS/CABEZA
Emerald City	457.750 a
Pirata	426.110 ab
Green Belt	416.367 ab
Patriot	409.620 abc
Green Valiant	386.110 abcd
Marathon	373.207 abede
Shogun	350.683 abede
Arcadia	326.667 abede
Florette	322.567 abede
Viking	313.193 bcde
Everest	311.900 bcde
FMX 2001	304.957 bcde
Green Lady	274.620 cde
High Sierra	265.273 de
NS 649	238.550 e
PS 50585	238.333 e

Valores con la misma letra no son significativos al 5% según prueba de Duncan.

El cultivar Green Vallant también mostró buen peso de cabezas. Saborío (1991) lo evaluó en condiciones de Tierra Blanca de Cartago y Alfaro Ruíz de Alajuela y lo reportó como el material de mayor rendimiento (295 g/cabeza). Este autor observó una mayor tolerancia de este cultivar a *Xanthomonas campestris* y *Peronospora parasítica* al igual que los materiales Shogun y Pirata. Estos resultados concuerdan con Bolaños (1988) el cual observó los mejores rendimientos con los cultivares Green Vallant 330 g/cabeza y Pirata 340 g/cabeza al estudiarlos en condiciones de la provincia de Cartago. No obstante, este estudio demuestra en términos absolutos la superioridad en peso de los cultivares Emerald City, Pirata, Green Belt, y Patriot sobre Green Valiant lo cual concuerda con Bolaños (1990), el cual obtuvo los mejores pesos promedio por cabeza con los cultivares Green Belt, Emerald City, Pirata y Arcadia sin diferencias significativas entre ellos.

Cuando se relaciona el peso de los cultivares con respecto a su diámetro, resulta un alto coeficiente de relación (Cuadro 4). No sucede lo mismo cuando se relaciona el peso con la incidencia de tallo hueco y *Alternaria* sp.

Con respecto al diámetro de cabezas no existieron diferencias significativas al 5% entre ninguno de los materiales evaluados, variando de 17.31 cm, obtenido por el cultivar Pirata a 13.19 cm del cultivar NS649 (Cuadro 2).

## CONCLUSIONES

- No se encontró correlación del peso y diámetro de las cabezas de brócoli en relación con la incidencia de *Alternaria* sp.
- Los cultivares Green Belt y Patriot sobresalen no solamente por su buen rendimiento en cuanto a peso y diámetro de sus cabezas, sino también por poseer una mayor tolerancia hacia *Alternaria* sp.
- Cultivares como Emerald City, Pirata, Green Valiant y Marathon obtuvieron los pesos promedio por cabeza más altos, no obstante reportaron las incidencias más altas de *Alternaria* sp.
- Se observó una mayor incidencia de tallo hueco en cultivares de alto rendimiento como Green Belt, Marathon y Emerald City.

Revista Colombiana de Agricultura, 1994, 15(4): 31-33  
 "Campo Experimental" Paja A.P. 112, 2000 Doleza, Gin. México  
 3º Congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas, 12-23 de julio,  
 1994, San José, Costa Rica

Comité Mixto Participativo del Sistema Producto Sorgo en el  
 Estado de Oaxaca (1991); Grupo Técnico del Comité Mixto de  
 Generalización del Sorgo en el Estado de Oaxaca (1989); INEGI-Oax.  
 del Estado de Oaxaca (1990); PROCAL (1986); Salcedo (1991); SARH  
 (1988).

## RECOMENDACIONES

Es conveniente estudiar las densidades de siembra y sus respectivas fertilizaciones en los cultivares de brócoli que mostraron mayor rendimiento, al igual que su comportamiento a distintas altitudes. De esta forma se podrán obtener respuesta sobre como disminuir la presencia de tallo hueco en los cultivares más productivos de brócoli.

## AGRADECIMIENTO

Al Sr. Guido Masís y sus hijos Luis y Asdrúbal, agricultores de la zona, por su valiosa ayuda en la realización de este estudio. A los Ings. Luis Jiménez y Mariano Peña, MSc. del Departamento de Biometría del Ministerio de Agricultura y Ganadería, por su ayuda en los análisis estadísticos.

## LITERATURA CITADA

- BIAMONTE, P. et al. 1984. Olericultura. San José, Costa Rica. EUNED. 512 p.
- BOLAÑOS, A. 1988. Evaluación de cuatro introducciones de brócoli y nueve de coliflor en Tierra Blanca de Cartago y Zarcero de Alfaro Ruiz. Investigaciones Agrícolas (Costa Rica) 2(2).
- HUMPHERSON-JONES, F.M. 1985. The incidence of *Alternaria* spp. and *Leptosphaeria maculans* in commercial brassica seed in the United Kingdom. Plant Pathology 34:385-390.

\_\_\_\_\_, PHELPS, K. 1989. Climatic factors influencing spore production in *Alternaria brassicae* and *Alternaria brassicicola*. Annual Rev. Applied Biology 114:449-458.

MADRIZ, C.M. 1987. Combate integrado del mal del talluelo causado por *Fusarium* y *Rhizoctonia* en semilleros de café, mediante calentamiento solar del suelo y antagonista *Trichoderma harzianum*. Tesis Ing. Agr. Escuela de Fitotecnia. Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica.

MESEN, A. 1987. Combate integrado de *Rhizoctonia solani* con calentamiento solar del suelo y el antagonista *Trichoderma harzianum* en coliflor. Tesis Ing. Agr. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 47 p.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 1991. Manual Técnico para treinta y tres cultivos agrícolas. San José, Costa Rica. MAG. 300 p.

MONGE G., J.E. 1992. Estudio de factibilidad para la producción y exportación de Brócoli y Coliflor hacia el mercado estadounidense. Trabajo de Grado MBA. San José, Costa Rica. National University.

MORALES A., H. 1988. Efecto de la fertilización con molibdeno y densidad de población en tres altitudes, sobre la producción e incidencia de tallo hueco en brócoli. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.

NUÑEZ R., L.F. 1988. Efecto de la población y la fertilización con Boro en la incidencia del tallo hueco y el rendimiento de brócoli en tres altitudes. Tesis Ing. Agr. Escuela de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.

SABORIO M., M. 1991. Evaluación de cultivares de brócoli en las principales zonas productoras de Costa Rica. Estación Experimental Fabio Baudrit. Boletín Técnico (Costa Rica) 24(3).

TRIPATHI, N.N., KAUSHIK, C.D. Studies on the survival of *Alternaria brassicae* the causal organism of leaf spot rapeseed and mustard. Madras Agriculture 71 (4):237-241.

## CATIE. AREA DE FITOPROTECCION

El CATIE mantiene su compromiso con el desarrollo de sistemas de producción agrícola sostenibles y de tecnologías que reducen la contaminación ambiental, aumentan la productividad agrícola, protegen la salud humana y la fauna benéfica. Su capacidad instalada y equipo de personal multidisciplinario, le permiten trabajar con los países en la solución de problemas de fitoprotección en las disciplinas de virología, entomología, acarología, fitopatología, nematología, plaguicidas, ciencia de las malezas y economía.

### Acciones básicas:

- Diseño de programas y proyectos MIP.
- Técnicas de manejo integrado de plagas en cultivos hortícolas, granos básicos y cultivos perennes.
- Control microbiano de insectos, patógenos, ácaros y malezas.
- Prácticas culturales para el control de plagas.
- Investigación aplicada para el manejo racional de plagas y plaguicidas.
- Capacitación a nivel de posgrado, cursos cortos y entrenamiento en servicio.
- Transferencia de tecnología y servicios de información.
- Estudios agroecológicos y diagnóstico de plagas.

## MANEJO INTEGRADO DE LA CHINCHE CAFE DEL SORGO (*Oebalus mexicana*) EN EL BAJIO, MEXICO

Fernando Galván\*  
Antonio Marín\*  
Diana E. Bustos\*  
Rosario Terrones\*

Carlos Mejía\*  
Rafael Bujanos\*  
Francisco Pérez\*  
Keir F. Byerly\*

### ABSTRACT

The mexican stink bug caused economic damage in 1970. By 1980 and 1981 this insect caused losses of about 14% and required 4 to 12 applications of pesticides during the crop cycle. Since 1986 this pest was controled with methyl parathion and/or BHC (3%P) over surrounding mountains during hibernation period, reducing to 1 or 2 applications of pesticide in plots. In 1991 and 1992 the Campo Experimental Bajío implemented an IPM strategy for mexican stink bug. Validated results of this strategy used since 1993 by the Comité Estatal de Sanidad Vegetal (an organization managed by local farmers) are described. The main achievements are: a) Development of the operative model to apply the strategy. b) Decreased of pesticides applied in the region. c) Identification of beneficial insects that exist in the region.

### RESUMEN

La chinche café (*Oebalus mexicana*) se detectó en 1970 causando daños económicos. Para 1980 y 1981 afectó 244,000 ha con sorgo. Se estimó un 14% de pérdidas en la producción y se requirió entre 4 y 12 aplicaciones de insecticidas, durante el ciclo del cultivo. Desde 1986 se combatió con paratión metílico y/o BHC (3%P) en serranías, en época de hibernación, reduciendo a 1 o 2 las aplicaciones en parcela. En 1991 y 1992 el Campo Experimental Bajío implementó una estrategia MIP de la chinche café del sorgo (MICHIC). La validación de la estrategia, aplicada a partir de 1993 por el Comité Estatal de Sanidad Vegetal, administrado por productores, refleja logros importantes: a) Desarrollo de un modelo operativo para la implementación de la estrategia MICHIC; b) Reducción en la aplicación de insecticidas a nivel regional; c) Identificación de entomofauna natural benéfica presente en la región.

### INTRODUCCION

Los procedimientos de protección fitosanitaria han cambiado la agricultura; en los países en desarrollo predomina el control químico de las plagas, la decisión sobre el uso de esta táctica se basa principalmente en las pérdidas económicas que causan los organismos dañinos.

Debido a la preocupación por los efectos negativos sobre el medio ambiente que causa la contaminación y la explotación intensiva de los recursos naturales, se ha puesto atención a criterios orientados al desarrollo de una agricultura sostenible. Por lo tanto, se espera que la productividad y la competitividad se alcanzan, considerando factores que permitan la estabilidad de los sistemas productivos en el largo plazo, para lo cual se tienen que aplicar criterios económicos y ecológicos en la toma de decisiones para la producción, en relación con el entorno social y físico.

La alternativa del Manejo Integrado de Plagas (MIP), cobra importancia por ser una filosofía basada en principios ecológicos para manejar económicamente plagas "clave" en los agroecosistemas. El diseño de una estrategia MIP requiere métodos para investigar los elementos relevantes de los procesos productivos, para entender sus interacciones y evitar técnicas y modelos que originen problemas mayores que aquellos que se desean resolver.

Este trabajo describe los resultados obtenidos en la implementación de una estrategia de manejo integrado para la chinche café *Oebalus mexicana* (Sailer) (Hemiptera: Pentatomidae), principal problema fitosanitario del cultivo de sorgo en El Bajío.

### IMPORTANCIA DEL SORGO EN LA REGION DEL BAJIO(\*)

En El Bajío se produce el sorgo para la industria de alimentos balanceados para la porcicultura, la avicultura y, en menor medida, la industria cervecera. Los principales centros consumidores se ubican en los estados de Sonora, Jalisco, Puebla, Michoacán, Guanajuato, Nuevo León y el Distrito Federal, la producción de El Bajío tiene su principal ventaja en la cercanía a los centros consumidores más importantes.

El sorgo se empezó a cultivar en Guanajuato en la década de los 60's, con un acelerado crecimiento entre 1960 y 1974; en este período la superficie se incrementó de 2,500 ha a más de 260,000 ha. En el período 1986-90 el cultivo del sorgo representó el 28.2% de la superficie total sembrada en la entidad. Hasta 1992, la variación en la

Recibido: 16/11/94. Aprobado: 25/04/95.

\*Campo Experimental Bajío, A.P. 112, 38000 Celaya, Gto., México.  
5º Congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas. 18-22 de julio, 1994. San José, Costa Rica.

(\*)Fuentes: Comité Mixto Participativo del Sistema Producto Sorgo en el Estado de Guanajuato (1991); Grupo Técnico del Comité Mixto de Comercialización del Sorgo en el Estado de Guanajuato (1989); INEGI-Gob. del Estado de Guanajuato (1990); PRONAL (1986); Salcedo (1991); SARH (1989).

superficie sembrada anualmente con sorgo en Guanajuato, dependió de la disponibilidad de agua en las presas y del inicio de las lluvias.

Su rápido establecimiento en Guanajuato se debe a su adaptación al clima y suelo de El Bajío, con un rendimiento medio regional de 7.3 ton de grano/ha con riego y 4.2 en temporal, el más alto del país; un proceso productivo mecanizado, con demanda reducida de mano de obra; la buena ubicación de la región con respecto a los mercados más importantes del país y un período de cosecha que coincide con condiciones de alta demanda.

La producción del sorgo es afectada por factores de oferta y demanda: una gran producción en un período de cosecha corto, agravado por la liberación de la importación de granos del extranjero, que permite obtenerlo de Estados Unidos a precios inferiores a los concertados en la región. Esto limita los beneficios económicos obtenidos a través de la actividad y afecta las estrategias de manejo del cultivo.

En El Bajío el sorgo bajo riego se rota con trigo o cebada, para un uso intensivo del suelo y agua; el sorgo de temporal se establece al inicio de las lluvias, en un período subóptimo en cuanto a productividad. En ambas formas de producción se realizan grandes aportaciones energéticas al sistema como fertilizantes, plaguicidas, herbicidas, etc.; cuyos costos representan alrededor del 24% de la inversión, lo cual no se relaciona necesariamente con alta productividad.

En 1993 la superficie con sorgo en Guanajuato fue de solo 86,614 ha, 36.6% de la sembrada en 1992 de 236,569 ha. Esto refleja los efectos del retiro del apoyo oficial a su producción, del establecimiento del precio del grano en función del libre mercado y de la eliminación de aranceles de importación.

La superficie con sorgo en la entidad fluctuará en próximos años, hasta encontrar un punto de equilibrio, en función de la competitividad con la oferta internacional y a la demanda por las explotaciones pecuarias regionales y la industria nacional de alimentos balanceados.

## LA CHINCHE CAFE DEL SORGO Y SU CONTROL(\*\*)

Dentro de la problemática agronómica que presenta este cultivo en El Bajío destaca la chinche café como el principal insecto-plaga. Este insecto chupador, se alimenta de los granos de pastos y sorgo en formación, dañándolos e impidiendo que completen su desarrollo. Se detectó por primera vez causando daños económicos en 1970, en la región suroeste de Guanajuato, aunque ya se había reportado en el norte de Michoacán en 1959.

La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) reportó en 1982 que en 1980 y 1981 había afectado la zona sorguera de Guanajuato, 244,000 ha, calculando un 14 % de pérdidas en la producción total. Su combate se realizaba con un promedio de cuatro aplicaciones de insecticida y en casos extremos hasta doce, incrementando así los costos de producción.

Esta chinche realiza una actividad normal en pastos y sorgo durante sus fases de estados inmaduros y parte de su estado adulto, donde pasa a un estado de diapausa reproductiva con una fase de agregación, hibernando en los cerros y montañas desde octubre a julio, a alturas entre los 2200 y 2700 m.

A partir de 1982, la SARH investigó hábitos y biología del insecto, con el propósito de implementar medidas de control. Como resultado, se realizó la "Campaña Emergente contra la Chinche Café del Sorgo", basada en el combate químico en los sitios de hibernación (cerros), entre 1986 y 1990.

A pesar de la campaña, en los sitios de hibernación y la superficie cultivada con presencia de este insecto en su fase activa, se extendieron causando problemas en los estados productores, limítrofes con El Bajío de Guanajuato: Jalisco, Michoacán y Querétaro; en donde también se implementó su campaña, por lo que se considera entre las campañas nacionales de protección fitosanitaria de la SARH.

Los agricultores del Bajío se negaron a aportar en 1991 la parte que les correspondía para financiar "la campaña emergente", por lo que la Delegación de la SARH en Guanajuato solicitó al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), una estrategia para su control en parcelas de productores a nivel regional, como medida preventiva al potencial daño de la chinche ante la suspensión de su combate en los sitios de hibernación.

El INIFAP se preocupa por establecer estrategias de manejo que disminuyan el efecto negativo de las plagas sobre los cultivos, a un costo ecológico y económico menor que si se empleara en forma independiente cada uno de los recursos disponibles para su combate.

Por ser el sorgo un cultivo importante para la economía del estado, adquieren relevancia las opciones tecnológicas para la producción sostenible, tales como el MIP, el cual posibilita la disminución del número de aplicaciones de plaguicidas, con el consiguiente beneficio por la reducción de los costos de producción y de la contaminación ambiental.

Se diseñó la estrategia para el Manejo Integrado de la Chinche Café del Sorgo (MICHIC), fundamentada en la información obtenida a través de investigación en una área piloto en 1990 y con base en la revisión de los antecedentes del problema, de los resultados de estudios previos, del enfoque de sistemas y del Manejo Integrado de Plagas (MIP).

Durante 1991 y 1992 se validó la estrategia propuesta en lotes de productores cooperantes. A partir de 1993, con base en la estrategia propuesta, el Comité Estatal de Sanidad Vegetal, organismo constituido por productores, aplica independientemente la estrategia MICHIC

(\*\*) Fuentes: Ramírez (1991); Salazar (1983); Terrones, et al (1992).

## MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS(\*\*\*)

A pesar del reciente uso del concepto MIP, los principios ecológicos en los que se fundamenta, como las interacciones dentro del ecosistema y los factores de regulación de las poblaciones, fueron visualizados a principios del siglo por algunos parasitólogos, aunque no se estructuraron entonces como una estrategia de manejo integrado.

Debido a que el impacto del combate químico de plagas es inmediato, la mayor limitante para implementar el MIP es la dificultad de cambiar la mentalidad de los usuarios con respecto al uso de estrategias que causan menos daño a la ecología, la economía y la salud humana, pero cuyos efectos son lentos. Uno de los caminos más viables para crear conciencia de ello es la educación y capacitación a todos los niveles de toma de decisión.

La definición de MIP que se ajusta más estrechamente al presente trabajo es la de la Administración de Ciencias y Educación del USDA: "La selección, integración e implementación de tácticas de manejo de organismos dañinos con un enfoque de sistemas, tomando como base las consecuencias socioeconómicas y ecológicas".

El enfoque de sistemas implica una relación inmediata con la realidad, la teoría que lo sustenta permite establecer jerarquías ordenadas dentro de una totalidad compleja, entender las características esenciales de los diferentes niveles y comprender los mecanismos de comunicación y control existentes entre estos niveles.

La práctica de los sistemas coadyuva a diseñar y construir modelos conceptuales a partir de datos. Estos modelos son utilizados en el proceso de transformación inteligente de la realidad, al orientar las acciones que buscan provocar cambios, pronosticar los impactos y desarrollos posteriores y fundamentar el proceso de retroalimentación realidad-modelo-acción-realidad.

La visión sistemática es una forma de pensar y ver al mundo, representa una valiosa alternativa para enfrentar los cambios experimentados en la humanidad, este enfoque comprende un sistema de conceptos, un cuerpo de teoría y metodología para la investigación, planeación y diseño de sistemas que modifican la visión reduccionista, que ha dominado el pensamiento científico desde el siglo XVII.

No obstante, este enfoque de sistemas no sustituye al tradicional reduccionista, del cual hace uso para obtener la información básica que requiere la síntesis del sistema en estudio, por lo que no representa una opción excluyente, sino complementaria.

Con este enfoque se considera al objeto de estudio como un sistema no divisible en partes independientes. Los efectos de los comportamientos de cada una de las partes sobre el sistema depende del comportamiento de las demás, en consecuencia, las propiedades del sistema se pierden cuando sus partes se consideran por separado. Así, el

sistema se conceptualiza como "Un conjunto de elementos relacionados de tal manera, que actúan como una unidad cuyo comportamiento es afectado por factores externos conocidos como ambiente".

Para resolver la diversidad de problemas causados por organismos dañinos a los cultivos, el enfoque de sistemas en el MIP se puede aplicar en varios niveles de integración:

- De varios procedimientos para el manejo del organismo dañino.
- De métodos contra un complejo de organismos que afectan a un solo cultivo.
- De métodos contra un complejo de plagas que afectan a varios cultivos y/o productos.
- Del MIP con los sistemas de manejo agropecuario.
- De sistemas de manejo en agroecosistemas totales, considerando las unidades productivas, así como, las áreas y regiones.

Se distinguen tres enfoques básicos del problema del manejo de plagas, que son la base de la filosofía del MIP:

- Las acciones deben de ser tomadas para restaurar, preservar y afianzar el balance del ecosistema, el MIP no considera la erradicación del organismo plaga. Su presencia no necesariamente justifica una acción de control, pues a ciertos niveles de infestación resultan deseables para la producción misma, así como para el desarrollo de poblaciones de organismos benéficos, parásitos y/o depredadores.

- La posible potencialidad destructiva de un insecto plaga debe ser evaluada antes de tomar cualquier acción en su contra. Se requiere de umbrales biológicos y económicos dinámicos y criterios acordes a ellos para la toma de decisiones.

- El MIP debe utilizar una combinación de tácticas de manejo compatibles entre sí, incluida la **no acción**.

El MIP emplea insecticidas solamente después de un muestreo sistemático de las poblaciones de plagas y cuando los factores naturales indican su necesidad. Además, evalúa la interacción potencial de varias tácticas de control, tales como, las prácticas culturales, el combate biológico, los aspectos legales y las características del cultivo a ser protegido. Las principales metas a lograr de un sistema de MIP serían:

- a. Reducir las pérdidas causadas por los organismos dañinos y minimizar el costo de su combate.
- b. Limitar al máximo los requerimientos de energéticos.
- c. Mejorar la calidad del medio ambiente y las condiciones de vida y salud, al reducir el riesgo de poblaciones dañinas de plagas y fomentar el uso racional de las tácticas de control.

(\*\*\*) Fuentes: Andrews y Quezada (1989); Arneson (1991); Cardenas (1982); Galván (1991); Garajedaghi y Ackoff (1985); García y Byerly (1990); Saravia (1985).

Algunos hechos que caracterizan a los programas de MIP, que operan a nivel regional:

- Se enfatizan los principios ecológicos de la dinámica del cultivo, de la plaga y del agroecosistema.
- Se reconocen las variables relevantes del medio.
- La meta es lograr la optimización a través de la integración de entradas.
- El objetivo es predecir el comportamiento del sistema.
- La integración es el medio de solución de problemas en grupos multidisciplinarios e interdisciplinarios.
- La implementación dinámica se realiza a nivel local.
- Se monitorea la dinámica de crecimiento de los cultivos y hospedantes de las poblaciones de plagas, parásitos y depredadores y de las variables ambientales que los afectan.
- El proceso de toma de decisiones se basa en los datos obtenidos y en el sistema de informática utilizado.
- Se favorecen las actividades simultáneas de investigación y de extensión.

## LA ESTRATEGIA PARA EL CONTROL DE LA CHINCHE CAFE

La estrategia MICHIC considera al sistema-producto sorgo constituido por los siguientes subsistemas:

1. La planta de sorgo, constituida básicamente por la variedad o híbrido utilizado.
2. El ambiente biótico que afecta al cultivo como insectos plaga, parásitos, depredadores, fitopatógenos, maleza. Estos elementos también se afectan entre sí.
3. La tecnología de producción del cultivo, que comprende fechas de siembra, fertilización, aplicación de plaguicidas y en general todas las prácticas culturales. Esta tecnología afecta a los subsistemas 1 y 2.
4. El agroecosistema constituido por factores abióticos, tales como, el clima, la economía, la cultura, etc. y que afecta a los tres subsistemas restantes.

En la implementación de la estrategia participaron productores cooperantes, investigadores multidisciplinarios del INIFAP, personal técnico de los Distritos de Desarrollo Rural (DDR) afectados por la plaga, 003 León, 004 Celaya y 005 Cortazar, asesores técnicos privados y el Programa Estatal de Sanidad Vegetal de la SARH.

Los criterios difundidos fueron: destrucción de maleza-hospedante en etapas críticas del insecto, importancia de los enemigos naturales y de los fenómenos climáticos en la población del insecto, control químico a formas inmaduras (ninfas) y adultas solo en la etapa crítica de daño al sorgo

(desarrollo del grano), el concepto de umbral económico y el cuadro básico de insecticidas autorizados.

El objetivo general fue ofrecer una alternativa para el manejo de la chinche café, como medida preventiva al daño potencial de esta plaga, ante la suspensión de la aplicación de insecticida en sus sitios de hibernación. Los objetivos fueron: a) Transmitir a técnicos y productores los conceptos y técnicas del MIP; b) Reducir la cantidad de insecticida para el control de este Chinche en la región; c) Reducir los costos del cultivo.

Bajo tal conceptualización, se diseñó un esquema de trabajo y un sistema de informática para obtener, analizar y sintetizar la información de la investigación básica y del estudio de los elementos del sistema y sus interacciones en la realidad. Como una medida para estructurar las acciones dirigidas a afectar los elementos del sistema, se dividió la estrategia en cuatro componentes: **Operación, Difusión, Capacitación e Investigación.**

### Componentes de la estrategia:

**OPERACION.** Consistió en el monitoreo biológico-ambiental del sistema sorgo-chinche café; el programa de observación se planeó en base a las fechas de siembra del cultivo y de bajada de la chinche y la duración de las etapas fenológicas del sorgo y del insecto, para predecir las etapas críticas en la interacción del cultivo con la plaga.

El monitoreo ambiental para la estrategia fue el registro continuo de los factores climatológicos que caracterizan al agroecosistema, es un componente básico de la estrategia en virtud de que la chinche café y sus hospedantes, incluyendo al sorgo, son organismos cuya biología y fenología esta ligada al ambiente, el cual repercute directamente en ellos, alterando su comportamiento o población.

El monitoreo biológico se realizó mediante la observación y el registro continuo del estado que guarda la chinche café en sus etapas biológicas, sus enemigos naturales, sus hospedantes y la fenología del cultivo. Esto permite dar seguimiento al efecto de las acciones de control, se actualizan y retroalimentan los modelos fenológicos y se validan las predicciones de dichos modelos.

La estrategia se aplicó en 51 y 106 parcelas control en 1991 y 1992 respectivamente, con igual número de productores cooperantes que reciben asistencia técnica directa. Estas parcelas se establecieron estratégicamente en función de rutas fitosanitarias usadas por Sanidad Vegetal en Guanajuato, para cubrir la superficie sembrada con sorgo y de ahí proyectar la estrategia hacia un número mayor de productores.

La determinación de la densidad de población de la chinche café, la ausencia o presencia de enemigos naturales, la incidencia de fenómenos climáticos catastróficos para la población de insectos, la etapa fenológica del cultivo y la presencia de hospedantes alternantes, fueron los elementos considerados en la toma de decisiones sobre la táctica más apropiada para el combate del insecto, ya sea en su etapa más vulnerable o antes de que alcanzara su estado dañino.

**DIFUSION.** Se realizó a través de folletos, conferencias, pláticas, radio y periódico.

Se imprimieron y distribuyeron 10,000 folletos para agricultores, 10,000 tarjetas técnicas y 36,000 ejemplares de 4 desplegables para productores, con información sobre MIP, ilustraciones y datos para la identificación de fauna benéfica y para la identificación y combate en el momento oportuno de la chinche café, recomendaciones para las diferentes tácticas de control y la lista de insecticidas autorizados, separados por grupo toxicológico y haciendo énfasis en su uso racional. Sanidad Vegetal, imprimió y distribuyó cartelones y tarjetas con información sobre los insecticidas autorizados.

Se ofrecieron 57 pláticas formales para promover la estrategia MICHIC, además de 10 demostraciones en parcelas sobre los resultados de la aplicación de las técnicas y procedimientos que promueve el MIP. Mediante el periódico y la radio también se difundió la estrategia, aunque los mensajes tuvieron contenidos más modestos.

**CAPACITACION.** En 1991 y 1992 se realizaron dos actividades básicas, **capacitación formal** y **capacitación en la acción**, la primera consistió en talleres con información detallada sobre la filosofía y métodos del MIP. Los objetivos fueron:

a) Transmitir la filosofía y métodos del MIP a los asesores técnicos.

b) Establecer líneas de acción con asesores de la campaña, técnicos e investigadores, para implementar la estrategia MICHIC. Temas generales tratados:

- Dinámica de grupo
- Uso y manejo de agroquímicos
- Manejo Integrado de Plagas
- Influencia del clima sobre la plaga
- El cultivo del Sorgo
- Métodos de divulgación técnica
- La chinche café del sorgo
- Manejo de información estadística
- Métodos de combate de plagas
- Sostenibilidad de sistemas de producción

Se cumplieron 70 horas anuales de capacitación a los asesores técnicos y personal de los Distritos de Desarrollo Rural (DDR), con la participación de 16 instructores.

La capacitación en la acción, consistió en reuniones periódicas y visitas de campo de técnicos e investigadores en forma conjunta, para revisar los avances en el trabajo, aclarar dudas y programar actividades. Mediante las pláticas y demostraciones también se proporcionó capacitación sobre las técnicas que promueve el MIP.

**INVESTIGACION.** Durante 1991 se iniciaron 10 subproyectos de investigación dirigidos a conocer la biología y hábitos de la chinche café y a captar información para el diseño del modelo predictivo de dicha plaga:

- Banco de información meteorológica.
- Estudio de la biología y hábitos de la chinche en hospedantes silvestres dentro de la zona sorguera.
- Monitoreo de la interacción chinche-planta de sorgo-depredadores y parasitoides.
- Coeficientes de preferencia de la chinche por fechas de siembra del sorgo.
- Determinación y monitoreo de la resistencia de la chinche a insecticidas.
- Eficiencia del control químico de la chinche.
- Evaluación del daño por instar ninfal de la chinche.
- Diagnostico socioeconómico y ambiental de la producción del sorgo.
- Perspectivas del uso de imagen satélite para el monitoreo biológico de la chinche.
- Monitoreo de los hábitos de la chinche en los sitios de hibernación en la zona sorguera.

Para 1992 se redimensionaron los subproyectos iniciados el año anterior y se definieron las siguientes acciones de investigación:

- Banco de información agroclimática del Edo. de Gto.
- Susceptibilidad de la chinche café a los insecticidas utilizados en el cultivo del sorgo.
- Daño al rendimiento del sorgo por chinche café.
- Tipificación de Unidades Productivas Agropecuarias que cultivan sorgo en el Estado de Guanajuato.
- Generación del modelo sobre Manejo Integrado de la Chinche.

## RESULTADOS(\*\*\*\*)

La implementación de la estrategia y su desarrollo con éxito hasta el cumplimiento de las metas propuestas, demostró la factibilidad de llevar a la práctica acciones coordinadas productor-extensionista-investigador, además de la aplicabilidad de acciones con enfoque de sistemas.

No obstante que durante 1991 y 1992 no se aplicó insecticida en sitios de hibernación, el sorgo no sufrió daños de importancia económica por ataque de chinche café. La relación beneficio/costo de la implementación de la estrategia en 1991 fue de 111/1 y de 208/1 en 1992, lo cual resulta significativamente mayor a la relación beneficio/costo de la campaña con aplicación de insecticida en los cerros, que en 1990 fue de 57/1.

(\*\*\*\*)Fuentes: Bustos *et al.* (1992), Marín *et al.* (1992), Marín y Terrones (1993), Terrones *et al.* (1992), Terrones *et al.* (1993).



Esta relación mayor se explica por la disminución en el uso de insecticidas y el menor costo de la estrategia. La cantidad de insecticida aplicado en la región en 1990, con campaña en los cerros, fue de 7339 ton, en 1991 con la estrategia se redujo a 2720 y en 1992 fue de solo 694.

En 1991 y 1992 las poblaciones de chinche café en el cultivo del sorgo se mantuvieron, en general, por debajo del umbral económico, lo que redujo la aplicación de insecticidas. Esto demostró la existencia de factores de control de la chinche independientes al uso de químicos, los cuales se deben conocer y estudiar su factibilidad ecológica y económica de uso, buscando opciones tecnológicas que no afecten la naturaleza.

Si se compara el comportamiento de los grupos de productores con y sin asistencia técnica directa, podemos ver que en 1991, cuando se empezó a difundir el concepto de MIP, la asesoría técnica presentó resultados significativos; de solo 24% de productores sin insecticida en 1990, se paso en 1991 y 1992 al 52 y 80% en los grupos con asesoría indirecta y directa respectivamente.

Sin embargo, en 1992, en ambos grupos, con y sin asesoría técnica directa, el porcentaje de productores sin aplicar fue similar (80%), que también es igual al alcanzado con los productores con asistencia técnica directa en 1991. La hipótesis en este caso es: los resultados de las parcelas control, donde se implementó la estrategia MICHIC, impactó a los productores vecinos, a quienes se les hizo evidente que no era necesario aplicar insecticidas, aunque no necesariamente comprendieran los conceptos y técnicas del MIP.

Por lo tanto, se establecen dos etapas en la asesoría técnica que acompaña la implementación de la estrategia MICHIC, primero la demostración de las bondades del MIP, la otra a más largo plazo y apoyada en la confianza que la primera, crea la comprensión de los conceptos y la concientización sobre los beneficios que el MIP aporta a la sociedad.

En términos generales, la opinión sobre la capacitación-difusión, recabada mediante entrevistas a 437 y 744 personas en 1991 y 1992 respectivamente, entre productores, líderes de productores, técnicos y vendedores de agroquímicos, se inclina hacia la constante relación con asesores técnicos, como un apoyo necesario para entender y aplicar nuevos métodos para el manejo de plagas. Hay tendencia clara a considerar las pláticas y las demostraciones, desarrolladas en las comunidades o parcelas de productores cooperantes, como los medios idóneos para promover la estrategia MICHIC.

La investigación ofrece indicios en el sentido de que los daños ocasionados por la Chinche Café están sobrestimados. En pruebas realizadas con densidades entre 0 y 35 chinches por panoja, bajo condiciones de campo, se observó el daño físico en el grano producido por el estilete del insecto desde la densidad más baja, incrementándose en forma proporcional al aumento en la densidad del insecto, sin embargo, no hubo diferencias significativas en rendimiento; solamente a partir de 12 insectos por panoja se observaron daños indirectos, por la presencia de *Fusarium*, cuya incidencia fue favorecida por el tipo de daño que produce la chinche en el grano.

En estudios de laboratorio con ninfas de chinche café de 1º, 2º y 3º Instar no se detectaron daños evidentes en el desarrollo del grano, el mayor daño lo producen la chinche adulta hembra en granos en estado lechoso; ninguno de sus estadíos causó daño al grano maduro. Estos resultados conducen a la revisión de los niveles de umbral económico usados para decidir sobre la aplicación de insecticidas, que es de 4 chinches por panoja en cualquier fase del ciclo biológico.

El monitoreo biológico de la chinche café en 1991 y 1992 demostró que aún este bajo umbral económico es difícil alcanzarlo en la mayoría de las parcelas con sorgo en El Bajío. Únicamente en parcelas ubicadas sobre las rutas de bajada de los sitios de hibernación al valle, existen riesgos de poblaciones elevadas, por sus características gregarias, antes de su distribución en El Bajío. Sin embargo, en esta época prefiere los pastos que están espigando, pues la mayor parte del sorgo aun no inicia su etapa reproductiva.

En el laboratorio se determinó que de huevo a adulto la Chinche requiere de 391 +/- 20 U.C., con una temperatura base de 12°C. El ciclo se verificó bajo condiciones de campo, registrándose 450 U.C. desde la detección de las primeras masas de huevos hasta la presencia de adultas en la zona del cultivo. Con estos resultados se comprobó la presencia de una sola generación en la región, y se confirmó la ausencia de fases reproductoras en los sitios de hibernación.

La investigación destacó otros factores no considerados anteriormente en las estimaciones del daño potencial de las poblaciones de chinche café: a) el efecto de la lluvia y la temperatura sobre ciertas fases biológicas de la chinche, principalmente sobre huevos y estados ninfales; b) los enemigos naturales de la chinche presentes en la región, tales como: Avispita (*Telenomus* sp), Crisopas (*Chrysopa* sp), Catarinas (*Hippodamia convergens*), Moscas (fam. Tachinidae), Hongos (*Bauveria bassiana*).

La evaluación del grado de parasitismo de la Avispita *Telenomus* sobre la Chinche Café en plantas hospedantes muestra una media regional de 43% en agosto y 62% en septiembre de 1992, con un valor máximo de 100% en el municipio de Purísima de Bustos y con ausencia del parasitoide en los municipios de Abasolo y León. Esa misma evaluación en el cultivo mostró un parasitismo medio regional de 65% en agosto y 78% en septiembre, con valores máximos de 100% en los municipios de Irapuato, Salvatierra, Villagrán, Pueblo Nuevo, Abasolo, Salamanca y Valle de Santiago, con los índices más bajos en los municipios de Juventino Rosas (33%) y Cuerámara (20%).

La eliminación de los pastos alrededor de los cultivos, también disminuye la población de la plaga cuando hay presencia de chinches en fase de huevo-ninfa, pues en este estado por su escasa o nula movilidad, el insecto no sobrevive si cae al suelo.

Los niveles de resistencia a insecticidas de la población de chinche en la región aún son bajos, pero existen indicios de riesgo para los productos Paratión Metílico y Lindano, cuyos componentes tóxicos han sido ampliamente usados contra chinche café en la región.

Otro aporte importante de la fase de investigación de

la estrategia fue el diseño y realización de bases de datos con información sobre elementos climáticos, sociales, económicos de las unidades productivas con sorgo en la región, así como, sobre la biología y hábitos de la chinche café y sobre la flora y fauna relacionada, incluyendo al sorgo.

## CONCLUSIONES

Las acciones desarrolladas a través de la estrategia MICHIC fueron eficaces, constituyendo un ejemplo de coordinación interinstitucional. El modelo de trabajo permite la acción conjunta de productores, decisores políticos y económicos a nivel regional, asesores técnicos oficiales y privados e investigadores.

El modelo operativo constituye una innovación a los modelos tradicionales de investigación y transferencia de tecnología; este modelo responde a la necesidad de acercarse más a la investigación y sus resultados a la parcela del productor. El modelo operativo brinda elementos que inciden en el desarrollo y educación de productores, investigadores y asesores técnicos; además, crea ocupación para los profesionales del agro, con metas y objetivos específicos que facilitan la evaluación del desempeño profesional.

La reducción de agroquímicos para el control de chinche, necesariamente afectará las poblaciones de otras plagas asociadas con el cultivo del sorgo en la región, mosquita de la panoja, gusano soldado y pulgones. Esto, a su vez, podría revertirse y afectar las poblaciones de chinche café. Estas interacciones deben seguir estudiándose, buscando el equilibrio entre las poblaciones de insectos-plaga y la sincronía entre las tácticas de control requeridas para cada una de ellas.

Los resultados de la implementación de la estrategia MICHIC indican la necesidad de diseñar un sistema de alerta basado en modelos predictivos, que incluya otras plagas del sorgo, con el fin de aplicar los insecticidas oportunamente, en las etapas críticas del cultivo, una vez agotadas las alternativas de manejo ecológico.

Las características del enfoque hacen necesario un proceso educativo, con un impacto gradual, crecerá en la medida que seamos capaces de incorporar a un mayor número de individuos a las acciones que se derivan de la estrategia planteada.

## PUBLICACIONES CONSULTADAS

- ANDREWS, K.L. y QUEZADA, J.R. 1989. Manejo Integrado de Plagas Insectíles en la Agricultura. El Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana.
- ARNESONA, P. 1991. Principios para Modelar Sistemas en Manejo Integrado de Pestes. Department of Plant Pathology. Ithaca, New York. Cornell University.
- BUSTOS C., D.E., et al. 1992. El Manejo Integrado de la Chinche Café del Sorgo con Enfoque de Sistemas. In Coloquio Mesoamericano sobre Sistemas de Producción y Desarrollo Agrícola. Texcoco, Méx. Colegio de Postgraduados.
- CARDENAS A., M. 1982 El Enfoque de Sistemas, Estrategias para su Implementación. México. D.F.LIMUSA.

- COMITE MIXTO PARTICIPATIVO DEL SISTEMA PRODUCTO SORGO EN EL EDO. DE GTO. 1991. Carpeta Datos Básicos del Sistema Producto Sorgo. Estado de Guanajuato. Ciclo Primavera-Verano. Segundo Documento. Guanajuato, México.
- GALVAN C., F. 1991. El Enfoque de Sistemas Aplicado a la Investigación Agropecuaria y Forestal. México.
- GARAJEDAGHI, J. y ACKOFF, R.L. 1985. Toward Systematic Education of Systems Scientist. Systems Research. 2:21-27.
- GARCIA S., C. y BYERLY M., K.F. 1990. Enfoque de Investigación sobre Manejo Integrado de Problemas Fitosanitarios en Manejo Integrado de Plagas del Algodonero. SARH-INIFAP-CIFAP-Región Lagunera-CAE, La Laguna, México.
- GRUPO TECNICO DEL COMITE MIXTO DE COMERCIALIZACION DEL SORGO EN EL EDO. DE GTO. 1989. El Cultivo del Sorgo en Guanajuato. Delegación de la SARH. Celaya, Gto., México.
- INEGI-Gob. del Edo. de Gto. 1990. Guanajuato, Cuaderno de Información para la Planeación. Guanajuato, México.
- MARIN, J.A., et al. 1992. Estivación de *Hippodamia convergens* Guerín (Coleoptera:Coccinellidae) en la zona sorguera del Edo. de Gto., Méx. IV Congreso Internacional MIP. Escuela Agrícola Panamericana; El Zamorano, Honduras.
- MARIN, J.A. y TERRONES, R.T. 1993. Importancia de la descripción y hábitos de los estados inmaduros de la chinche café del sorgo *Oebalus mexicana* (Sailer) (Hemiptera:Pentatomidae) en la región del Bajío, México. V Congreso Latinoamericano y XIII Congreso Venezolano de Entomología. Isla Margarita, Edo. de Porlamar, Venezuela.
- MARIN, J.A. 1994. Parasitismo natural de la avispa *Telenomus* sp. (Scelionidae:Hymenoptera) en huevecillos de chinche café del sorgo *Oebalus mexicana* (Sailer) (Pentatomidae:Hemiptera) en el Municipio de Irapuato, Gto. XXIX Congreso Nac. de Entomología y Asamblea Anual de la South-western Branch E.S.A.; Reunión Conjunta Internacional. Fac. de Ciencias Biológicas, U.A.N.L.; Monterrey, N. L., Méx.
- PRONAL. 1986. Estudio sobre el Manejo de la Producción de Granos en el Estado de Guanajuato. Memoria Descriptiva. México.
- RAMIREZ V., J.A. 1991. Campaña Emergente contra la Chinche Café del sorgo (*Oebalus mexicana*, Sailer) (Hemiptera: Pentatomidae) en el Edo de Gto. Tesis. U. A. de San Luis Potosí. Méx.
- SALAZAR S., E. 1983. Identidad, Ciclo de Vida, Daños y Control (Biológico y Químico) de la Chinche Café del Sorgo. Tesis. Escuela de Agronomía y Zootecnia, U. de Gto., Méx.
- SALCEDO S. 1991. Competitividad y Ventajas Comparativas del Sorgo en México. México.
- SARAVIA, A. 1985. Un Enfoque de Sistemas para el Desarrollo Agrícola. San José, Costa Rica. IICA.
- SARH. 1989. Comité Mixto de Comercialización del Sorgo en el Estado de Guanajuato. Grupo Técnico.
- TERRONES, R., et al. 1992. Manejo Integrado de la Chinche Café del Sorgo *Oebalus mexicana* (Sailer) (Hemiptera: Pentatomidae) en México. Programa y Resúmenes. IV Congreso Int. MIP. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras.
- TERRONES, R., et al. 1993. Estrategia Interinstitucional para el Manejo Integrado de la Chinche Café del Sorgo *Oebalus mexicana* (Sailer) en el Bajío México. V Congreso Latinoamericano y XIII Congreso Venezolano de Entomología. Isla Margarita, Edo. de Porlamar Venezuela.
- TERRONES, R. y MARIN, J. 1993. Uso de la temperatura para la caracterización del ciclo biológico de la chinche café del sorgo *Oebalus mexicana* (Sailer) en el Bajío, México. V Congreso Latinoamericano y XIII Congreso Venezolano de Entomología. Isla Margarita, Edo. de Porlamar, Venezuela.
- TERRONES, R., et al. 1993. Estrategia para el Manejo integrado Chinche Café del Sorgo. II Etapa, Campaña Emergente Estatal. Informe de Resultados. Informe Técnico No.1. INIFAP-Gto., Delegación SARH-Gto., Gob. Edo. Gto., CESVEG.

## INFLUENCIA DE LA BIOTECNOLOGIA EN EL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS DE LOS CULTIVOS TROPICALES \*

Luis Sequeira\*\*

### ABSTRACT

In spite of the "Green Revolution", today basic foodstuffs for developing countries' populations, are barely sufficient to cover minimum needs. Among the principal problems, we can state the indiscriminate use of insecticides, fungicides and herbicides, which not only raises production costs, but also contaminate soils and water sources, which threatens the future of agriculture. IPM programs must be improved and rational use of biotechnology must be included since it promises to be one of the best ways to achieve better efficiency in those programs. Applications of biotechnology in future IPM programs include: a) production of new insect and pathogen-resistant plant varieties, b) better pathogen diagnosis techniques, and c) development biological control agents for insects and pathogens. Generally, these products come from developed countries and are in the hands of the private sector. Until now, very few biotechnological products have commercial value and involve crops or varieties of importance in tropical agriculture. Developing countries must conduct their own biotechnology, but they usually do not have the resources nor the intellectual infrastructure to develop such programs. This situation must change if we hope to meet the obligations which we now face with IPM and which will continue to increase in the future.

### RESUMEN

A pesar de la llamada "Revolución Verde", los productos básicos para la alimentación de la población en los países en desarrollo, apenas cubren las necesidades mínimas. Entre los problemas principales que se deben enfocar están el uso indiscriminado de plaguicidas que encarecen la producción y contaminan los suelos y fuentes de agua, lo que compromete el futuro de la agricultura. Hay que mejorar las técnicas que se usan en los programas de manejo integrado y usar la biotecnología en forma racional, la cual promete ser un instrumento apropiado para lograr mayor eficiencia en esos programas. Aplicaciones de biotecnología a futuros programas de manejo integrado incluyen: a) producción de nuevas variedades de plantas con resistencia a insectos y a patógenos, b) mejores técnicas para el diagnóstico de patógenos, y c) desarrollo de nuevos agentes para el control de insectos y patógenos. Por lo general, estos productos provienen de países desarrollados y están en manos del sector privado. Hasta la fecha son pocos los productos de la biotecnología con valor comercial e incluyen cultivos o variedades de escasa importancia para la agricultura tropical. Los países en desarrollo deben desarrollar su propia biotecnología, pero por lo general, no tienen recursos ni la infraestructura intelectual para lograrlo. Esta situación debe cambiar si esperamos cumplir con las obligaciones que afrontamos ahora con el MIP y que se incrementarán en el futuro.

A pesar de la llamada "Revolución Verde", hoy día la cantidad de productos básicos requerida para la alimentación de la población en los trópicos apenas es suficiente para cubrir las necesidades mínimas. En el continente africano, como lo demuestra el ejemplo reciente de Somalia, la situación ha llegado a niveles de hambre y desnutrición que requieren ayuda permanente de los países más desarrollados (Bilger 1992). Ese continente sufre sequías que ocurren con gran regularidad y deficiencias en tecnología y política gubernamental que limitan su capacidad para producir alimentos. En situaciones cuando falta lluvia y donde los suelos son frágiles y de mala calidad, los sistemas tradicionales simplemente no son adecuados para cubrir las necesidades de una población que aumenta constantemente (Brady 1987). No obstante esta situación crítica, desde el punto de vista global es obvio que la mayoría de los países subdesarrollados no han dedicado suficientes recursos a introducir nuevas técnicas a la agricultura.

Es obvio que la solución de los problemas de producción agrícola depende de la introducción de tecnologías basadas en principios científicos. Estas tecnologías incluyen nuevas variedades de los cultivos principales, fertilizantes, irrigación, conservación de suelos, y políticas de crédito enfocadas hacia la agricultura (Farrington 1989). Uno de los problemas principales que debemos afrontar es el del uso indiscriminado de insecticidas, fungicidas, y herbicidas que no sólo aumentan los gastos de producción sino que contaminan los suelos y las fuentes de agua, lo cual compromete el futuro de la agricultura. De ahí la importancia enorme de los programas de manejo integrado de plagas y el hecho de que tantos países los hayan establecido, en algunos casos, como Indonesia, en forma obligatoria, indica la alta prioridad que se le da mundialmente.

La gran cantidad de participantes en estos eventos en el pasado, y que hoy asisten a este V Congreso, confirman que a través de los últimos diez años el control integrado ha dado buenos resultados. A pesar de este magnífico historial, vuelvo a mi punto principal, éste es, que la producción agrícola en nuestros países

Recibido: 16-11-94. Aprobado: 19/01/95

\*5º Congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas. 1-22 de julio, 1994. San José, Costa Rica.

\*\*Universidad de Wisconsin, Department of Plant Pathology 1630 Linden Dr. Madison, Wisconsin, W.I. 53706-1598. U.S.A.

no cubre las necesidades de la población creciente y que los problemas de erosión y contaminación de nuestros recursos naturales son cada vez más graves. Así pues, el argumento que quiero presentar hoy es que hay que mejorar las técnicas que se usan en los programas de control integrado y de que la biotecnología, usada en forma racional, promete ser una de las mejores maneras de lograr mayor eficiencia en esos programas.

## BIOTECNOLOGIA MODERNA

La biotecnología se percibe en estos momentos como un término mágico que no solo trae prestigio instantáneo a universidades y centros de investigación, sino que también promete ser la salvación de todos los problemas de la agricultura en los países subdesarrollados. Esa opinión, sin embargo, no es compartida por muchos y especialmente en cuanto se refiere a programas de manejo integrado de plagas. Estos programas esencialmente aspiran a contribuir a una agricultura que perdure porque se reduce el uso de insecticidas, fungicidas, y herbicidas que pueden contaminar el ambiente. Algunos como Hobbelink (1987), autor de "Biotecnología: Nueva Esperanza o Falsa Promesa" argumentan en contra del concepto de que la biotecnología ofrece soluciones inmediatas o aún a largo plazo a los problemas de la agricultura tropical. Mi propósito hoy es discutir estos dos puntos de vista tan diferentes y llegar a algunas conclusiones sobre las posibilidades reales de la biotecnología.

Es difícil leer una revista científica en esta época sin encontrar artículos sobre las bendiciones que proveerá la biotecnología sobre la producción agrícola. Muchos de estos artículos hacen énfasis en los aumentos en rendimientos que se obtendrán a través de la ingeniería genética. Nuevas variedades de los cultivos principales con resistencia a enfermedades y capaces de producir su propio nitrógeno y sus propios insecticidas, reduciendo así la necesidad del uso de fertilizantes y de plaguicidas de alto costo para el productor. Otros nos hablan de la posibilidad, muy atractiva, de que microorganismos puedan ser modificados de tal manera que provean protección contra patógenos. Todos éstos productos, de llegar pronto al mercado, afectarán profundamente los objetivos y métodos de los programas para el control integrado de plagas en la agricultura tropical. La lista de futuras variedades mejoradas parece interminable y perennemente prometedor, especialmente para la agricultura de los países en desarrollo que necesitan importar menos productos químicos y producir más alimentos.

El punto a discutir hoy es si la promesa de que la biotecnología resolverá muchos de los problemas de la agricultura tropical es un traje verdadero o si es únicamente un fraude, como en el cuento de Hans

Christian Anderson sobre el nuevo traje del emperador. La situación actual nos hace recordar la llamada "Revolución Verde" que durante la década de los 60 nos dió nuevas variedades de trigo y arroz que llegaron a resolver muchos de los problemas de la producción de estos alimentos en países subdesarrollados. Los proponentes de esa revolución apuntan con orgullo los aumentos extraordinarios en la producción de alimentos en países subdesarrollados, como India, mientras que los detractores indican que la distancia entre los productores ricos y los pobres en el Tercer Mundo se ha exacerbado a causa del aumento en la producción de ciertos cultivos a costa de otros tradicionales y de importancia como alimentos. Los detractores también apuntan que las nuevas variedades aumentan la dependencia de los países más pobres de los productos químicos, como fertilizantes, que provienen de industrias del Oeste (Hobbelink 1987).

De todo esto lo que hemos aprendido es que cualquier tecnología nueva es un instrumento que debe tomar en cuenta las circunstancias de aquellos a quienes se dirigen esos avances (Bunders *et al.* 1990). No hay duda de que los países subdesarrollados requieren con gran urgencia los productos de la biotecnología. La población de Africa, por ejemplo, se doblará en los próximos veinte años, según nos dicen los demógrafos. La enormidad del problema, a nivel mundial, ha sido bien ilustrada por el Dr. M.D. Swaminathan, quien argumenta que para proveer una dieta balanceada a los 8 billones de seres humanos que poblarán el mundo en el año 2020, tendremos que duplicar en poco más de 20 años, en todo lo que se refiere a producción agrícola, lo que la humanidad ha logrado a través de 12,000 años de historia (Swaminathan 1982). Desafortunadamente los países en desarrollo, por lo general, no tienen los recursos ni la infraestructura intelectual que les permita desarrollar sus propios programas en biotecnología. Por lo tanto, dependen de los más desarrollados de occidente para establecer esa nueva tecnología. Desgraciadamente esta tecnología está en gran parte en el sector privado y los pocos productos, próximos a la comercialización, involucran cultivos o variedades que en muchos casos no son de importancia para la agricultura tropical.

A pesar de que se exagera sobre lo que puede alcanzar la biotecnología, lo cierto es que es una revolución real y en una forma u otra, los resultados de esta rama de la ciencia tendrán alcances importantes en la forma como se práctica el manejo integrado de plagas de los cultivos tropicales. Me limitaré a dar algunos ejemplos de la aplicación de la biotecnología a programas de control integrado, tales como: a) la producción de nuevas variedades de plantas con resistencia a insectos y a enfermedades, b) nuevas técnicas para el diagnóstico de patógenos, y c) el desarrollo de nuevos agentes para el control biológico de insectos y patógenos.

## INGENIERIA GENETICA

La biotecnología no es una técnica nueva. Ha existido por miles de años, desde que el género humano empezó a fabricar vino, cerveza, queso y pan. Desde tiempos inmemoriales, el hombre ha modificado para su beneficio a los organismos que lo rodean. El desarrollo mismo de la agricultura comprende la selección y mejoramiento de plantas, animales y microorganismos que dan el mejor rendimiento. Este tipo de selección se limita a los organismos que se pueden cruzar e inevitablemente a aquellos que se relacionan genéticamente. También, en los programas de mejoramiento tradicionales, al trasladar genes de una planta a otra se transmiten otros que no son favorables. Esto hace que se requieran muchos ciclos de selección para obtener únicamente las características deseables en una nueva variedad. La ventaja de la ingeniería genética moderna basada en la recombinación del ácido desoxirribonucleico (ADN) yace precisamente en la habilidad para hacer alteraciones rápidamente, con precisión, y tras pasando las barreras de incompatibilidad sexual. El mejorador dispone hoy de genes de todo el mundo biológico que se pueden utilizar para crear variedades de microorganismos, plantas y animales.

Las bases de la tecnología moderna aplicada a la agricultura son dos: el cultivo de tejidos y la recombinación artificial del ácido desoxirribonucleico (ADN). El cultivo de tejidos nos da la capacidad de aislar tejidos o células individuales y de usarlos para regenerar la planta completa. En muchos casos, esto nos permite evaluar las características del germoplasma y seleccionar células sin esperar a que se haya obtenido la planta en sí. En esta forma, se pueden aislar rápidamente líneas que contienen los genes más favorables. Estas líneas se deben evaluar en cuanto a la estabilidad del gene o genes que se introdujeron y especialmente a sus características agronómicas. Por lo tanto la ingeniería genética nos dá más flexibilidad sobre estrategias que se puedan utilizar para resolver problemas, pero es simplemente un complemento a la tecnología tradicional que se usa para el mejoramiento de las plantas.

Un verdadero avance en la biotecnología durante la década que comenzó en 1980 fue el descubrimiento de métodos para transferir genes de organismos diversos a las plantas. Los científicos simplemente aprovecharon el sistema de transformación que utiliza la bacteria causante del cáncer vegetal, *Agrobacterium tumefaciens*. La transferencia del ADN requiere sólo la presencia de las secciones localizadas a los extremos del sector (T-ADN) de un plásmido. Por ese motivo ha sido posible eliminar los genes relacionados con la virulencia de la bacteria y sustituirlos por los genes que se quieren transferir a la planta. Recientemente, se ha introducido el ADN directamente a protoplastos o tejidos de plantas por medio de la electroporación o el uso de

partículas de oro impulsadas a alta velocidad. La incorporación directa por medio de estas partículas elimina el trabajo de regeneración de protoplastos y permite el uso de fragmentos grandes de ADN (Gasser et al. 1989).

## AVANCES EN LA BIOTECNOLOGIA QUE AFECTAN EL MANEJO INTEGRADO:

**Resistencia a virus:** Entre los productos que afectarán el control integrado de plagas dentro de los próximos 5 años estarán en plano principal la resistencia a enfermedades virósicas y a insectos. En cuanto al primero, hemos sabido desde hace muchos años que la infección de una planta por una cepa de un virus de poca patogenicidad, a menudo protege a esa planta contra la infección por una cepa más virulenta. El Dr. Roger Beachey descubrió que la protección se puede obtener al modificar ciertas plantas para que produzcan la proteína que recubre las partículas del virus. Desde entonces se ha encontrado que ciertas partes del genoma del virus también se pueden utilizar para obtener resistencia en plantas transgénicas.

Ya existen variedades, producto de esta nueva tecnología, que acarrean resistencia a varios virus de tomate, alfalfa, tabaco, melones, papas y aún camote y yuca (Moffet 1992). Este tipo de resistencia inducida posiblemente sea estable en el campo y reducirá notablemente el uso de insecticidas para el control de áfidos, saltamontes, y otros insectos portadores de muchos de estos virus.

**Resistencia a insectos.** Una técnica común para lograr resistencia a insectos es la transformación de plantas por medio de genes de bacterias que afectan insectos, especialmente de *Bacillus thuringiensis*, un bacilo que ocurre corrientemente en el suelo. Esta bacteria produce una proteína que es una toxina potente para ciertos grupos de insectos. La toxina afecta el sistema digestivo de algunas larvas, las cuales dejan de alimentarse y mueren. En el mercado han existido preparaciones comerciales de esta proteína o de esporas de la bacteria que se han utilizado por más de 40 años, sin afrontar serios problemas de resistencia debido al uso repetido de este insecticida biológico.

Casi todas las cepas de *B. thuringiensis* afectan las larvas de lepidópteros, incluyendo mariposas y polillas. Las proteínas que producen estas bacterias son específicas y la mayoría tanto de invertebrados como de vertebrados, no son afectados. Como son proteínas simples, cada una está regulada por un solo gene y esto hace posible que se incorporen fácilmente en las plantas. Además, solamente parte del gene es necesario, puesto que proteínas truncadas, con sólo el 50-60% de la proteína completa, mantienen actividad contra insectos. Hay proteínas con diferente toxicidad

a distintos insectos, incluyendo coleópteros. La compañía MONSANTO, por ejemplo, ha probado con éxito variedades de papa transgénicas con una alta resistencia al escarabajo de Colorado (Gasser *et al.* 1989).

**Modificaciones a microorganismos:** A pesar de la facilidad con que hoy se producen plantas transgénicas, es más factible y más conveniente modificar los que viven asociados con las plantas. La idea es que muchos de estos microorganismos pueden ser modificados para mejorar el rendimiento y la resistencia de cultivos. Por ejemplo, se está tratando de crear nuevas cepas de *Rhizobium* y otras bacterias más eficientes en la fijación de nitrógeno en las leguminosas. Los daños de heladas en ciertos cultivos pueden prevenirse con el uso de cepas de *Pseudomonas syringae* que no contienen núcleos para la formación de hielo en la superficie de las hojas. La idea es que estas nuevas cepas puedan competir y reemplazar a las nativas que sí participan en la formación de hielo (Lindow 1985).

**Control biológico - insectos.** Dentro del área que nos interesa, el manejo integrado de plagas, el potencial de la modificación de microorganismos por medio de ingeniería genética existe especialmente en cuanto al control biológico. Por ejemplo, los entomólogos han utilizado por muchos años un grupo de microbios llamados *baculovirus* que atacan especies particulares de insectos, pero que no afectan otros animales o plantas. Aunque estos *baculovirus* se obtienen comercialmente para el control de varios insectos dañinos a la agricultura, en realidad su acción es tan lenta que los insectos continúan causando daños hasta su muerte.

Investigadores del Instituto de Virología de la Universidad de Oxford en Inglaterra, han obtenido modificaciones genéticas en los *baculovirus* que los hacen mucho más eficientes que las cepas nativas. Por ejemplo, incorporaron en el genoma del virus varios genes de toxinas de origen bacteriano, creando así virus con mayor capacidad de matar al hospedante. También se ha eliminado el gene que produce la proteína que rodea su habilidad de sobrevivir en el suelo (Bishop *et al.* 1990). Esto previene no solamente efectos a largo plazo sobre insectos que pueden ser beneficiosos a la agricultura, sino que también impide que los *baculovirus* modificados tengan interacción con otros *baculovirus*. Hasta el momento, se han usado para el control de la polilla del pino en Escocia, pero en el futuro se extenderá el uso para el control de otros lepidópteros.

**Control biológico - patógenos.** De gran interés es también la posibilidad de modificar genéticamente microorganismos asociados con la rizosfera y filósfera de las plantas. Estos microorganismos modulan el crecimiento de las plantas y afectan la resistencia a

muchos patógenos, pero son muy pocos los casos que se han usado como agentes de control biológico. El uso de especies de *Pseudomonas*, particularmente *P. fluorescens*, que son antagónicas contra especies de *Gaeumannomyces*, *Pythium* y *Rhizoctonia* que afectan el trigo, han recibido mucha atención en años recientes. Por medio de genética molecular, Cook y sus colaboradores en Washington State University, han identificado un grupo de antibióticos producidos por estas bacterias (fenacinas) como el principio responsable por el control biológico (Thomashow *et al.* 1988). Se han creado artificialmente mutantes que producen mayores cantidades de estos antibióticos y estas cepas se están probando en el campo. Por otro lado, no hay evidencia convincente de que estos antibióticos se produzcan en la rizosfera y se mantengan ahí en forma activa. Tal vez el problema principal es el de establecer las nuevas cepas en el suelo, la rizosfera o la filosfera. Aún cuando se utilizan poblaciones grandes, el desequilibrio es siempre temporal en poblaciones de microorganismos tan variadas y sujetas a fluctuaciones debido a cambios en el ambiente.

Tal vez el mejor ejemplo de control biológico con microorganismos creados por métodos de genética molecular, se refiere al control de *Agrobacterium tumefaciens* por medio de la cepa de una bacteria similar (*A. radiobacter*) conocida como K-84. Esta cepa se vende a los Estados Unidos bajo el nombre GALTROL y ha tenido éxito en el control del cáncer bacteriano a nivel de invernadero. K-84 no contiene el plásmido Ti que existe en las cepas patogénicas, pero sí uno diferente que es responsable por la producción del antibiótico agrocina. Plantas tratadas previamente con K-84 son resistentes a las cepas patogénicas, pero sólo si éstas últimas son susceptibles a la agrocina. La pérdida de susceptibilidad a la agrocina de ciertas cepas se debe a que han adquirido el plásmido que existe en K-84. Por lo tanto, las cepas nuevas de K-84 contienen modificaciones en las cuales se han eliminado las funciones que permiten la transferencia del plásmido de la agrocina (Farrand 1990). Además, se han creado otras cepas de K-84 que producen otras agrocinas lo que reduce la posibilidad de que aparezcan cepas del patógeno resistentes al antibiótico.

**Nuevas técnicas de diagnóstico.** Dentro del área de la medicina forense pocas técnicas han tenido tanto éxito ni se han adoptado tan rápidamente como las del uso de marcadores del ADN y de multiplicación del ADN por medio de ciclaje térmico (PCR). Esto permite, por ejemplo identificar con precisión a individuos que han cometido crímenes y resolver casos de paternidad. Estas nuevas técnicas dactilográficas tendrán el mismo éxito una vez que sean aplicadas a los problemas de identificación de patógenos. La identificación temprana y rápida es básica en estos programas y en algunos casos es sumamente difícil. En el caso de virus que atacan la papa, por ejemplo, la eliminación inmediata de plantas infectadas por virus

es un proceso esencial en la práctica de ese cultivo. Los síntomas tempranos son difíciles de interpretar y se pueden confundir con deficiencias de minerales.

La biotecnología nos ha capacitado para usar antisueros monoclonales de gran especificidad y que se usan en forma rutinaria para la identificación. De mayor precisión y sensibilidad son los métodos basados en ADN o ARN; todo lo que se requiere es el equipo para PCR que cada vez es más común en todo laboratorio. No es difícil predecir que en breve se usarán en forma rutinaria marcadores del ADN para la identificación precisa aún de las razas u otros subgrupos dentro de la clasificación de cada patógeno. Estas técnicas ya se usan para obtener una idea exacta de la diseminación de patógenos por insectos, humanos y otros factores. También nos ayudan a interpretar la evolución de patógenos y a predecir dónde y cuando esperar problemas debidos a nuevas razas o tipos de patógenos.

## PROBLEMAS SOCIO-ECONOMICOS

Estos ejemplos determinan que la nueva tecnología ya está en capacidad de mejorar la forma en que se llevan a cabo los programas de control integrado. Podemos predecir que la biotecnología tendrá un impacto significativo en el desarrollo agrícola del Tercer Mundo. Ese optimismo, sin embargo, tiene que ser analizado con base en ciertos problemas que han aparecido ya en el horizonte (Sequeira 1992). Entre los problemas principales está el hecho de que la nueva tecnología está casi totalmente en manos del sector privado en los países del oeste. Para que esa tecnología se extienda al resto del mundo, dependemos casi exclusivamente, de la inversión que los países más desarrollados hagan en esta industria. Desafortunadamente, en el campo de la biotecnología de plantas, cada vez hay menos interés dentro de los inversionistas y las compañías multinacionales. Compañías poderosas como ARCO, ENICHEM y SHELL, se han retirado de este campo y otras (MONSANTO, GRACE) cada vez dan menos apoyo a la biotecnología de plantas y se dirigen más a la biotecnología animal.

Se está invirtiendo menos dinero en investigación y desarrollo de productos de la biotecnología de plantas, que lo que se invirtió en 1983. A pesar de que los conocimientos básicos a nivel académico siguen aumentando rápidamente, el desarrollo de nuevos productos es mínimo y la relación de estos productos a las necesidades del Tercer Mundo es muy tenue. Además, cuando la misma compañía produce la semilla mejorada y los productos químicos que nos permiten usar esa semilla, como en el caso de cultivos resistentes y herbicidas, el productor está enteramente en manos de los que establecen el costo de ambos elementos de la nueva tecnología.

Cuáles son las razones de la pérdida de interés en la biotecnología? En gran parte esto tiene que ver con la política que regula esta industria en Estados Unidos y en Europa en forma confusa y sofocante. En los últimos dos años esta política ha mejorado, pero no como para atraer capital de nuevo. Otra razón es que los aumentos en rendimiento logrados, por lo general no pagan los costos de investigación, desarrollo, y certificación del producto. Muchos se han retirado de este campo porque después de 20 años de esfuerzo, sólo queda un producto de la biotecnología en el mercado: el tomate FLAVR-SAVR, una variedad que no se pudre rápidamente.

En los países más desarrollados este cambio en el ambiente de inversiones no tiene gran significado. Casi todos los cultivos que se pretende mejorar, tales como maíz, frijol de soya, algodón, etc. los producen en cantidades que más bien arrojan excedentes y a precios desfavorables.

La industria y las universidades del occidente se han olvidado de los cultivos de importancia para los países en desarrollo. La mejor ayuda internacional es aquella que se relaciona con el aumento de la producción agrícola, pero las necesidades características de cada región tienen que resolverse a nivel local. Lo mismo podemos concluir en cuanto a la biotecnología. Los organismos internacionales de investigación agrícola por lo general no han adoptado sistemas modernos y apoyan únicamente los programas de mejoramiento tradicionales. Los programas nacionales no han recibido el apoyo que necesitan para establecer sus propios programas en biotecnología (Goldstein 1989 a y b).

Hay razón para creer que esta situación está cambiando (Gibbons 1990, Moffet 1992). Por ejemplo, las Naciones Unidas a través de UNIDO, le ha dado apoyo a India para establecer un centro de biotecnología en Nueva Delhi. El consorcio que da ayuda a los centros de investigación agrícola en los trópicos (CGIAR) está dando más énfasis a la biotecnología de la papa (CIP), yuca (CIAT) y arroz (IRRI). Por otro lado la Fundación Rockefeller tiene un programa internacional sobre biotecnología de arroz que complementa lo que se hace en ese campo en IRRI (Toenniessen 1992).

## PROGRAMAS NACIONALES DE BIOTECNOLOGIA

Creo que cada vez hay más conciencia de la necesidad de establecer programas nacionales en biotecnología en los países en desarrollo. Como ya lo indiqué, muchos de estos países no tienen la infraestructura física o intelectual para llevar a cabo programas de esa naturaleza. Pero espero haberlos convencido de que hay que comenzar. Yo he propuesto el establecimiento de una Fundación Internacional para la Biotecnología, que tendría como principal responsabilidad dar ayuda a: 1) estudiantes que desean

entrenarse en biotecnología en los mejores centros mundiales y 2) recién-graduados para que regresen a su país de origen una vez entrenados (Sequeira 1993). Insisto en que la mejor forma de establecer programas nacionales es apoyar a jóvenes, bien entrenados, y que tienen la energía y entusiasmo para resolver problemas locales. Entre esos problemas, como lo he apuntado, está el de mejorar la eficiencia con que trabajan los programas de control integrado de plagas.

Para terminar quiero indicar que no ignoro que la biotecnología tendrá impactos socioeconómicos en los países en desarrollo- algunos beneficiosos y otros nocivos. Algunos promulgan el paraíso que nos traerá esa nueva tecnología y otros predicen desastres ecológicos. Los mensajeros del paraíso tienden a olvidarse de los dilemas aportados por esa nueva tecnología. Los ángeles de la perdición ignoran lo que ya se ha logrado y las posibilidades reales de esta revolución tecnológica. Podemos predecir, por otro lado, que ningún avance tecnológico llegará a suplir las necesidades del género humano si no hay control de la natalidad. Cada nueva tecnología fomenta la multiplicación humana. Con la biotecnología estamos extrayendo la última caloría, pero lo cierto es que nos estamos jugando las últimas cartas.

## REFERENCIAS

- BILGER, B. 1992. Dinner for eight billion. *Earthwatch*, p. 13-15.
- BISHOP, D.H.L. y POSSEE, R.D. 1990. Planned release of an engineered baculovirus insecticide. *In New Directions in Biological Control*, R.R. Eaker y P.E. Dunn, eds. Alan R. Liss, N.Y. p. 609-628.
- BRADY, N.C. 1987. Prospects for agricultural production in the Third World. *Phytopathology* 77:34-36.
- BUNDERS, J.F.G. y BROERSE, J.E.W. eds. 1990. *Appropriate Biotechnology in Small Scale Agriculture*. Tucson. Univ. Arizona Press, 160 p.

- FARRAND, S.K. 1990. *Agrobacterium radiobacter* strain K84: a mode biocontrol system. *In New Directions in Biological Control*, R.R. Baker y P.E. Dunn, eds. Alan R. Liss, N.Y. p. 679-691.
- FARRINGTON, J. ed. 1989. *Agricultural biotechnology: Prospects for the Third World*. London. Overseas Development Institute.
- GASSER, C.S. y FRALEY, R.T. 1989. Genetically engineering plants for crop improvement. *Science* 244:1239-1299.
- GIBBONS, A. 1990. Biotechnology takes root in the Third World. *Science* 248:962-963.
- GOLDSTEIN, D.J. 1989a. Ethical and political problems in the Third World. *J. Agr. Ethics*. 2:37-51.
- \_\_\_\_\_. 1989b. A biotechnological agenda for the Third World. *J. Agr. Ethics*. 2:37-51.
- HOBBELINK, H. 1987. *Biotechnology: New Hope or False Promise?* Brussels. Intl. Coalition for Development Action, 72 p.
- LINDOW, S.E. 1985. Integrated control and role of antibiosis in biological control of fireblight and frost injury. *In Biological Control on the Phylloplane*, C.E. Windels y S.E. Lindow, eds. St. Paul. APS Press, p. 83-115.
- MOFFET, A.S. 1992. Putting the moves on plant viruses. *Science* 255:291.
- \_\_\_\_\_. 1992. Biotechnology reaches beyond the high-tech West. *Science* 255:919.
- SEQUEIRA, L. 1993. Research on plant-microbe interactions: making it relevant. *In Advances in Molecular Genetics of Plant-Microbe Interactions*, E.W. Nester y D.P.S. Verma, eds. Kluwer, Netherlands. p. 3-14.
- SWAMINATHAN, M.S. 1982. Biotechnology research and Third World Agriculture. *Science*. 218:467-472.
- THOMASHOW, L.S. y WELLER, D.M. 1988. Role of a phenazine antibiotic from *Pseudomonas fluorescens* in biological control of *Gaeumannomyces graminis* var *tritici*. *J. Bacteriol.* 170:3499.
- TOENNIENSEN, G. 1992. Building plant science research capacity in developing countries. *Plant Cell* 4:5-6.

Suscripción

## "Manejo Integrado de Plagas"

### Revista Trimestral

CATIE. Centro de Información y Comunicación en Fitoprotección. 7170 Turrialba, Costa Rica  
Tel.: (506)556-1632 ó 5566431 Ext. 300. Fax: (506)556-0606 ó 556-1533

Suscripción anual US \$25.00

Envíe su cheque en US\$, a nombre de CATIE, girado contra cualquier banco en E.U.A. o su equivalente en colones.

Nombre: \_\_\_\_\_ Profesión: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_

Deseo suscribirme a la Revista por un periodo de \_\_\_\_\_ años



## ASPECTOS BIOECOLOGICOS DE *Bemisia tabaci* EN MESOAMERICA\*

Luko Hilje\*\*

### ABSTRACT

The main biological and ecological information on *Bemisia tabaci* from Middle America, is summarized. It includes aspects on taxonomy, genetics, population growth, seasonality, natural enemies, movements, spatial distribution and food preferences. Some ideas on the origin of the pest in the region are discussed, as well as the practical importance of clarifying this point.

### RESUMEN

Se resume la principal información biológica y ecológica sobre *Bemisia tabaci* originada en Mesoamérica. Incluye aspectos taxonómicos, genéticos, crecimiento poblacional, estacionalidad, enemigos naturales, movimientos, distribución espacial y preferencias alimentarias. Se discuten algunas ideas sobre el origen de la plaga en dicha región, así como la importancia práctica de esclarecer esto.

### INTRODUCCION

La mosca blanca, *Bemisia tabaci* (Gennadius) es uno de los insectos estudiados con mayor amplitud. Existe abundante información sobre su biología y ecología en las revisiones de Cock (1986), Gerling (1990), Gerling *et al.* (1986) y Byrne y Bellows (1991).

Este artículo pretende, recopilar y difundir la principal información biológica y ecológica generada en Mesoamérica (del istmo de Tehuantepec, México, hasta las tierras bajas del río Atrato, Colombia) y algunas áreas tropicales limítrofes, para conocer mejor esta plaga y facilitar su manejo,

### TERMINOLOGIA CONFUSA

El calificativo de **mosca blanca** ha creado confusión entre agricultores y técnicos. *B. tabaci* es un homóptero y, como tal, se diferencia de los dípteros en al menos tres aspectos: **a.** El adulto tiene cuatro alas y no dos. **b.** Su aparato bucal es perforador-chupador, por lo que extrae líquidos (carbohidratos y aminoácidos) del floema de las plantas; lo cual le permite actuar como vector de virus. **c.** Presenta metamorfosis incompleta, con tres estadios: huevo, ninfa y adulto; las moscas verdaderas tienen huevo, larva, pupa y adulto.

La confusión es aún mayor, pues algunos autores denominan larvas a las ninfas, y pupa a la sub-etapa final del último estadio ninfal. La hembra coloca grupos de huevos en forma circular o semicircular, en el envés de las hojas, de los cuales nace una ninfa "gateadora", pues se arrastra hasta establecerse en un lugar adecuado en el envés, para iniciar su alimentación, en el cual se mantienen los estadios 2o., 3o. y 4o. (Byrne y Bellows 1991). Al 4o. estadio le llaman pupa porque presenta una fase de "quietud", durante la cual no se alimenta (Byrne y Bellows 1991), como sucede con las pupas verdaderas. Por precisión científica, es preferible evitar esta terminología.

### LA COMPLEJIDAD TAXONOMICA

Se han descrito unas 1200 especies de moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) (Bink-Moenen y Mound 1990), de las cuales al menos 30 están en América Central, el Caribe y Colombia (Caballero 1993). *B. tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum* son las más importantes, y especialmente la primera (Hilje y Arboleda 1993).

La taxonomía de este grupo de insectos es compleja. Los adultos de varias especies se parecen mucho, por lo que su identificación a simple vista puede originar errores que luego se perpetúan en publicaciones sobre el tema. En realidad, la separación de las especies se basa en las características del cuarto estadio ninfal (Mound y Halsey 1978, en Bink-Moenen y Mound 1990). Por ejemplo, el año pasado,

Recibido: 31/10/94. Aprobado: 14/02/95.

\*III Taller Centroamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas. 19-22 de septiembre, 1994. Antigua, Guatemala.

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

blancas en un arbusto de guayaba (*Psidium guajava*) menor de 3 m de altura. Aparentemente, se trata de una sola especie, pero al identificarlas se determinó que eran tres: *Aleurodicus dispersus*, *Paraleyrodus* y probablemente *Aleurothrixus* sp. (Rafael Caballero 1993, EAP, Honduras com. pers.). Este ejemplo debe alertarnos sobre la necesidad de contar siempre con identificaciones realizadas por expertos en este grupo de insectos.

## LA COMPLEJIDAD GENÉTICA

*B. tabaci* muestra gran plasticidad genética, como lo revelan las siguientes evidencias:

a. Las ninfas de 4o. estadio desarrolladas sobre hojas pubescentes también son pubescentes, en tanto que aquéllas halladas sobre hojas glabras carecen de setas (Mound 1963). Incluso dentro de una misma planta, como sucede en algunos robles, cuyas hojas tienen el envés pubescente y la haz glabra, las ninfas de otra especie afín, *Aleuroviggianus* sp. exhiben tal contraste (Bink-Moenen y Mound 1990).

b. La capacidad de desarrollar resistencia a los insecticidas es enorme (Cuadro 1), a lo cual contribuyen la brevedad de su ciclo de vida y la partenogénesis arrenotóquica, que se presenta ocasionalmente (Byrne y Bellows 1991).

c. Existen varias razas o biotipos, asociados con hospedantes específicos. Por ejemplo, en Puerto Rico se observaron dos razas diferenciables biológicamente: la **Jatropha**, asociada con *Jatropha gossypifolia*, no se alimentó ni se reprodujo en la mayoría de las especies evaluadas, mientras que la **Sida** colonizó a muchas, salvo *J. gossypifolia* (Bird 1957, Bird y Maramorosch 1978). Además, un biotipo de Brasil no pudo colonizar la yuca (*Manihot esculenta*), aunque ésta fue colonizada por un biotipo africano (Costa y Russell 1975).

En el plano mundial existen muchos biotipos (Judith K. Brown, Univ. of Arizona 1994, com. pers.), de los cuales siete están en América Central y el Caribe, denominados **A**, **B**, **C**, **D**, **F**, **G** y **N** (Brown 1993). En años recientes, el biotipo **B**, estrechamente asociado con la flor de pascua o pastora (*Euphorbia heterophylla*), adquirió gran importancia en los EE.UU., México, América Central y el Caribe; hasta 1992 estaba en Guatemala, Belice, Nicaragua, República Dominicana, Cuba, Puerto Rico y otras islas antillanas (Brown 1993). Contrasta con el biotipo ya conocido (**A**) en varios

aspectos: tiene mayor fecundidad; completa su desarrollo en el cultivo de tomate; ataca un mayor número de cultivos, incluyendo crucíferas (coliflor y brócoli), cítricos y papaya; e induce los síndromes de la "hoja plateada" en algunas cucurbitáceas y de la maduración irregular en el tomate (Brown 1993). Este año, dicho biotipo fue descrito como una nueva especie, *Bemisia argentifolii* (Bellows et al. 1994).

**CUADRO 1.** Factores de resistencia (valores FR) para adultos de *B. tabaci* en Tiquisate, Guatemala, 1985-1987.

Insecticidas	Estirpe susceptible LC50 ppm	Valores de FR en estirpes de campo		
		1985	1986	1987
Monocrotofós	6.7	>500	>500	290
Dimetoato	12.2	>400	>330	>330
Quinalfós	1.3	>2000	-	-
Profenofós	4.9	183	>400	28
Dicrotofós	12.3	-	-	-
Clorfenvinfós	20.0	-	80	-
Metamidofós	5.9	560	>500	400
DDT	20.0	>280	>280	-
Cipermetrina	2.7	378	550	760
Deltametrina	0.2	870	2000	>2000
Fenpropatrina	3.5	-	320	300
Bifentrina	0.2	445	990	460
Cialotrina	0.8	980	550	470
Aldicarb	20.5	-	16	9
Endosulfán	1.6	2	17	14
Amittaz	100.0	20	20	5

FR = LC50 estirpe campo/LC50 estirpe susceptible

Tomado de: Dittrich et al. (1990)

d. Existe una notoria capacidad de adaptación a nuevas zonas geográficas. Aunque *B. tabaci* históricamente ha habitado regiones tropicales y subtropicales (Bink-Moenen y Mound 1990), el biotipo **B** tiene mayor tolerancia al frío y ha expandido su ámbito de distribución a zonas marcadamente templadas (Brown 1993). En años recientes se ha hallado al insecto a gran altitud (1841 m) en Chimaltenango, Guatemala (Dubón et al. 1993a).

## LAS POBLACIONES DESMESURADAS

El problema actual con *B. tabaci* obedece básicamente a dos factores: sus poblaciones desmesuradas y la asociación con geminivirus que, por reproducirse en el floema, son muy dañinos (Lastra 1993); entre éstos destacan el del mosaico dorado del frijol (Gámez 1971) y el mosaico amarillo del tomate (Lastra 1990). Las densidades altas dependen básicamente del **potencial reproductivo**, y como en otros insectos, de tres aspectos: fecundidad, tiempo generacional y proporción de sexos.

Los datos sobre la **fecundidad** (número de huevos por hembra), son variables. En Colombia se observó que, en promedio, fue de 75, a 26.5°C y 68% HR (Eichelkraut y Cardona 1989), y de 194.9 en Venezuela, a 25°C y 65% HR (Salas et al. 1993). Estas marcadas discrepancias, obtenidas en condiciones ambientales parecidas, quizás se deban al hospedante (frijol en el

primer caso y tomate en el segundo). Los valores obtenidos en otras regiones también varían mucho, entre 72 y 127.5 típicamente, dependiendo del hospedante, la edad del follaje, la humedad relativa, e incluso del biotipo (Gerling *et al.* 1986).

Los valores más altos ( $309.0 \pm 115.2$  huevos) se obtuvieron en poblaciones expuestas a insecticidas, supuestamente por *hormoligosis* (Dittrich *et al.* 1990); esto consiste en que al estar expuestas al estrés causado por dosis subletales de insecticidas, las hembras producen más huevos y más hembras en su prole.

Los adultos se alimentan minutos después de emerger; las hembras copulan pocas horas más tarde, tienen un período de preoviposición menor de 24 h y colocan pocos huevos diariamente, generalmente menos de 10, durante la mayor parte de su vida (Eichelkraut y Cardona 1989).

El **tiempo generacional** o intervalo entre dos generaciones sucesivas, fue de 37.3-39.3 días, a 26.5°C y 68% HR (Eichelkraut y Cardona 1989), y de 41.64 días, a 25°C y 65% HR (Salas *et al.* 1993). Los valores en otras regiones son muy variables, por la influencia de los factores citados (Gerling *et al.* 1986). Por ejemplo, al evaluar el tiempo de desarrollo (intervalo de huevo a adulto) en 17 cultivos, se observó que el mínimo fue en el camote ( $18.6 \pm 1.1$ ) y el máximo en la zanahoria ( $29.8 \pm 2.2$ ) (Coudriet *et al.* 1985).

La **proporción de sexos**, número de hembras: machos en la prole, es muy variable. Eichelkraut y Cardona (1989) documentaron que es de 1:1, y Salas *et al.* (1993) de 2.73:1, mientras que en otras regiones se han observado ambas opciones, así como el predominio de machos (Gerling *et al.* 1986). Destaca la capacidad de las hembras para reproducirse sin fertilización, originando solo machos (**partenogénesis arrenotóxica**) (Byrne y Bellows 1991). Puesto que una hembra puede copular reiteradamente durante su vida (Eichelkraut y Cardona 1989), teóricamente los machos podrían copular con su madre y dar origen a hembras "hermanas" con las que también podrían copular.

Las hembras viven 14.1 o 19.02 días y los machos 11.1 o 19.38, en promedio, (Eichelkraut y Cardona 1989, Salas *et al.* 1993). Los valores promedio en otras regiones son variables, de 8-61.5 días para las hembras, y 3-34 días para los machos (Gerling *et al.* 1986). En el campo, la proporción de sexos varía durante el año (Gerling *et al.* 1986). Supuestamente, las mayores temperaturas promueven la aparición de machos, pues a 14°C fue de 3.1:1 y a 25°C de 1.8:1 (Sharaf y Batta 1985, en López-Avilla 1986).

## ESTACIONALIDAD

En general los trópicos se caracterizan por la temperatura alta y estable durante el año, y la elevada humedad relativa, lo cual permite a *B. tabaci* reproducirse ininterrumpidamente y presentar generaciones superpuestas (Anzola y Lastra 1985, Eichelkraut y Cardona 1989, Hilje *et al.* 1993b). En los trópicos del Viejo Mundo, se calcula que el insecto tiene 11-15 generaciones al año (López-Avilla 1986).

Por ser *B. tabaci* poiquilotérmica, su metabolismo depende sustancialmente de la temperatura ambiental. Aunque se puede desarrollar desde 15°C, el óptimo parece estar entre 20-30°C, y los valores superiores a 30-33°C le son nocivos (Gerling *et al.* 1986). Dentro del ámbito óptimo, el tiempo generacional se acorta y la fecundidad aumenta, lo que incrementa las poblaciones; a ello también contribuye el tamaño corporal pequeño, de 1-1.5 mm. Esto explica que alcance poblaciones altas en la estación seca (Anzola y Lastra 1985, Eichelkraut y Cardona 1989, Hilje *et al.* 1993b), cuando la acumulación térmica ("tiempo fisiológico") es mayor, y el impacto de las virosis sobre los cultivos es más grave en América Central y el Caribe (Hilje y Arboleda 1993).

Durante la estación lluviosa sus poblaciones son bajas. El hecho de que la abundancia de adultos decline abruptamente con las primeras lluvias fuertes, en un cultivo donde el insecto casi no se reproduce, como el tomate en Costa Rica (Hilje *et al.* 1993b), sugiere que existe un efecto mecánico, de desalojo de los adultos, que quizás mueran sobre el suelo. Además, la baja humedad relativa es la más perjudicial para su sobrevivencia; ésta es muy baja (no mayor de 4 días) a 21%, pero alta (el 50% puede vivir unos 12 días) a 90% HR (Gerling *et al.* 1986).

Por el contrario, la de los huevos y ninfas jóvenes es baja a 80 y 90% y alta a 31% HR (Gerling *et al.* 1986). Esto sugiere que las bajas poblaciones obedecen a la combinación de los dos mecanismos: el efecto mecánico sobre los adultos y el de la alta humedad relativa sobre las formas inmaduras jóvenes. Desde el punto de vista práctico, conviene estudiar si en la estación seca las poblaciones se podrían reducir sustancialmente mediante el riego aéreo o al surco.

A pesar de las poblaciones bajas en la estación lluviosa, es frecuente observar campos de tomate y frijol afectados en 100%. Esto sugiere que, de existir suficiente inóculo cercanamente, muy pocos adultos pueden diseminar los geminivirus eficientemente (Hilje *et al.* 1993b), por lo que la disminución en las poblaciones no significa que el daño decrezca.

## ENEMIGOS NATURALES

En Mesoamérica, República Dominicana y Venezuela existen especies de enemigos naturales de *B. tabaci*, que posiblemente eran un factor de mortalidad importante, el cual contribuía previamente a mantener las poblaciones de la plaga a bajos niveles.

Entre los parasitoides, figuran los siguientes himenópteros, de las familias Aphelinidae y Platygasteridae: *Encarsia desantisi*, *E. formosa*, *E. hispida*, *E. lutea*, *E. luteola*, *E. nigricephala*, *E. pergandiella*, *E. quaintancei*, *E. tabacivora*, *E. transvena*, *Amitus hesperidium varipes*, *Amitus* sp., *Eretmocerus californicus* y *Eretmocerus* sp.; también el hiperparasitoides *Signiphora aleyrodis* (Caballero y Rueda 1993, Chávez 1993, Serrano et al. 1993, Hanson et al. 1994). Algunos son comunes a otros Aleyrodidae, como sucede con *E. tabacivora* sobre *T. vaporariorum* y *T. variabilis*, *E. formosa* sobre *Paraleyrodes* sp. y *E. hispida* sobre *Aleuroglandulus* sp. (Caballero 1993).

Los registros de depredadores son algo imprecisos. Se ha observado a *Coleomegilla cubensis*, *C. maculata*, *Cycloneda sanguinea*, *Hippodamia convergens*, *Scymnus* sp. (Coleoptera: Coccinellidae), *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae), *Cyrtopeltis tenuis* (Hemiptera: Miridae), *Geocoris* sp. (Hemiptera: Lygaeidae), *Condylostylus* sp. (Diptera: Dolichopodidae) (Alvarez et al. 1993, Caballero 1993, Serrano et al. 1993); además, a *Delphastus pusillus* Coleoptera: Coccinellidae) (Ronald Cave 1994, EAP, Honduras, com. pers.).

Los hongos entomopatogénicos detectados son *Paecilomyces fumosoroseus* y *Verticillium lecanii* (Hall 1993), aunque otros que afectan a *B. tabaci* en otras latitudes, como *Aschersonia aleyrodis* y *Beauveria bassiana* (Gerling 1990), posiblemente tengan estirpes virulentas contra la plaga.

La mayoría de estas especies han sido recolectadas sobre *B. tabaci* y otros Aleyrodidae en zonas diferentes (Gerling 1990). Los censos realizados en la región son preliminares, por lo que es posible que, al profundizarse, se halle mayor diversidad de especies.

## MOVIMIENTOS

Puesto que las ninfas de *B. tabaci* son sedentarias, solo los adultos se desplazan y transmiten virus. En las poblaciones existen dos morfos, uno migratorio y otro de vuelo corto (Byrne y Houck 1989). Son malos voladores y sus desplazamientos lejanos dependen de corrientes de viento, a grandes alturas (Byrne y Bellows

1991); en una cámara de vuelo generalmente sostienen su vuelo por menos de 15 min, aunque algunos lo pueden hacer por más de 2 h (Blackmer y Byrne 1993a).

Los vuelos de larga duración, inducidos por la luz, se presentan en la mañana temprano, mientras que los vuelos cortos son continuos durante el día (Blackmer y Byrne 1993b). En el campo, al calentarse el aire y subir temprano en la mañana, se crea un vacío que es ocupado por corrientes de aire frío "drenaje de aire frío", que son aprovechadas por el adulto para desplazarse (Byrne y von Bretzel 1987), hasta 7 km desde su punto de origen (Cohen y Ben Joseph 1986).

El efecto del viento es claramente perceptible en los campos cultivados. Los números de adultos y/o ninfas, así como el daño, son mayores en los costados más expuestos al viento (Schutte y Bruno 1968, Arias y Hilje 1993, Dubón et al. 1993b, Espino et al. 1993).

En el tomate, existen movimientos cortos dentro de las parcelas y hacia sus áreas aledañas, durante el día (Arias y Hilje 1993, Espino et al. 1993), y la mayoría se presenta a menos de 15 cm del suelo (Valverde et al. 1993), como se ha documentado también en otras latitudes (Byrne et al. 1986). Ellos, junto con la proporción de adultos virulíferos en cada momento, posiblemente son los principales factores explicativos de la tasa de diseminación de las virosis dentro de las parcelas.

Existe un pico mayor de vuelo a las 6.30-8.30 h, y uno leve a las 15.00-16.30 h (Alvarenga y Anderson 1992, Arias y Hilje 1993). Al eliminar los adultos de plantas de tomate, y permitir su recolonización, se observó actividad todo el día, pero fue mayor entre las 7-10 h (Espino et al. 1993). Es posible que algunos adultos pernecten fuera de la parcela, puesto que cerca del crepúsculo hay emigración (Arias y Hilje 1993). La periodicidad de estas actividades quizá no varíe durante el año, pues la variación en el fotoperíodo es insignificante en los trópicos.

## DISTRIBUCION ESPACIAL

La distribución de *B. tabaci* dentro de un campo de cultivo sigue un patrón agregado, determinado por la dirección predominante del viento (Schutte y Bruno 1968, Dubón et al. 1993b).

Dicho patrón también se observa en plantas individuales, debido a la biología del insecto. Tanto los adultos como las ninfas permanecen en el envés de las hojas, en toda la planta, pero cada estadio se congrega en un estrato diferente. La hembra prefiere ovipositar en el follaje tierno de tomate, que contiene bastantes azúcares y nitrógeno (van Lenteren y Noldus 1990). En

Los registros más confiables aún preliminares (Cuadro 2), confirman la polifagia de *B. tabaci* y la preferencia por ciertas familias (Greathead 1986). Además de esos hospedantes silvestres, ataca a 16 cultivos, es decir, a 70 hospedantes, en 39 familias (Cuadro 3). Predominan Compositae (17 especies), Solanaceae (10), Cucurbitaceae (8), Malvaceae (7), Euphorbiaceae (5) y Leguminosae (4). Mundialmente, se asocia con al menos 500 especies, en 74 familias, predominando Leguminosae (96 especies), Compositae (56), y Malvaceae, Solanaceae y Euphorbiaceae (32-35) (Greathead 1986).

No se reproduce en todos estos cultivos o plantas silvestres. En Mesoamérica, lo hace en la mayoría (Cuadro 3), pero especialmente en el algodón, chile dulce y melón (Hilje y Arboleda 1993), en los que también puede causar serios daños directos por extracción de savia, e indirectos por la secreción de mielcilla. En el tomate no lo hacía, pero esto ha variado recientemente, aunque sin alcanzar números desmesurados, como en la República Dominicana y Venezuela (CATIE 1990). Por ejemplo, en Guatemala los números típicos de ninfas son de 3-25/hoja (Dubón *et al.* 1993b), al igual que en Nicaragua (Falguni Guharay 1993, CATIE, Nicaragua com. pers.), y en Costa Rica rara vez aparecen (Arias y Hilje 1993a), pero en la República Dominicana pueden alcanzar hasta 250/hoja (Samuel Concepción 1994, ISA, República Dominicana, com. pers.).

No todos los hospedantes son igualmente preferidos por *B. tabaci*. Por ejemplo, en Costa Rica prefiere al frijol, si se siembra asociado con el tomate (Arias y Hilje 1993a, Hilje *et al.* 1993a, Peralta y Hilje 1993) y Nicaragua (Delgadillo *et al.* 1992), pero no en Guatemala (Calderón *et al.* 1994b). Esto quizá se deba a la existencia de biotipos asociados con hospedantes específicos (Bird 1957, Bird y Maramorosch 1978, Costa y Russell 1975, Brown 1993).

**CUADRO 3.** Cultivos hospedantes de *B. tabaci* en Mesoamérica y áreas vecinas.

<b>CONVOLVULACEAE:</b> <i>Ipomoea batatas</i> (Camote, batata)
<b>CUCURBITACEAE:</b> <i>Citrullus lanatus</i> (Sandía), <i>Cucumis melo</i> (Melón), <i>C. sativus</i> (Pepino), <i>Cucurbita maxima</i> (Zapallo, moranga), <i>C. mixta</i> (Piplán, tamalayote), <i>C. moschata</i> (Ayote, calabaza, auyama)
<b>LEGUMINOSAE:</b> <i>Glycine max</i> (Soya), <i>Phaseolus vulgaris</i> (Frijol, habichuela, caraota)
<b>MALVACEAE:</b> <i>Gossypium hirsutum</i> (Algodonero), <i>Hibiscus esculentus</i> (Okra, molondrón)
<b>SOLANACEAE:</b> <i>Capsicum annuum</i> (Chile dulce, chiltoma, pimentón), <i>Lycopersicon esculentum</i> (Tomate), <i>Nicotiana tabacum</i> (Tabaco), <i>Solanum melongena</i> (Berenjena), <i>S. tuberosum</i> (Papa)

Fuentes: Arnal *et al.* (1993), Hilje y Arboleda (1993)

## COMPORTAMIENTO

En tomate, la cantidad de adultos que reposan en el follaje de la parte superior de la planta, aumenta conforme transcurre el día, supuestamente por movimientos dentro de la misma planta (Arias y Hilje 1993). La actividad precopulatoria aumenta correlativamente, quizás porque la probabilidad de encuentro entre los sexos sea mayor; los machos detectan la presencia de la hembra cuando se hallan a solo 2-3 mm de ella (Li *et al.* 1989). Aparentemente no existe feromona sexual, como en *T. vaporariorum*, pero sí alguna capacidad para responder a olores (National Research 1992).

Aunque los adultos prefieren el amarillo, en el campo se observó que la tonalidad verde-amarillenta del follaje, debida a la virosis, es más atractiva (Asiático 1991, Quirós *et al.* 1993). El insecto prefiere, en orden decreciente, el verde-amarillento, amarillo, rojo, anaranjado-rojizo, verde oscuro y morado (Husain y Trehan 1940, van Lenteren y Noldus 1990). El color es el principal factor determinante en la selección del hospedante, a distancia (van Lenteren y Noldus 1990). No obstante, parece ser importante el contraste entre el suelo desnudo y el color de la planta (Amador y Hilje 1993); cuando el suelo se enmascaró con coberturas vivas verdes, la cantidad de adultos en el tomate disminuyó y la diseminación de la virosis se retardó significativamente, en comparación con el suelo desnudo y varias coberturas plásticas.

## EL ORIGEN DEL PROBLEMA

El centro de origen de *B. tabaci* se desconoce, pues aunque comúnmente se consideró que era el Medio Oriente o Africa, algunas evidencias recientes sugieren que podría ser el Nuevo Mundo (Gill 1992). En todo caso, es evidente que se ha diseminado a muchas regiones del planeta.

El origen de *B. tabaci* como plaga en Mesoamérica es incierto, y posiblemente sea de naturaleza múltiple. Sin embargo, aún entre especialistas persisten hipótesis simplistas y hasta dogmáticas, como la de imputar el problema exclusivamente al uso excesivo de insecticidas. Posiblemente esa fue la causa principal de que el insecto alcanzara densidades explosivas en el algodón, a inicios de los sesentas en la costa pacífica de El Salvador, Honduras, Guatemala y Nicaragua (Kraemer 1966). No obstante, es insuficiente para explicar la simultaneidad con que se ha expresado el problema en la región y el mundo recientemente.

Dicho patrón también se observa en plantas individuales, debido a la biología del insecto. Tanto los adultos como las ninfas permanecen en el envés de las hojas, en toda la planta, pero cada estadio se congrega en un estrato diferente. La hembra prefiere ovipositar en el follaje tierno de tomate, que contiene bastantes azúcares y nitrógeno (van Lenteren y Noldus 1990). En el estrato superior del tomate se congregan los adultos, en el intermedio las ninfas de varios estadios, y en el inferior las ninfas de último estadio y las cubiertas ninfales vacías (Dubón *et al.* 1993b). Esto obedece a que mientras las ninfas se desarrollan la planta crece, por lo que progresivamente se acumulan en las hojas inferiores, sazonas.

## PREFERENCIAS ALIMENTARIAS

En América Central y el Caribe, los registros de hospedantes son inciertos, pues en algunos países no se han realizado censos, y en otros no se tiene certeza de que la especie observada sea *B. tabaci*. Por ejemplo, se observaron al menos 70 especies de hospedantes de Aleyrodidae en El Salvador (Serrano *et al.* 1993) y casi 100 en Nicaragua (Bustillo 1977), pero sin precisar la especie. En la República Dominicana, varias de las 38 especies de hospedantes de *T. vaporariorum* (Alvarez *et al.* 1993) posiblemente lo sean de *B. tabaci*, pero esto no ha sido determinado.

CUADRO 2. Plantas silvestres u ornamentales hospedantes de *B. tabaci* en Mesoamérica y áreas vecinas.

- 
- ACANTHACEAE:** *Blechnum pyramidatum* (Sornia)
- AMARANTHACEAE:** *Amaranthus* spp. (Bledo)
- ASCLEPIADACEAE:** *Asclepias curassavica* (Viborana)
- BALSAMINACEAE:** *Impatiens balsamina* (China)
- BORAGINACEAE:** *Heliotropium indicum* (Cola de alacrán)
- COMMELINACEAE:** *Commelina diffusa* (Canutillo, siempre viva)
- COMPOSITAE:** *Ageratum conyzoides* (Santa Lucía, flor de octubre, peludo), *Bidens pilosa* (Moriseco), *Blumea viscosa* (Conyza), *Conyza apurensis* (Cenicilla), *Eclipta alba* (Botoncillo, botón blanco), *Emilia fosbergii* (Clavelillo), *E. sonchifolia* (Clavelillo), *Galinsoga urticaefolia* (Mielcilla), *Melampodium divaricatum* (Flor amarilla), *Melampodium* spp. (Flor amarilla), *Melanthera nivea* (Botón blanco, totolquelite), *Parthenium hysterophorus* (Yerba amarga), *Pseudoelephantopus* sp. (Oreja de burro), *Sclerocarpus divaricatus* (Mirasol, flor amarilla), *Sonchus oleraceus* (Lechuguilla), *Spilanthes ocyimifolia* (Botón de oro), *Tithonia* sp. (Girasol)
- CONVOLVULACEAE:** *Ipomoea* sp. (Batatilla, campanilla)
- CUCURBITACEAE:** *Cucumis* sp. (Meloncillo, melón de monte), *Momordica* sp. (Sorosí)
- EUPHORBIACEAE:** *Chamaesyce hirta* (Yerba de sapo, golondrina), *Croton* sp. (*Croton*), *Euphorbia heterophylla* (Pascuita, pastora, pastor de monte, lechosa, lechosito), *E. prunifolia*, *E. pulcherrima* (Pastora, flor de pascua, papagayo)
- LABIATAE:** *Hyptis capitata* (Botoncillo, chan)
- MALVACEAE:** *Hibiscus rosa-sinensis* (Clavelón, avispa), *Malachra alceifolia* (Malva), *Malvastrum* sp. (Escobón), *Sida acuta* (Escobilla, escobillo, escoba lisa), *S. rhombifolia* (Escobilla, escobillo)
- NYCTAGINACEAE:** *Boerhavia decumbens* (Sancocho, oreja de chanco)
- PAPILIONACEAE:** *Desmodium scorpiurus* (Pega-pega), *Desmodium* sp. (Pega-pega)
- PASSIFLORACEAE:** *Passiflora foetida* (Catapanza)
- PORTULACACEAE:** *Portulaca* sp. (Verdolaga)
- RUBIACEAE:** *Borreria* sp. (Botoncillo, chiquizacillo), *Mitracarpus villosus* (Botoncillo, chiquizacillo), *Richardia scabra* (Chiquizacillo)
- RUTACEAE:** *Ruta graveolens*
- SOLANACEAE:** *Acnisthus arborescens* (Gütite), *Browallia americana* (Nomeolvides), *Datura* sp. (Reina de la noche), *Physalis angulata* (Farolillo chino, popa, topetón), *S. nigrum* (Tomatillo, hierba mora)
- STERCULIACEAE:** *Guazuma ulmifolia* (Guácimo, guácimo de ternero), *Melochia pyramidata* (Escoba morada), *Waltheria* sp. (Escoba pachona)
- VERBENACEAE:** *Lantana camara* (Cinco negritos)
- 

**Fuentes:** Alvarez *et al.* (1993), Arnal *et al.* (1993), Comisión Nacional de Mosca Blanca (1993), Hilje *et al.* (1993a), Zachrisson y Poveda (1993).

En el tomate, en América Central y el Caribe, *B. tabaci* ha causado crisis desde 1986 en Nicaragua (Comisión Nacional de Mosca Blanca 1993); 1987 en Guatemala (Dardón 1993); 1988 en República Dominicana (Alvarez *et al.* 1993) y Costa Rica (Hilje *et al.* 1993); 1989 en Honduras (Caballero y Rueda 1993); 1989 en El Salvador (Serrano *et al.* 1993); y 1991 en Panamá (Zachrisson y Poveda 1993). En el sur de los EE.UU. la situación más grave se presentó desde 1991 (Gill 1992). Es evidente que el patrón de uso de insecticidas varía notoriamente entre países y cultivos, por lo que es muy improbable que provocara brotes coincidentes en situaciones tan disímiles. Ello más bien pareciera obedecer a factores comunes a todos los países, incluso a escala planetaria, los cuales permanecen sin esclarecer.

La idea de que el problema haya surgido con la introducción accidental del biotipo **B** (*B. argentifolii*), con gran habilidad competitiva para desplazar a otros biotipos (Gill 1992), no es muy convincente. Aunque se encuentra en varios países de la región se desconoce su origen (Brown 1993). Es poco probable que fuera arrastrado por vientos fuertes del Caribe si el biotipo se hubiera originado allí, por ejemplo en la República Dominicana (Francisco Jiménez 1994, CATIE, com pers.). Ahí *B. tabaci* alcanzó dimensiones graves en 1988, pero sus características eran diferentes a las del biotipo del tomate en América Central hasta entonces, pues se reproducía masivamente en el cultivo y no transmitía virosis severas; esto sí se observó a partir de 1991 (Alvarez *et al.* 1993).

La introducción en plantas ornamentales de exportación, como la pastora o flor de pascua, con la que se asocia cercanamente el biotipo **B** (Brown 1993), tampoco es válida para la mayoría de los países. En ellos dicha planta no se exporta ni se reimporta, como sucede en algunas islas del Caribe donde crece durante el invierno de los países templados; asimismo, en la mayoría de las localidades donde empezó el problema, no existen viveros donde se críe esa planta.

Faltan aún elementos de juicio, quizá basados en la biología y ecología del insecto, para esclarecer el origen del problema. Esto es importante no solo intelectualmente, sino también desde el punto de vista práctico. Es diferente enfrentarse a un insecto que simplemente ha soslayado las barreras cuarentenarias, que con uno que, debido a su asombrosa plasticidad genética, podría originar continuamente nuevos biotipos.

## LITERATURA CITADA

- ALVAREZ, P.; ALFONSECA, L.; ABUD, A.; VILLAR, A.; ROWLAND, R.; MARCANO, E.; BORBON, J.C.; GARRIDO, L. 1993. Las moscas blancas en la República Dominicana. *In* Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 205. p. 34-37.
- ALVARENGA, D.M.; ANDERSON, P. 1992. La biología y comportamiento de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius). *In* Memoria Jornada Científico-Técnica sobre el Cultivo de Tomate. Managua, Nicaragua. p. 3-4.
- AMADOR, R.; HILJE, L. 1993. Efecto de coberturas vivas e inertes sobre la atracción de la mosca blanca (*Bemisia tabaci* (Gennadius) al cultivo de tomate. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 29:14-21.
- ANZOLA, D.; LASTRA, R. 1985. Whiteflies population and its impact on the incidence of Tomato Yellow Virus in Venezuela. *Phytopath. Z.* 112:363-366.
- ARIAS, R.; HILJE, L. 1993a. Uso del frijol como cultivo trampa y de un aceite agrícola para disminuir la incidencia de virosis transmitida por *Bemisia tabaci* (Gennadius) en el tomate. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 27:27-34.
- \_\_\_\_\_; HILJE, L. 1993b. 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.
- ARNAL, E.; RUSSELL, L.M.; DEBROT, E.; RAMOS, F.; CERMELI, M.; MARCANO, R.; MONTAGNE, A. 1993. Lista de moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) y sus plantas hospederas en Venezuela. *Florida Entomol.* 76(2):365-381.
- 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.
- BELLOWS, T.S. Jr.; PERRING, T.M.; GILL, R.J.; HEADRICK, D.H. 1994. Description of a species of *Bemisia* (Homoptera: Aleyrodidae). *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 87:195-206.
- BINK-MOENEN, R.M.; MOUND, L.A. 1990. Whiteflies: Diversity, biosystematics and evolutionary patterns. *In* Whiteflies: Their bionomics, pest status and management. D. Gerling (ed.). New Castle, UK. Atheneum. p. 1-12.
- BIRD, J. 1957. A whitefly-transmitted mosaic of *Jatropha gossypifolia*. *Agric. Exp. Sta. Univ. Puerto Rico. Tech. Paper* 22:1-35.
- \_\_\_\_\_; MARAMOROSCH, K. 1978. Virus and virus diseases associated with whiteflies. *Adv. Virus Res.* 22:55-110.
- BLACKMER, J.L.; BYRNE, D.N. 1993a. Flight of *Bemisia tabaci* in a vertical flight chamber: Effect of time of day, sex, age and host quality. *Physiol. Entomol.* 18:223-232.
- \_\_\_\_\_; BYRNE, D.N. 1993b. Environmental and physiological factors influencing phototactic flight of *Bemisia tabaci*. *Physiol. Entomol.* 18:336-342.

- BROWN, J.K. 1993. Evaluación crítica sobre los biotipos de mosca blanca en América, de 1989 a 1992. In Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 205. p. 1-9.
- BUSTILLO, J. 1977. Informe de las labores del Programa Básico de Mosca Blanca. Centro Experimental del Algodón. Comisión Nacional del Algodón. Nicaragua. 75 p.
- BYRNE, D.N.; BELLOWS, T.S., Jr. 1991. Whitefly biology. Annu. Rev. Entomol. 36:431-457.
- \_\_\_\_\_; HOUCK, M.A. 1990. Morphometric identification of wing polymorphism in *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). Ann. Entomol. Soc. Amer. 83:487-493.
- \_\_\_\_\_; VON BRETZEL, P.K. 1987. Similarity in flight activity rhythms in coexisting species of Aleyrodidae, *Bemisia tabaci* (Gennadius) and *Trialeurodes abutilonea* (Haldeman). Entomol. Exp. et Appl. 43:215-219.
- \_\_\_\_\_; VON BRETZEL, P.K.; HOFFMAN, C.J. 1986. Impact of trap design and placement when monitoring for the banded winged and the sweetpotato whitefly. Environ. Entomol. 15:300-304.
- CABALLERO, R. 1993. Moscas blancas neotropicales (Homoptera: Aleyrodidae): hospedantes, distribución, enemigos naturales e importancia económica. In Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 205. p. 10-15.
- \_\_\_\_\_; RUEDA, A. 1993. Las moscas blancas en Honduras. In Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 205. p. 50-53.
- CALDERON, L.; DARDON, D.; SALGUERO, V. 1994a. Efecto de coberturas del suelo sobre poblaciones de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y acolchamiento en tomate. In D. Dardón y V. Salguero (eds.). Manejo Integrado de la Mosca Blanca en Tomate. Fase II: 1992-1993. Proyecto MIP-ICTA-CATIE-ARF. Guatemala. p. 45-54.
- \_\_\_\_\_; DOMINGUEZ, M.; DARDON, D.; SALGUERO, V. 1994b. Preferencia comparativa de *Bemisia tabaci* por 12 especies vegetales cultivables, en relación a tomate. In D. Dardón y V. Salguero (eds.). Manejo Integrado de la Mosca Blanca en Tomate. Fase II: 1992-1993. Proyecto MIP-ICTA-CATIE-ARF. Guatemala. p. 21-26.
- CATIE. 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de tomate. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 151. 138 p.
- CHAVEZ, A. 1993. Parasitoides asociados a *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) en Venezuela. In Resúmenes. V Congreso Latinoamericano y XIII Venezolano de Entomología. Porlamar, Venezuela. p. 224.
- COCK, M.J.W. (ed.). 1986. *Bemisia tabaci*- A literature survey. Silwood Park, UK. CAB Intl. Inst. Biol. Control. 121 p.
- COHEN, S.; BEN JOSEPH, R. 1986. Preliminary studies of the distribution of whiteflies (*Bemisia tabaci*), using fluorescent dust to mark insects. Phytoparasitica 14:152-153.
- COMISION NACIONAL DE MOSCA BLANCA. 1993. Las moscas blancas en Nicaragua. In Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 205. p. 54-57.
- COSTA, A.S.; RUSSELL, L.M. 1975. Failure of *Bemisia tabaci* to breed on cassava plants in Brazil (Homoptera: Aleyrodidae). Ciencia E Cultura (Brazil) 27:388-390.
- COUDRIET, D.L.; PRABHAKER, N.; KISHABA, A.N.; MEYERDIK, D.E. 1985. Variation in developmental rate on different hosts and overwintering of the sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). Environ. Entomol. 14:516-519.
- DARDON, D. 1993. Las moscas blancas en Guatemala. In Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 205. p. 38-41.
- DELGADILLO, B.; ZAMORA, M.; MONTERREY, J.; GUHARAY, F. 1992. Efecto de cultivo trampa y barrera vegetal sobre la inmigración de mosca blanca hacia el semillero de tomate. In Memoria Jornada Científico-Técnica sobre el Cultivo de Tomate. Managua, Nicaragua. p. 6-8.
- DITTRICH, V.; UK, S.; ERNST, G.H. 1990. Chemical control and insecticide resistance of whiteflies. In Whiteflies: Their bionomics, pest status and management. D. Gerling (ed.). New Castle, UK. Athenaeum. p. 263-285.
- DUBON, R.; CABALLERO, R.; CALDERON, R.; DARDON, D.; SALGUERO, V. 1993a. Identificación de especies de mosca blanca (Homoptera: Aleyrodidae) en tomate, en 10 departamentos de Guatemala. In V. Salguero, D. Dardón y R. Fischer (eds.). Manejo Integrado de Plagas en Tomate. Fase I: 1991-1992. Proyecto MIP-ICTA-CATIE-ARF. Guatemala. p. 21-26.
- \_\_\_\_\_; SALGUERO, V.; PAREJA, G. 1993b. Metodología para muestrear mosca blanca en tomate. In V. Salguero, D. Dardón y R. Fischer (eds.). Manejo Integrado de Plagas en Tomate. Fase I: 1991-1992. Proyecto MIP-ICTA-CATIE-ARF. Guatemala. p. 53-74.
- EICHELKRAUT, K.; CARDONA, C. 1989. Biología, cría masal y aspectos ecológicos de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae), como plaga del frijol común. Turrialba (Costa Rica) 39(1):55-62.
- ESPINO, C.; RIVAS, I.; GOMEZ, D.; GUHARAY, F. 1993. Movimiento local de mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) en el campo de tomate, en el Valle de Sébaco. In Memoria Taller Interno sobre el Cultivo de Tomate. Grupo Interinstitucional de Tomate. Managua, Nicaragua. p. 11-12.
- GAMEZ, R. 1971. Los virus del frijol en Centroamérica. I. Transmisión por moscas blancas (*Bemisia tabaci* Gen.) y plantas hospedantes del virus del mosaico dorado. Turrialba (Costa Rica) 21(1):22-27.
- GERLING, D. (ed.). 1990. Whiteflies: Their bionomics, pest status and management. D. Gerling (ed.). New Castle, UK. Athenaeum. 348 p.



- \_\_\_\_\_; HOROWITZ, A.R. 1984. Yellow traps for evaluating the population levels and dispersal patterns of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 77(6):753-759.
- \_\_\_\_\_; HOROWITZ, A.R.; BAUMGAERTNER, J. 1986. Autecology of *Bemisia tabaci*. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 17:5-19.
- GILL, R.J. 1992. A review of the sweetpotato whitefly in Southern California. *Pan-Pacific Entomologist* 68(2):144-152.
- GREATHEAD, A.H. 1986. Host plants. In *Bemisia tabaci*- A literature survey. M.J.W. Cock. (ed.) Silwood Park. UK. CAB Intl. Inst. Biol. Control. p. 17-26.
- HALL, R.A. 1993. The use of pathogens to control whiteflies in Europe and the tropics. In *Resúmenes. II Taller Centroamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas*. Managua, Nicaragua. s.p.
- HANSON, P.; BERNAL, J.; ANGULO, C.; MORA, R.; LEZAMA, H. 1994. Estudio preliminar para la implementación del control biológico de la mosca blanca por parasitoides. In *Resúmenes. XL Reunión Anual del PCCMCA*. San José, Costa Rica. p. 97.
- HILJE, L.; ARBOLEDA, O. 1993. Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No.205. 66 p.
- \_\_\_\_\_; CUBILLO, D.; SEGURA, L. 1993a. Observaciones ecológicas sobre la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) en Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 30:24-30.
- \_\_\_\_\_; LASTRA, R.; ZOEBSCH, T.; CALVO, G.; SEGURA, L.; BARRANTES, L.; ALPIZAR, D.; AMADOR, R. 1993b. Las moscas blancas en Costa Rica. In *Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe*. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 205. p. 58-63.
- KRAEMER, P. 1966. Serious increase of cotton whitefly and virus transmission in Central America. *J. Econ. Entomol.* 59:15-31.
- LASTRA, R. 1993. Los geminivirus: un grupo de fitovirus con características especiales. In *Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe*. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 205. p. 16-19.
- LI, TZU-YIN; VINSON, S.B.; GERLING, D. 1989. Courtship and mating behavior of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Environ. Entomol.* 18(5):800-806.
- LOPEZ-AVILA, A. 1986. Taxonomy and biology. In *Bemisia tabaci*- A literature survey. M.J.W. Cock (ed.). Silwood Park, UK. CAB Intl. Inst. Biol. Control. p. 3-11.
- MOUND, L.A. 1963. Host correlated variation in *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae). *Proc. Royal Entomol. Soc. London (A)* 38:171-180.
- NATIONAL RESEARCH and Action Plan for Development of Management and Control Methodology for the Sweetpotato Whitefly. 1992. Conference Report. USDA. ARS-107. Houston, Texas. February 18-21, 1992. 165 p.
- PERALTA, L.; HILJE, L. 1993. Un intento de control de *Bemisia tabaci* con insecticidas sistémicos incorporados a la vainica como cultivo trampa, más aplicaciones de aceite en el tomate. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 30:21-23.
- QUIROS, C.A.; HILJE, L.; RAMIREZ, O. 1994. Adaptación y evaluación de la tecnología de semilleros en tomate para el manejo de la mosca blanca, *Bemisia tabaci* (Gennadius), con participación de los agricultores en Grecia y Valverde Vega, Alajuela, Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)*. 34: (En revisión).
- RIVAS, G.G.; LASTRA, R.; HILJE, L. 1994. Retardo de la virosis transmitida por *Bemisia tabaci* (Gennadius) en tomate, mediante semilleros cubiertos. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 31:12-16.
- SALAS, J.; MENDOZA, O.; ALVAREZ, C.; PARRA, A. 1993. Biología de la mosca blanca de la batata *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae). In *Resúmenes. V Congreso Latinoamericano y XIII Venezolano de Entomología*. Porlamar, Venezuela. p. 9-10.
- SERRANO, L.; SERMEÑO, J.M.; LARIOS, J.F. 1993. Las moscas blancas en El Salvador. In *Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe*. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 205. p. 42-49.
- SCHUTTE, F.; BRUNO, G.O.A. 1976. Migración de los insectos en el cultivo del algodón. *SIADES (El Salvador)* 5(1):2-11.
- VALVERDE, L.; SANCHEZ, J.; LEZAMA, M.; DINARTE, S.; GUHARAY, F. 1993. Ecología de mosca blanca *Bemisia tabaci* Gennadius en el Valle de Sébaco. In *Memoria Taller Interno sobre el Cultivo de Tomate*. Grupo Interinstitucional de Tomate. Managua, Nicaragua. p. 7-9.
- VAN LENTEREN, J.C.; NOLDUS, L.P.J.J. 1990. Whitefly-plant relationships; Behavioural and ecological aspects. In *Whiteflies: Their bionomics, pest status and management*. D. Gerling (ed.). New Castle, UK. Athenaeum. p. 47-89.
- ZACHRISSON, B.; POVEDA, J. 1993. Las moscas blancas en Panamá. In *Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe*. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 205. p. 64-66.

**CATIE**  
**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA**  
Dr. Rubén Guevara Moncada, Director General  
**PROGRAMA DE AGRICULTURA TROPICAL SOSTENIBLE**  
Dr. Marikis Alvarez, Director a.i.

**ÁREA DE FITOPROTECCIÓN\***

Dr. Octavio Ramírez, Líder Proyecto AID-RENARM/MIP  
Dr. Charles Staver, Líder Proyecto NORAD/ASDI/MIP  
M.Sc. Phillip Shannon, Líder Proyecto NRI Plagas del Suelo

**MIP/CATIE**

7170 Turrialba, Costa Rica

Teléfono: (506) 556-16-32

Fax: (506) 556-06-06; 556-15-33

EMail: clicmp@catie.ac.cr

**Dr. Joseph L. Saunders**

Entomólogo

**Dr. Elkin Bustamante**

Fitopatólogo

**Dr. Luko Hilje**

Entomólogo

**Dr. Nahúm Marbán**

Nematólogo

**Dr. Octavio Ramírez**

Economista

**M.Sc. Phillip Shannon**

Entomólogo

**Dr. Bernal Valverde**

Especialista en Plaguicidas

**M.Sc. Orlando Arboleda**

Especialista en Información

**Lic. Laura Rodríguez**

Documentalista/Comunicador

**Guatemala**

**Dr. Víctor Salguero**

Proyecto MIP/CATIE

Apartado 76-A, Guatemala

Teléfono: 0312009

Fax: (5022) 0312008

**Nicaragua**

**Dr. Charles Staver**, Especialista en Malezas

**Dr. Falguni Guharay**, Entomólogo

**Dr. David Monterroso**, Fitopatólogo

Proyecto NORAD/ASDI/CATIE

Managua. Apartado No. P-116.

Teléfono/Fax: (5052) 657114

*\*Consultas relacionadas con el Área de Fitoprotección del CATIE, así como sus aportes, sugerencias y material a ser difundido a través de sus mecanismos de transferencia, pueden hacerse llegar a estas direcciones.*

**OFICINAS DE CATIE**

Bladimiro Villeda, Ing.

Apartado 76-A

Guatemala, **Guatemala**

Teléfono: 34-77-90

Fax: 34-05-11

Frank Bendaña, Dr.

CONCAFE

Contigüo a Conifoto

Colonia Centroamericana

Managua, **Nicaragua**

Tel: 78-61-26 ó 78-61-27

Modesto Juárez, M.Sc.

Apartado (01)78

Oficina del IICA

San Salvador, **El Salvador**

Teléfono: 23-82-24

Fax: 23-54-46

Dr. Ofmar Benítez

Oficina del IICA

Apartado 711

Santo Domingo, **República Dominicana**

Teléfono: 533-7522 ó 533-2997

# **CATIE - SERVICIOS DE INFORMACION EN FITOPROTECCION**

## **SERVICIOS DE ALERTA INFORMATIVA sobre temas tales como:**

- Reuniones, conferencias, cursos, etc.
- Instituciones, programas, organizaciones, etc.
- Páginas de contenido de revistas y publicaciones selectas
- Documentos y resúmenes sobre temas de actualidad
- Plagas nuevas o en expansión
- Tolerancia de residuos de plaguicidas
- Anuncio de investigaciones en marcha
- Equipo, métodos y técnicas de manejo de plagas

## **FOMENTO DE LA COMUNICACION ENTRE INSTITUCIONES Y ESPECIALISTAS**

- Apoyo a la producción de literatura técnica
- Orientación en el uso de las fuentes de información
- Distribución selectiva de documentación
- Generación y manejo de bases de datos
- Servicio de pregunta/respuesta en temas de MIP
- Elaboración y distribución de guías y directorios

## **SERVICIO DE BUSQUEDAS Y ACCESO A LA INFORMACION**

- Por consulta de las colecciones y fuentes del CATIE
- A través del servicio de fotocopias
- Mediante servicios de referencia o consulta
- En fuentes nacionales e internacionales:
  - Bases de datos bibliográficos
  - Bases de datos de instituciones, especialistas, investigación, plagas, etc.

## **PUBLICACIONES Y SERIES MIP**

- Revista "Manejo Integrado de Plagas" (Trimestral)
- Boletín Informativo MIP (Trimestral)
- Boletín de Tolerancias de Residuos de Plaguicidas en Cultivos
- Páginas de Contenido MIP (Trimestral)
- Documentación e Información MIP (Irregular)
- Documentos de trabajo, y Serie Técnica del CATIE (Esporádico)
- Módulos y materiales de enseñanza

### **MAYOR INFORMACION SOBRE ESTOS SERVICIOS EN:**

**CATIE - CENTRO DE INFORMACION Y COMUNICACION EN FITOPROTECCION**

**7170 Turrialba, Costa Rica**

**Tel: (506)556-1632 ó 556-6431 Fax: (506)556-0606 ó 556-1533**

**EMail: Cicmp@catie.ac.cr**