

ISSN 1016-0469

Manejo Integrado de Plagas

No. 51

Marzo 1999

CATIE

El CATIE es una asociación civil, sin fines de lucro, autónoma, de carácter internacional, cuya misión es mejorar el bienestar de la humanidad, aplicando la investigación científica y la enseñanza de postgrado al desarrollo, conservación y uso sostenible de los recursos naturales. El Centro está integrado por miembros regulares y miembros adherentes. Entre los miembros regulares se encuentran: Belice, Costa Rica, Colombia, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, República Dominicana, República de Panamá, Venezuela y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

**CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE
INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
CATIE**

DIRECTOR GENERAL
Rubén Guevara Moncada

**PLANIFICACION ESTRATEGICA Y
COOPERACION EXTERNA**
Pedro Ferreira

PROGRAMA DE INVESTIGACION
Markku Kanninen

PROGRAMA DE EDUCACION
Juan Antonio Agüirre

PROGRAMA DE PROYECCION EXTERNA
José Arze

COMITE EDITORIAL OPERATIVO

Elkin Bustamante, Presidente
Manuel Carballo
Daniel Coto
Eduardo Hidalgo
Luko Hilje
Arnoldo Merayo
Wilberth Phillips M.
Galileo Rivas Platero
Joseph L. Saunders
Laura Rodríguez, Editora

La producción y administración de esta
Revista, se encuentra bajo el Area de
Comunicación e Informática

Luis A. Ugalde Arias
Jefe del Area

Dirección Técnica: Elkin Bustamante

Edición: Laura Rodríguez

**Diseño Gráfico y Textos: Yorlene Pérez,
Guisselle Brenes y
Rocío Jiménez**

Portada: Parcela experimental con coberturas vivas en parcelas de tomate, comparadas con una cobertura de plástico plateado y con el testigo (suelo desnudo). Las coberturas son útiles para el manejo del complejo *Bemisia tabaci*-geminivirus, pues reducen la abundancia de adultos de *B. tabaci* en el cultivo, retrasan la diseminación de las enfermedades virales y aportan buenos rendimientos. En primer plano aparece el culantro de castilla (*Coriandrum sativum*), el cual también puede venderse y aportar ganancias adicionales para los agricultores.
Foto: Luko Hilje.

Manejo Integrado de Plagas

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

No.51

CONTENIDO

Marzo 1999

RESULTADOS DE INVESTIGACION

- Cubiertas flotantes como barreras contra insectos vectores de virus en sandía en Veracruz, México 1-9
**P. Trinidad Alamilla Hernández, Laura Delia Ortega Arenas, Gustavo Mora Aguilera,
José Manuel Chávez Bravo**
- Eficacia de coberturas vivas para el manejo de *Bemisia tabaci* como vector de geminivirus, en tomate 10-20
Douglas Cubillo, Guido Sanabria, Luko Hilje
- Cambios morfológicos de los biopreparados del Virus de la Poliedrosis Nuclear en sus hospedantes primarios
y alternos 21-28
Patricio Borges Maracajá, Enrique Vargas Osuna, Cándido Santiago Alvarez
- Evaluación de recipientes y mallas para el manejo de *Bemisia tabaci* mediante semilleros cubiertos, en tomate 29-35
Douglas Cubillo, Guido Sanabria, Luko Hilje
- Diagnóstico del virus del "Mal de Río Cuarto" y sus vectores en maíz, en Argentina 36-46
**A.M. de Remes Lenicov, I.G. Laguna, P. Rodríguez Pardina, R. Mariani, E. Virla, P. Herrera,
E. Dagoberto**
- Control microbiológico de *Phytophthora infestans* en tomate 47-58
Vera Sánchez Garita, Elkin Bustamante, Richard Shattock
- Utilización de trampas de luz para la captura de adultos de *Phyllophaga* spp. en caña de azúcar, en Costa Rica 59-65
Francisco Badilla, Marcos Chacón, Carlos Sáenz

NOTA TECNICA

- Diagnóstico preliminar de enfermedades del cultivo de tempate (*Jatropha curcas*) en Nicaragua 66-69
Danilo Padilla, David Monterroso

HOJA TECNICA

- Biología, daño y manejo de *Oeobius insularis*, la chinche de la espiga del arroz i-iv
Falguni Guharay

SECCION INFORMATIVA

- Reseñas de Publicaciones 70-71
- CATIE mejora el acceso electrónico local y remoto 71
- Tesis de Postgrado 72-74
- Futuros Eventos 74-75
- Mosca Blanca al Día 76-77
- Acciones MIP en Hortalizas 78-81
- Cría de *Plutella xylostella* para multiplicación de sus parasitoides
Freddy Miranda Ortiz, Jossué Brenes Blanco, Helen Pérez Jirón

La ideas y opiniones expresadas o implícitas en esta publicación son responsabilidad de cada autor y no necesariamente de las instituciones auspiciadoras.

CATIE

CUBIERTAS FLOTANTES COMO BARRERAS CONTRA INSECTOS VECTORES DE VIRUS EN SANDÍA EN VERACRUZ, MEXICO

P. Trinidad Alamilla Hernández*
Laura Delia Ortega Arenas**
Gustavo Mora Aguilera**
Jose Manuel Chávez Bravo*

RESUMEN

Con el propósito de determinar el período óptimo de cobertura, se evaluó en forma periódica la incidencia de los virus de la sandía, el número de vectores (áfidos, pulgones y mosca blanca), el rendimiento y calidad del fruto, con cuatro períodos de cobertura, comparándolas con un testigo de manejo convencional (sin cobertura y aplicación de insecticidas). El estudio se realizó en las parcelas experimentales del Centro Regional de Enseñanza e Investigación para el Desarrollo del Trópico Húmedo, del Colegio de Postgraduados en Veracruz, México. El progreso de la incidencia del complejo viral fue inversamente proporcional al período de cobertura. A los 45 días después de la siembra, el testigo presentó 43% de incidencia, mientras que los tratamientos cubiertos no presentaron sintomatología viral. El retardo y disminución de la incidencia viral, como efecto de la cubierta de polipropileno (Agribon P-17), permitió mayor rendimiento y mejor calidad de fruto, aunque estos fueron mayores cuando el cultivo se mantuvo cubierto hasta 93 días después de la siembra, alcanzando este tratamiento 21% de incidencia viral con respecto al testigo que 14 días antes de la cosecha llegó a 100%. El rendimiento de tratamiento de 93 días de cobertura fue de 41,14 ton/ha para un incremento de 238,5%, respecto al testigo.

Palabras clave: Coberturas, Sandía, Virus, Insectos vectores, México.

ABSTRACT

FLOATING COVERS AS BARRIERS AGAINST INSECT VIRUS VECTORS IN WATERMELON IN VERACRUZ, MEXICO. To determine the optimum cover period, the incidence of virus in watermelon, the number of vectors (aphids, greenfly and whitefly), the yield and fruit quality, with four cover periods, were evaluated regularly and compared with a control of conventional management (without cover) applying insecticides. The study was carried out in the experimental plots of the Regional Centre of Teaching and Research for the Development of the Humid Tropics, of the College of Postgraduates of Veracruz, Mexico. The progress of incidence of the virus complex was inversely proportional to the cover period. The incidence of the virus was 43% in the control, 45 days after planting, whilst in the covered treatments there were no virus symptoms. The delay and reduction in the incidence of the virus with the covering of polypropilene (Agribon P-17) resulted in greater yield and improved fruit quality though the increase was greatest when the crop was covered for 93 days after planting, reaching a viral incidence of 21% in this treatment compared to 100% in the control, 14 days before harvest, and a yield of 41,14 ton/ha, an increase of 238,5% compared to the control.

Key words: Row covers, Water melon, Virus, Insect vectors, México.

INTRODUCCION

La sandía (*Citrullus vulgaris* L.) es una de las cinco hortalizas de mayor importancia en México. Principalmente su importancia se debe al área sembrada, volumen de producción, alta

redituabilidad, gran demanda de mano de obra, consumo per cápita y producción exportada (Gómez *et al.* 1991).

Uno de los problemas de mayor relevancia que enfrenta el cultivo de la sandía en este país, es el drástico efecto que causan las enfermedades virales en su rendimiento y calidad, ocasionando pérdidas económicas para los productores y para el país por la baja de divisas (Delgadillo 1989). Estas enfermedades se transmiten principalmente en el campo por insectos vectores, destacando los

Recibido: 23/02/97. Aprobado: 23/03/99.

* FES -Cuautitlán - UNAM. Apartado Postal 54700, Cuautitlán Izcalli, México.

** Colegio de Postgraduados, Instituto de Fitosanidad. Código Postal 56230, Montecillo, México.

E-mail: ladeorar@colpos.colpos.mx ó morag@colpos.colpos.mx

pulgones (Homoptera: Aphididae) y moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae). Además estos insectos causan daños a las plantas al succionar la savia. Ante las enfermedades virales, el agricultor cuenta con muy pocas alternativas de control. La práctica más generalizada es la aplicación de insecticidas, no obstante, no logran controlar o eliminar el virus. Además, en la mayoría de los casos, esta práctica ha sido contraproducente, por las aplicaciones repetidas y mal planeadas que incrementan las poblaciones resistentes a algunos productos empleados (Ortega y Urias 1992).

En los últimos años, se han usado telas de polipropileno, sobre todo, en regiones con clima templado para la protección de cultivos contra heladas (Loy y Well 1982; Elmstron 1985; Natwick *et al.* 1988). Estas cubiertas son muy livianas (17 g/m²), lo cual permite colocarlas directamente sobre la mayoría de los cultivos. Además son permeables al agua y al aire, pero la porosidad es mínima, impidiendo el paso de la mayoría de los insectos vectores de virus, como áfidos, moscas blancas, chicharritas, trips, etc. Otra característica es que acumulan calor, protegiendo el cultivo de heladas de menos de 4°C y la mayoría dejan pasar más del 80% de luz (Elmstron 1985). En México, estas cubiertas se han evaluado para el control de virus en chile y tomate, obteniendo resultados importantes (Acosta *et al.* 1991; Carrillo *et al.* 1991 y Ortega y Urias 1992).

Dada la importancia del cultivo de la sandía para México, la alta incidencia de las enfermedades virales transmitidas por insectos en el estado de Veracruz y los resultados positivos con el uso de las telas de polipropileno para el manejo de estas enfermedades en otros cultivos, se desarrolló el presente trabajo con el objetivo de evaluar la eficiencia y determinar el período óptimo de cobertura para lograr el mayor rendimiento, calidad y menor incidencia viral en sandía.

MATERIALES Y METODOS

Localización del área de estudio

La presente investigación se realizó en las parcelas experimentales del "Centro Regional de Enseñanza e Investigación para el Desarrollo del Trópico Húmedo" (CRECIDATH), del Colegio de Postgraduados (CP), situado en la parte central y oriental del Edo. de Veracruz, a 19°19' latitud norte y 98°16' de longitud oeste, a una altura promedio de 12 msnm.

De acuerdo a la clasificación de Koppen, modificado por García, el clima es de tipo Awo(w)f(g) que representa al más seco de los cálidos húmedos con lluvias en verano.

Establecimiento del experimento

La preparación del terreno se realizó un mes antes de la siembra, utilizando maquinaria; arado, rastra y construcción de camas meloneras. La siembra se realizó el día 25-1-1992, utilizando semilla certificada de la variedad «Jubilee».

Después se cubrieron las correspondientes unidades experimentales, con «tela de polipropileno» (Agribón P-17®) BONLAM S.A. de C.V. de 1,6 m de ancho.

En cada una de las camas se colocaron dos telas; un borde de cada una de ellas se sujetó al suelo con tierra, el otro extremo de cada tela se sujetó con pinzas de plástico a rafia soportada por tres estacas de madera (a 0,4 m de altura), dando la apariencia de una tienda de campaña.

Tratamientos y diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques al azar, con cinco repeticiones y cinco tratamientos.

Cada unidad experimental estaba constituida por dos camas meloneras de 1,5 m de ancho x 10 m de largo y separadas por 1,5 m a sus cuatro lados ocupando una superficie de 30 m² y 20 plantas por unidad experimental.

Los tratamientos consistieron en los siguientes períodos de cobertura del cultivo, (días después

de la siembra, dds); T0= Sin cobertura, con manejo convencional; T43 = Desde la siembra hasta el inicio de la floración masculina (43 dds); T58 = Desde la siembra hasta el inicio de floración femenina (58 dds); T79 = Desde la siembra hasta 79 dds; T93 = Desde la siembra hasta la primera cosecha (93 dds).

Labores agronómicas

La siembra se realizó en forma manual, colocando cinco semillas por golpe, a un metro de distancia entre plantas y una hilera por cama. Para el control de malezas se utilizó el herbicida preemergente trifluralina, en dosis de 2 L de producto comercial/ha, aplicando antes de la siembra con aspersora de mochila. Posteriormente, se llevaron a cabo dos deshierbas con azadón; la primera a los 31 dds y la segunda a los 48 dds.

La fertilización se realizó con la fórmula 195-260-00, utilizando como fuentes urea y superfosfato de calcio triple. La mitad del nitrógeno y la totalidad del fósforo se suministraron cuando las plantas presentaron el primer par de hojas verdaderas, el nitrógeno restante se aplicó al inicio de la floración.

Se proporcionó riego al cultivo; el primero un día antes de la siembra y posteriormente a los 11, 45, 60 y 80 dds.

Para el control de hongos fue necesario utilizar benomil y metalaxil, el primero se aplicó en forma preventiva y el segundo en forma curativa para controlar *Alternaria cucumerina*, en dosis de 2 kg de producto comercial/ha.

En las parcelas que no fueron cubiertas, se realizaron cuatro aplicaciones de insecticidas, utilizando diazinón (1,5 L/ha) y endosulfán (1 L/ha). La primera aplicación se hizo cuando se encontraron los primeros pulgones y moscas blancas, las restantes, fueron con intervalos de 10 días aproximadamente. En el caso de los tratamientos con cubierta, el insecticida se asperjó al colocar la tela, para asegurar que no quedaran insectos dentro.

VARIABLES DE RESPUESTA

Porcentaje y tasa de infección aparente

Para evaluar la incidencia viral, en cada unidad experimental se registró semanalmente y durante todo el ciclo del cultivo, el número de plantas sanas y plantas enfermas que presentaron los síntomas causados por virus, tales como clorosis, achaparramiento, "enchinamiento", distorsión y moteado de hojas, abultamiento o bolsas verde oscuro. Con base en el número de plantas con virus y plantas sanas se determinó el porcentaje de plantas infectadas para cada tratamiento, así como la curva de progreso de la enfermedad. La tasa de infección aparente se obtuvo sometiendo los datos de incidencia al análisis de curva mediante la inversa del parámetro **b** del modelo Weibull (Campbell y Madden 1990). Adicionalmente, se estimó la forma de la curva con el parámetro *c* del mismo modelo. La comparación del efecto de los tratamientos en la reducción de la tasa de infección aparente se determinó estadísticamente mediante la magnitud de los intervalos de confianza asociados a los parámetros calculados (Mora 1997). El modelo se implementó mediante el procedimiento Dudd y se ejecutó con PROC NLIN del sistema de análisis estadístico SAS. El modelo, en su versión utilizada, fue el siguiente:

$$y = 1 - e^{-\left(\frac{t}{b}\right)^c}$$

donde, *y* es la intensidad de enfermedad en % de incidencia, *e* es la base de los logaritmos naturales, *t* es el tiempo en días después del trasplante, *b* es el inverso del estimador de la tasa de infección aparente y *c* es un estimador de la forma de la curva.

Densidad de insectos vectores

Los adultos de mosca blanca y pulgones son atraídos por el color amarillo, por tanto, para estimar la densidad de estos insectos, se colocaron

cinco trampas amarillas pegajosas en los cuatro puntos cardinales y una al centro de cada parcela experimental.

Las trampas utilizadas, de forma cilíndrica vertical de 14 cm de largo por 10 cm de diámetro, se cubrieron con una hoja removible de papel lustre amarillo impregnadas con una ligera capa adhesiva (Tangle up ®). El cilindro estaba soportado por una estaca enterrada en el suelo, a una altura de 40 cm. Las hojas de papel fueron reemplazadas semanalmente para cuantificar los insectos potencialmente vectores (moscas blancas y pulgones) para lo cual se usó un microscopio estereoscópico.

Rendimiento y calidad

El rendimiento y la calidad se evaluaron al momento de la cosecha, efectuándose un total de cuatro; a los 95, 101, 110 y 120 dds. Los frutos se consideraron a «punto de corte» o cosecha cuando se observó un amarillamiento de la parte inferior de los mismos o secado del zarcillo adyacente al pedúnculo.

El rendimiento se cuantificó pesando el total de la producción (frutos deformes, virosos y sanos, excepto los de pudrición apical) de cada unidad experimental por cosecha utilizándose una báscula tipo reloj.

Para evaluar la calidad se cuantificó:

- a) Peso promedio de fruto. Cada uno de los frutos fue pesado, expresándose en kg.
- b) Número de frutos promedio. Se cuantificaron los frutos por unidad experimental y tratamiento.
- c) Azúcares solubles. La evaluación de esta variable se realizó en una muestra de tres frutos por unidad experimental (15/tratamiento). Cada uno de los frutos se partió a la mitad y del centro se obtuvo jugo, para colocarlo al refractómetro manual previamente calibrado y realizar la lectura expresada en grados Brix,

considerándose mejor calidad a los de mayor contenido de éstos.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó utilizando el programa MSSTAT versión 1.0, mediante análisis de varianza para el rendimiento total, rendimiento de calidad, número de frutos y peso promedio de fruto. Las variables que presentaron diferencia significativa o altamente significativa se compararon con la prueba de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSION

Porcentaje y tasa de infección aparente

La observación de las plantas durante el desarrollo del experimento y las claves para la identificación de virus (Delgadillo 1989) mediante la sintomatología, permitió inferir que los virus presentes en el cultivo fueron: Papaya Ringspot Virus type W (Virus Mancha Anular del Papayo variante Sandía VMAP-S), Watermelon Mosaic Virus (Virus Mosaico de la Sandía, VMS), Cucumer Mosaic Virus (Virus Mosaico del Pepino, VMP) y Tobacco Ringspot Virus (Virus de la Mancha Anular del Tabaco, VMAT).

El desarrollo de la epidemia viral en el tratamiento sin cobertura (T0), se inició desde las primeras etapas de desarrollo del cultivo, y tuvo una infección aparente de 0,0117 unidades día⁻¹, presentando 8% de plantas con síntomas virales a los 16 dds (Fig. 1). Al inicio de la floración masculina, la cantidad de plantas con virus superó el 40% y al inicio de la floración femenina 60%; llegando a los 14 días antes de la cosecha a una incidencia final de 100% (Fig. 1).

En los tratamientos con cobertura, la incidencia viral final fluctuó entre 18% y 50% (Fig. 1). Luego de retiradas las cubiertas, las plantas de sandía quedaron expuestas a los insectos vectores, iniciándose el progreso de la enfermedad con tasas de infección aparente entre 0,007 y 0,008 unidades día⁻¹ desarrollándose la infección a una tasa promedio de 0,007 plantas por día (Cuadro 1). En

el tratamiento que se cubrió desde la siembra y hasta el inicio de la floración masculina (T43), la enfermedad se manifestó entre los 44 y 51 días; en el tratamiento cubierto hasta el inicio de floración femenina (T58) aparece a los 58 días; en el tratamiento con 79 días de cobertura (T79) se manifestó entre los 79 y 86 días y, en el T93 la enfermedad apareció a partir de los 93 días. Además de mostrar retraso en el inicio de la enfermedad viral, se observó disminución en la tasa de incidencia viral. El tratamiento más favorecido fue el que tuvo mayor período de cobertura (T93). Sin embargo, estadísticamente las tasas epidemiológicas (b^{-1}) de los diferentes períodos de cobertura (T43, T58, T79 y T93 días) no difirieron entre sí, pero sí del testigo (Cuadro 1).

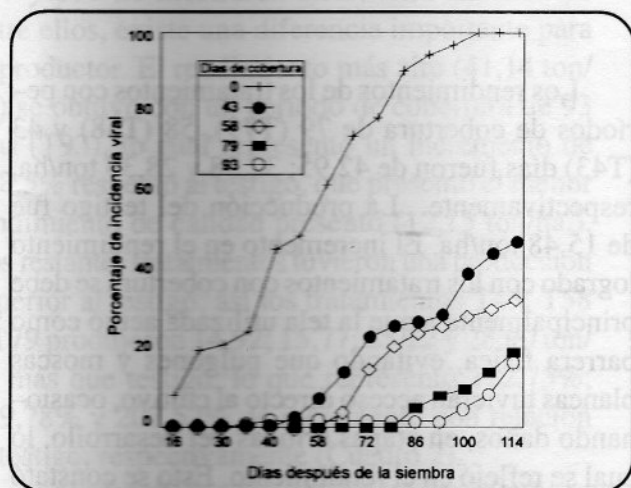


Fig. 1. Efecto de cinco períodos de cobertura flotante en el progreso epidemiológico de un complejo viral en sandía (*C. vulgaris*). Veracruz, México.

También se observó que el tratamiento que permaneció cubierto hasta el primer corte (93 días) mostró únicamente 21% de incidencia viral al momento de la última cosecha; caso similar sucedió con el tratamiento T79 que presentó 20% de plantas con síntomas virales, para ese mismo momento. Los tratamientos T43 y T58 presentaron 49% y 34% de incidencia viral final, respectivamente. El modelo Weibull empleado representa adecuadamente la tasa de infección viral porque los r^2 estimados fueron superiores al 0,9 (Cuadro 1). El inicio de la enfermedad viral se

retrasó por la cubierta de polipropileno, que representó una barrera física entre los insectos que transmiten la enfermedad y la planta, por tanto, existe una relación inversamente proporcional entre el porcentaje de incidencia viral y el período de cobertura, aspecto señalado con anterioridad por Acosta *et al.* (1991); Carrillo (1991) y Ortega y Urias (1992) al evaluar este tipo de cubiertas en cultivos como jitomate y chile.

Densidad de insectos vectores

Los áfidos estuvieron presentes durante todo el experimento (Fig. 2); los pulgones (*Aphis gossypii*, *A. spiraecola* y *Myzus persicae*) en los cuatro primeros muestreos estuvieron en menor proporción, con respecto a los restantes muestreos. Después de la cuarta semana se incrementó el número de insectos, presentándose el mayor número de individuos entre los 44 y 51 dds, posterior a este intervalo, existió un decremento a los 58 días después de la siembra (muestreo número 8).

Con respecto a la mosca blanca, *Bemisia tabaci*, ésta se observó a partir del quinto muestreo, lo cual coincide con migraciones de estos insectos en la etapa crítica de desarrollo del cultivo. Posteriormente, el comportamiento de la población fue muy similar a la de los áfidos, aunque el número de individuos fue superior al de estos insectos. En las últimas etapas del cultivo la incidencia de moscas blancas fue muy alta, debido probablemente a que estas se habían multiplicado libremente, porque no se realizaron aplicaciones de insecticidas en ninguno de los tratamientos (Fig. 2).

Es probable que las primeras migraciones de áfidos causaran las infecciones virales primarias, porque eran los únicos vectores presentes cuando se detectaron las primeras plantas con síntomas virales. Los virus que se encontraron en el cultivo aparentemente no son transmitidos por mosca blanca ni por la semilla (Freitag y Lindberg 1971; Francki *et al.* 1979; Purcifull *et al.* 1984 y Lisa y Lecoq 1984), lo cual descarta la posibilidad de que éstas fueran la fuente del inóculo, además se utilizó semilla certificada.

CUADRO 1. Tasa de infección aparente (b^{-1}), forma de la curva (c) de epidemias e incidencia final (Y_f) inducidas por un complejo viral en sandía (*C. vulgaris* L.) con cinco períodos de cobertura. Veracruz, México. 1994.

Tratamiento	Y_f (%) ²	Parámetro ³	Estimación	Error Estándar	Intervalo de Confianza (95%)		r^2	Patrón ⁴ Residuales	
					Superior	Inferior			
T 0	a ¹	100	b^{-1}	0,0173	1,00	59,79	55,45	0,99 ⁴	--
T 43	b	49	b^{-1}	2,822	0,24	2,31	3,33	0,97	+
				C	2,441	0,57	3,67		
T 58	b	34	b^{-1}	0,0068	9,49	167,53	126,20	0,92	+
				C	2,831	0,41	3,72		
T 79	b	20	b^{-1}	0,0068	4,48	156,17	136,81	0,97	--
				C	5,662	0,53	6,80		
T 93	b	21	b^{-1}	0,0072	4,78	148,29	127,62	0,95	--
				C	8,658	1,29	11,44		

¹Tratamientos seguidos por la misma letra son iguales estadísticamente. ² Y_f (%) Incidencia aparente final. ³ Estimados con el modelo de Weibull. ⁴Coeficiente de determinación entre los valores predichos y los observados. ⁵--= Ausencia de un patrón definido, += Presencia de un patrón de distribución.

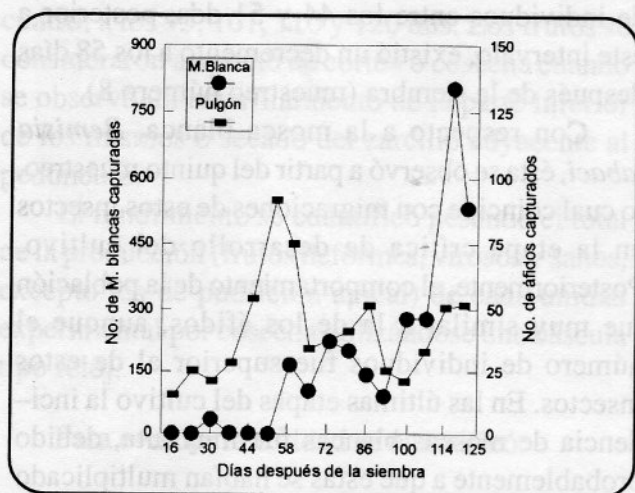


Fig. 2. Densidad poblacional de mosca blanca (*Bemisia* sp.) y de varias especies de áfidos (Homoptera: Aphididae) en parcelas de sandía (*C. vulgaris*) manejadas con diferentes períodos de cobertura flotante. Veracruz, México.

Rendimiento

El rendimiento total de fruta fue diferente ($P=0,05$) entre tratamientos (Cuadro 2). La comparación de medias (Cuadro 1) muestra que el rendimiento en los tratamientos con cobertura fue diferente al testigo; el mejor rendimiento se obtuvo con el tratamiento con cobertura durante 93 días, que alcanzó una producción de 46,02 ton/ha.

Los rendimientos de los tratamientos con períodos de cobertura de 79 (T79), 58 (T58) y 43 (T43) días fueron de 42,95; 32,38 y 28,33 ton/ha, respectivamente. La producción del testigo fue de 15,48 ton/ha. El incremento en el rendimiento logrado con los tratamientos con cobertura se debe principalmente a que la tela utilizada actuó como barrera física, evitando que pulgones y moscas blancas tuvieran acceso directo al cultivo, ocasionando daños, en etapas críticas del desarrollo, lo cual se reflejó en el rendimiento. Esto se constató con la correlación entre período de cobertura y rendimiento ($r^2=0,99$), lo cual indica que el rendimiento se incrementa en forma proporcional al período de cobertura. Los resultados para esta variable son similares a los obtenidos en calabacita por Natwick *et al.* (1988), quienes señalaron que en plantas atacadas por virus transmitidos por insectos, con cobertura previo al daño, el rendimiento se incrementa en forma notable, así mismo, coinciden en indicar que hay correlación entre rendimiento y período de cobertura.

El rendimiento de fruta de calidad comercial (frutos sanos, de forma y talla adecuada) presentó la misma tendencia que el rendimiento total; determinándose diferencia significativa ($P=0,05$) entre tratamientos. La comparación de medias

CUADRO 2. Rendimiento total y de calidad, de fruta de sandía (*C. vulgaris*) en parcelas, con cinco períodos de cobertura con tela de polipropileno. Veracruz, México.

Tratamiento	Rendimiento ¹ Total (ton/ha)	Rendimiento de frutos de calidad (ton/ha)	Incremento (%)
T 93	46,02a	41,14a	238,5
T 79	42,95a	37,30a	207,5
T 58	32,38a	27,92a	129,7
T 43	28,33a	27,03a	122,7
T 0	15,48b	12,15b	—

¹Comparación de medias por Duncan P=0,05, tratamientos seguidos con al menos una letra en común son estadísticamente iguales.

(Cuadro 2) muestra que el testigo fue diferente estadísticamente a los tratamientos con cobertura.

No obstante a que los tratamientos T43, T58, T79 y T93 no mostraron diferencias estadísticas entre ellos, existe una diferencia importante para el productor. El rendimiento más alto (41,14 ton/ha) se obtuvo con un período de cobertura de 93 días (T93), lo cual representó un incremento de 238,5% respecto al testigo, que presentó el menor rendimiento de calidad presentó (12,15 ton/ha.). Los restantes tratamientos tuvieron una producción superior al testigo; así los tratamientos T43, T58 y T79 produjeron 14,92; 15,77; 25,22 y 28,90 ton/ha más que testigo, lo que representó 122,75%; 129,78% y 207,52% de incremento con relación al testigo, respectivamente (Cuadro 2).

Estos resultados muestran gran similitud con los obtenidos por Elmstron *et al.* (1985), quienes concluyeron que al utilizar cubiertas para proteger plantas de sandía, la producción de frutos grandes y medianos se incrementó considerablemente. En otros cultivos como chile, melón y tomate, en los cuales se han utilizado cubiertas (Orosco *et al.* 1984; Acosta 1992) se ha informado de un comportamiento similar.

Peso promedio de fruto y contenido de azúcares solubles

Para la variable peso promedio de fruto se detectaron diferencias altamente significativa (P=0,01) entre tratamientos (Cuadro 3). Los tratamientos con período de cobertura de 93 (T93)

y 79 (T79) días, fueron los que presentaron el mayor peso promedio de fruto, con 5,54 y 5,50 kg., respectivamente, siendo similares entre sí y diferentes a los tratamientos T58 y T0.

El mayor peso de los frutos quizás se deba, entre otros factores, a la protección que ejerció la tela, lo cual permitió mayor desarrollo del dosel, y en consecuencia las plantas abastecieron mejor a los frutos, por lo que éstos desarrollaron mayor peso. Esto concuerda con lo informado por Bustamante *et al.* (1992) quienes encontraron que en el cultivo de jitomate, la tela atenúa factores adversos al mantener una humedad relativa mayor al 30% y un déficit de presión de vapor menor a 25 mbar. En consecuencia, las plantas así protegidas son capaces de crecer en forma normal y producir fruto sano y apto para comercialización. El peso promedio de fruto que presentó el tratamiento T43, mayor al del tratamiento T58, probablemente se debe al mayor número de frutos en este último tratamiento, lo cual afectó el llenado de ellos. El testigo (T0) mostró el menor peso promedio de fruto quizás debido a la alta y temprana incidencia de virus.

Se detectaron diferencias significativas (P=0,05) entre tratamientos en el contenido de azúcares solubles (Cuadro 3). Los resultados más bajos correspondieron al testigo (T0), con 7,64 grados Brix, y los más altos a los tratamientos de 93, 79 y 58 días de cobertura con 9,7; 9,8 y 9,4 grados, respectivamente, siendo similares entre sí y diferentes al testigo y al tratamiento T43 (Cuadro 4).

CUADRO 3. Peso promedio de fruto y contenido de azúcares solubles en grados Brix por tratamiento.

Tratamiento	Peso ¹ de fruto (kg)	Grados brix
T 93	5,54a	9,70a
T 79	5,50a	9,80a
T 58	4,30b	9,40a
T 43	5,28a	8,40b
T 0	3,29c	7,64c

¹Comparación de medias por Duncan al 0,05%, tratamientos con al menos una letra en común son estadísticamente iguales.

El testigo alcanzó el menor contenido de azúcares por la alta y temprana incidencia viral, mientras que en los demás tratamientos, la incidencia viral retardada y disminuida por la cubierta flotante, permitió que las plantas tuvieran un mejor desarrollo y como consecuencia, incremento en el contenido de azúcares solubles. Los resultados obtenidos con este trabajo concuerdan con lo reportado por Urías y Alejandre (1992), quienes concluyeron que en las plantas atacadas por virus en etapas tempranas de crecimiento, en la mayoría de los casos los frutos sufren pérdidas de algunos compuestos como azúcares solubles.

CONCLUSIONES

- Las cubiertas de polipropileno retardan y reducen la tasa de infección aparente del progreso de la enfermedad, proporcionalmente al período de cobertura.
- El período óptimo de cobertura, con respecto a la incidencia viral en el cultivo se encuentra entre 80 y 93 días después de la siembra.
- Existe relación directa y proporcional entre período de cobertura y rendimiento; los rendimientos más altos se obtuvieron con períodos de cobertura de 93 días.
- La mayor calidad de fruto se obtiene con períodos de cobertura de 80 a 93 días después de la siembra.

LITERATURA CITADA

- ACOSTA, L.R.; RODRIGUEZ, M.R. 1992. Avances en la implementación de cubiertas flotantes para control de virus transmisibles por insectos en hortalizas en México. Montecillo, México. Colegio Postgraduados. s.p.
- ACOSTA, L.R.; RODRIGUEZ, M.R.; GUZMÁN 1991. Epidemiología del chino del jitomate y control mediante cubiertas flotantes en Morelos. Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana Fitopatología (18, 1991, Puebla, México). Memoria. p. 170.
- BUSTAMANTE O., J.D.; GONZALEZ H., V.; LIVERA M., M. 1992. Modificación microambiental mediante cubiertas flotantes de polipropileno (Agribón) su efecto sobre jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. In Congreso de Fitogenética (14, 1992, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas). Memoria. P. 602.
- CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. 1990. Introduction Plant Disease Epidemiology. New York, John Wiley Sons 532 p.
- CARRILLO, F.; CRUZ, F., L.; RODRIGUEZ, M. 1992. Efectos de diferentes períodos de cobertura con tela polipropileno, sobre la incidencia de virosis y rendimiento del tomate en Sinaloa. In Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología (18, 1991, Puebla, México). Memorias. p. 157.
- DELGADILLO, F.S. 1989. Identificación y distribución de virus en hortalizas en México. In Control de Plagas y Enfermedades de la Sandía. Informe Anual Investigación Ciclo 1988-1989. México, SARH-INIFOP-UNPH. p. 17-25.
- ELMSTRON, G.W. 1985 Influence of seed and row on maturity in watermelon. Proceedings of Florida Horticultural Society 98:281-284.
- GARZON, T.; DELGADILLO, A.; BUJANOS, M.; RETES, C.R.; VEGA, P.A.; PEÑA M.R. 1986. Informe anual de investigación en el virus del melón. Ciclo 1985. México. SARH-UNPH. 56 p.
- GOMEZ, C.M.; SCHWENTESIVS R.R.; MERINO 1991. El consumo de hortalizas en México. Reporte Investigación 07 México. Ciestam/UACH. s.p.
- FRANCKI, R.I.; MOSSOP, W.D.; HATTA. 1979. Cucurbit mosaic virus. Descriptions of Plant Viruses N° 213 C.M.I./A.A.B. s.p.
- FREITAG, H.; LINBERG, W. 1971. Squash mosaic virus. Descriptions of Plant Viruses N° 215 C.M.I./A.A.B. s.p.
- LISA, V.; LECOP, H. 1984. Zucchini yellow mosaic virus. Descriptions of Plant Viruses N° 282. C.M.I./A.A.B. s.p.

LOY, J.B.; WELL, O.O. 1982. A comparison of slitted polyethylene row covers and black polyethylene mulch. *HortScience* 17(3): 405-407.

NATWICK, T.E.; DURAZO, A.A.; LAEMMELN, F. 1988. Direct row covers for insects and viruses diseases protection in desert agriculture. *Plasticulture* no.78:35-46.

OROZCO, S.M.; LOPEZ, A.O.; PEREZ, Z.O.; DELGADILLO, S.F. 1994. Effect of transparent mulch, floating row covers and oil sprays on insect populations, virus diseases and yield of Cantaloup. *Biological Agriculture and Horticulture* 10:229-234.

ORTEGA, A.L.D.; URIAS, M.C. 1992. Efecto de diferentes períodos de cobertura con tela de polipropileno, sobre la incidencia de virosis y el rendimiento en chile serrano en Tepetates Veracruz. *In Congreso Nacional de Entomología* (27, 1992, San Luis Potosí, México). Memorias. p. 420.

MORA, A.G. 1997. Epidemiología de Patosistemas Agrícolas. Montecillos, México, Colegio de Postgraduados. 150 p. (inédito).

PURCIFULL, D.E.; EDWARSON, J.; HIEBERT, E.; GONZALEZ, D. 1984. Papaya ringspot virus. Descriptions of Plant Viruses. N° 292. C.M.I./A.A.B. s.p.

URIAS, M.C.; ALEJANDRE, A.T. 1992. Los virus y su impacto en la producción agrícola. *In: Manejo fitosanitario de las hortalizas en México*. S. Anaya R.; Bautista M. y B. Domínguez R. (Eds.). Montecillo, México, SARH-CP Centro de Entomología y Acarología. p. 333-350.

EFICACIA DE COBERTURAS VIVAS PARA EL MANEJO DE *Bemisia tabaci* COMO VECTOR DE GEMINIVIRUS, EN TOMATE

Douglas Cubillo*
Guido Sanabria**
Luko Hilje**

RESUMEN

En Costa Rica se está buscando un esquema de manejo del complejo *B. tabaci*-geminivirus, basado en la minimización del contacto entre el vector y la planta. En experimentos con tomate de trasplante, durante tres años, se demostró que dos coberturas vivas asociadas con el cultivo, el "cinquillo" (*Drymaria cordata* Caryophyllaceae) o el culantro (*Coriandrum sativum* Umbelliferae), reducen en forma significativa el número de adultos de *B. tabaci*, retrasan la diseminación del moteado amarillo del tomate (ToYMoV) y aportaron rendimientos tan altos como 27-30 t/ha, con beneficios netos muy satisfactorios. Se discuten las principales ventajas y desventajas de dicho enfoque.

Palabras clave: Coberturas vivas, *Bemisia tabaci*, Geminivirus, Tomate, Costa Rica.

ABSTRACT

EFFICACY OF LIVING GROUND COVERS FOR THE MANAGEMENT OF *Bemisia tabaci* AS A VECTOR OF GEMINIVIRUS IN TOMATO. A management scheme for the *B. tabaci*-geminivirus complex, which is based upon minimization of contact between the vector and the host plant, is being pursued in Costa Rica. Three-year field experiments with transplanted tomatoes have shown that two living ground covers associated with the crop, either "cinquillo" (*Drymaria cordata* Caryophyllaceae) or coriander (*Coriandrum sativum* Umbelliferae), significantly reduce the numbers of adult whitefly, delay geminivirus dissemination, and provide yields as high as 27-30 t/ha, with very satisfactory net benefits. The main advantages and disadvantages of this approach are discussed.

Key words: Living ground covers, *Bemisia tabaci*, Geminiviruses, Tomatoes, Costa Rica.

INTRODUCCION

El efecto de los geminivirus sobre el rendimiento del tomate depende de la edad de la planta en el momento de la infección, y es más serio en los primeros meses del desarrollo la planta (Franke *et al.* 1983, Acuña 1993, Schuster *et al.* 1996). El combate del vector, la mosca blanca, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) mediante el uso exclusivo de insecticidas convencionales es ineficaz, porque aún a densidades muy bajas se infectan todas las plantas en una parcela, a veces con pérdidas altas (Hilje *et al.* 1993).

Por lo tanto, es clave establecer un manejo preventivo, que evite o minimice el contacto entre el vector y la planta de tomate durante el período

de mayor susceptibilidad a los virus, para retrasar la epidemia y obtener rendimientos satisfactorios. En Costa Rica, para superar la primera etapa de dicho período se ha logrado obtener plántulas sanas, producidas en túneles cubiertos con malla fina, en recipientes que eviten el estrés del trasplante (Cubillo *et al.* 1994, 1999, Quirós *et al.* 1994, Rivas *et al.* 1994). Para etapas posteriores, en el campo, sería posible emplear algunas prácticas agrícolas, como las coberturas al suelo (Hilje 1993).

Las coberturas inertes, especialmente las plásticas, se han investigado con bastante detalle para el combate de áfidos y trips, e incluso de *B. tabaci* (Suwwan *et al.* 1988, Csizinszky *et al.* 1995, 1997, Berlinger y Lebiush-Mordechi 1996) y se utilizan a escala comercial en varios países (Wittwer 1993). En cambio, las coberturas vivas han sido poco estudiadas, a pesar de que se ha demostrado que las parcelas de tomate con dichas coberturas tienen menos adultos de *B. tabaci* y la

Recibido: 17/07/98. Aprobado: 09/04/99.

*Dirección Actual: Standard Fruit Company. Oficina Central Río Frío. Apartado 4595' 1000. San José, Costa Rica.

** Unidad de Fitoprotección, CATIE. Turrialba, Costa Rica.

diseminación de la enfermedad del moteado amarillo del tomate (ToYMoV) (Polston y Anderson 1997) es más lenta que en parcelas con el suelo desnudo (Amador y Hilje 1993, Blanco y Hilje 1995). Por lo tanto, el objetivo de estos experimentos fue evaluar varias coberturas vivas, en campos de agricultores, a escala semi-comercial, y compararlas con algunas coberturas plásticas de eficacia demostrada.

MATERIALES Y METODOS

Se efectuaron cuatro experimentos, entre 1995 y 1997, con agricultores de la Colonia Agrícola de Guayabo, en Turrialba, Costa Rica. Guayabo está en la vertiente del Caribe, en la zona de vida de bosque húmedo premontano (Tosi 1969), a 09°58'N, 83°38'O, 840 msnm, con promedios anuales de 21°C, 2762 mm y 87% HR.

Experimentos. En los dos primeros experimentos hubo dos tratamientos, la cobertura a evaluar y el testigo (TT), que fue una parcela adyacente de tomate con suelo desnudo. El tratamiento en el **experimento I** (marzo-agosto, 1995) correspondió a un plástico plateado coextruido (PP), de 1,25 milésimas de pulgada (Olefinas S.A., Guatemala). En el **experimento II** (junio-noviembre, 1995) el tratamiento fue el cinquillo (*Drymaria cordata* (L.) Willd., Caryophyllaceae) (CQ).

En cada uno de los otros dos experimentos hubo tres tratamientos y dos testigos (TT). En el **experimento III** (abril-agosto, 1996) los tratamientos fueron el plástico plateado (PP), un plástico verde claro (PV) (también de 1,25 milésimas de pulgada), confeccionado por Olefinas S.A. para este experimento, y el cinquillo (CQ). La distribución espacial de los tratamientos se aleatorizó, y fue la siguiente: CQ-TT-PV-TT-PP. En el **experimento IV** (abril-agosto, 1997) los tratamientos fueron el plástico plateado (PP), el cinquillo (CQ), y el culantro de castilla (*Coriandrum sativum* L., Umbelliferae) (CU); la distribución fue TT-PP-CU-CQ-TT.

La unidad experimental midió 600, 450, 420 y 402 m², en los experimentos I, II, III y IV, respectivamente, con distancias de siembra de 1,6 m entre surcos y 0,4 m entre plantas.

Semilleros y prácticas agronómicas. Se utilizó la var. Hayslip, excepto en el experimento II, en el que se usó la var. Dina Guayabo (CATIE 1990); en los experimentos I y III, la var. Hayslip fue de la casa Asgrow Seed Co. (Michigan, EE.UU.), mientras que en el IV fue de Danish Seed, Ohlsens Enke (Odense, Dinamarca).

Las plántulas se produjeron dentro de túneles cubiertos con las mallas finas Agronet-S (Kayserberg S.A., Alemania) en los experimentos I y II, Biorete 20/10 (Tessitura Giovanni Arrigoni S.A., Italia) en el III, e IN50 (Tildenet, EE.UU.) en el IV, según procedimientos establecidos (Cubillo *et al.* 1994, 1999). Las semillas se depositaron en cartuchos de papel periódico de 8,5 cm de alto y 5 cm de diámetro (162 ml). El trasplante se efectuó cuando las plántulas tenían 26 días de edad.

El suelo se preparó según las prácticas habituales. Para evitar terrones grandes, así como la formación de charcos y de "bolsas" de aire bajo las coberturas plásticas, se realizó una arada profunda, dos rastreadas y una pasada del arado rotativo, y después se alomilló. Antes de colocar el plástico, el suelo se esterilizó con Basamid.

Se hicieron enmiendas con cal (0,135 t/ha) y gallinaza (0,92 t/ha), un mes antes del trasplante. El fertilizante (10-30-10) se aplicó al trasplante, así como 15 y 30 días después (ddt); también se utilizó un fertilizante alto en nitrógeno y potasio (18-5-15-6-2, N-P-K-Mg-B) a 45 ddt, y a 60 ddt se aplicó Nutrán (33,5% N). Se utilizaron fungicidas y bactericidas, según se requirió. No hubo aplicación de insecticidas, excepto en forma ocasional contra los abejones *Diabrotica* spp. y *Epitrix* sp.

Establecimiento y manejo de las coberturas. Los plásticos se colocaron sobre las camas, ocho días antes del trasplante (dat), y 1 dat se les hicieron orificios en el centro, de 20 cm de

diámetro, espaciados a 40 cm; además, se hicieron orificios de unos 3 cm de diámetro, uno a cada lado de la planta, para depositar el fertilizante.

Las coberturas vivas se establecieron de diferente forma. El cinquillo se propagó tres meses antes del trasplante del tomate, mediante estolones y con el establecimiento de trozos grandes de suelo conteniendo plantas de esta especie; estos se trajeron de lugares aledaños, y para facilitar su crecimiento se aumentó la sombra, sembrando maíz en los entresurcos. El culantro (var. Slow-bolt) se sembró un mes antes del trasplante, directamente en el campo, sobre las camas, de 90 cm de ancho y 20 cm de altura. Se sembró en forma continua (a "chorro"), en pequeñas hileras transversales, separadas 15 cm entre sí.

Excepto el culantro, que se cosechó a los 37 ddt para su venta, las restantes coberturas permanecieron durante todo el ciclo del cultivo. Al cinquillo se le hicieron varias chapias leves, y al tomate asociado con éste se le hicieron dos aporques a la base de la planta, a 30 y 50 ddt; en el experimento IV, desde el inicio se hizo una ronda de 20 cm de diámetro alrededor de cada planta de tomate, para reducir los riesgos de enfermedades por exceso de humedad.

Variables evaluadas. Las siguientes variables se evaluaron en todos los experimentos:

Abundancia de adultos de *B. tabaci*. Semanalmente, se seleccionaron en forma aleatoria 30 plantas por unidad experimental, para el recuento de adultos de *B. tabaci* en la hoja clave (primera hoja completamente desplegada, en la parte superior de la planta).

Incidencia de la enfermedad. Para calcular la incidencia, se registró el número de plantas con síntomas visibles, semanalmente, en toda la parcela. En todos los experimentos se recolectaron muestras de tejido enfermo, para verificar la presencia del geminivirus ToYMoV. Esto se hizo mediante el método de hibridación de ácidos nucleicos, utilizando una sonda radioactiva marcada con P^{32} , específica para dicho virus (Pilar Ramírez, CIBCM, Universidad de Costa Rica).

Rendimiento. La cosecha (número y peso de los frutos) se clasificó según la siguiente escala (Kopper *et al.* 1991): mayores de 180 g, de al menos 7 cm de diámetro, sanos y con buena apariencia (*clase I*); de 120-180 g, 5,5-7 cm de diámetro, sanos y con buena apariencia (*clase II*); y menores de 120 g y 5,5 cm de diámetro, sin madurez definida (*clase III*).

Análisis. Para el análisis de la abundancia de adultos, los datos de ambos testigos se fusionaron y promediaron.

En cuanto al análisis de la epidemia, la proporción entre las plantas enfermas y el total de plantas se multiplicó por 100, y estos datos se linealizaron, para luego determinar la tasa de la diseminación de la virosis, así como la ecuación de regresión y su ajuste a varios modelos epidemiológicos (Madden 1980, Rivas 1996); además se determinó el área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) para cada tratamiento.

En relación con los rendimientos, se realizó un análisis económico de cada tratamiento mediante la técnica de presupuestos parciales y análisis marginal de los beneficios netos (Perrin *et al.* 1976). Para calcular los beneficios netos, se utilizó el precio del mercado cuando se cosechó el tomate.

RESULTADOS

Abundancia de adultos. En el experimento I el número de adultos siempre fue superior en el testigo, con un ámbito de 12-78, con excepción del intervalo entre 56-70 ddt (Fig. 1A); en el plástico plateado, el ámbito fue de 0-46. Si se asume que los primeros 33-35 ddt representan el período de mayor susceptibilidad a los virus, según las fechas de muestreo en cada experimento, los mayores valores promedio fueron de 0,1 y 2,6 adultos/planta, en el plástico y el testigo, respectivamente.

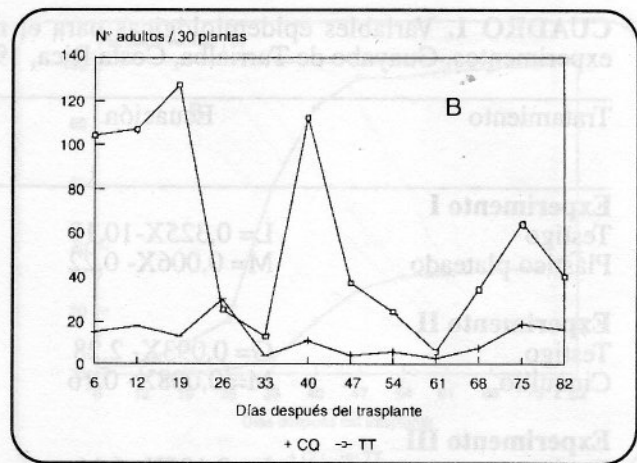
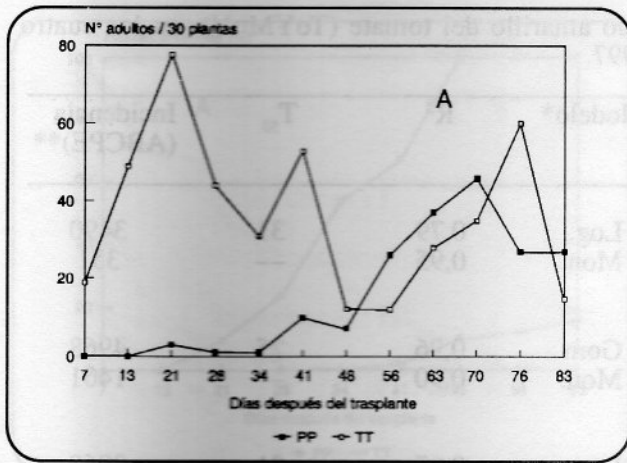


Fig. 1. Número total de adultos de *B. tabaci* en plantas de tomate asociadas con plástico plateado (PP) (A) y cinquillo (CQ) (B), comparados con el testigo (TT, suelo desnudo). Experimentos I y II. Guayabo de Turrialba, Costa Rica. 1995.

En el experimento II, dichos números también fueron siempre superiores en el testigo, con excepción de los 26 ddt (Fig. 1B). Hasta los 33 ddt, en promedio, en el cinquillo el mayor valor fue de 1 adulto/planta, mientras que en el testigo fue de 4,2 adultos/planta.

En el experimento III, la abundancia de adultos siempre fue mayor en el testigo, excepto a los 70 ddt, cuando todos los tratamientos fueron superados por el de plástico plateado (Fig. 2A). En general, el cinquillo mostró los menores valores hasta los 63 ddt, con un ámbito de 0-12, seguido por el plástico plateado (0-22), plástico verde claro (5-17) y el testigo (15-70). Hasta los 35 ddt, los

mayores valores fueron de 0,13, 0,03 y 0,2 adultos/planta, en plástico plateado, cinquillo y plástico verde claro, respectivamente, mientras que el testigo presentó 0,8 adultos/planta.

En el experimento IV, la cantidad de adultos siempre fue mayor en el testigo (Fig. 2B). En general, el plástico plateado mostró los menores valores (0-2), seguido por el cinquillo (0-4), culantro de castilla (0-5) y el testigo (2-9). Hasta los 33 ddt, los mayores valores fueron de 0,03, 0,06 y 0,06 adultos/planta, en el plástico plateado, culantro de castilla y cinquillo, respectivamente, mientras que en el testigo fue de 0,3 adultos/planta.

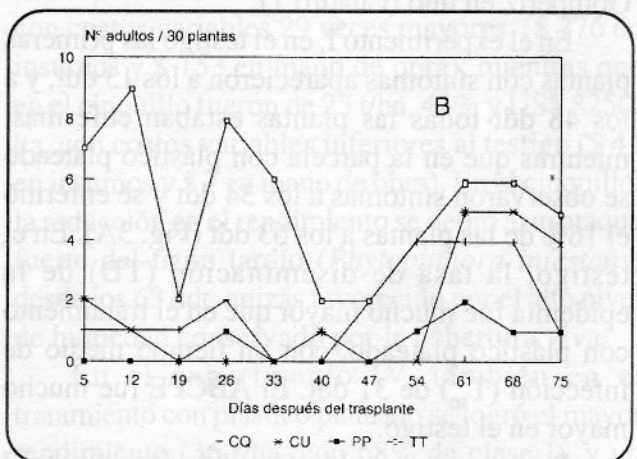
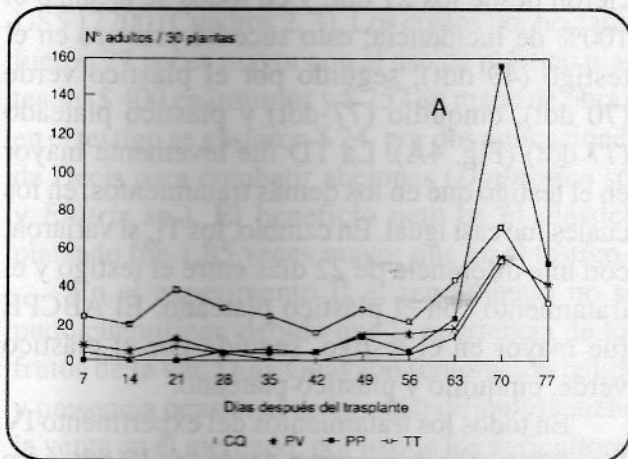


Fig. 2. Número total de adultos de *B. tabaci* en plantas de tomate asociadas con varias coberturas al suelo, en los experimentos III (A) y IV (B), en comparación con los testigos (suelo desnudo). **Simbología:** CQ (cinquillo), PP (plástico plateado), PV (plástico verde), CU (culantro) y TT (testigo). Guayabo de Turrialba, Costa Rica. 1996-1997.

CUADRO 1. Variables epidemiológicas para el moteado amarillo del tomate (ToYMoV), en los cuatro experimentos. Guayabo de Turrialba, Costa Rica, 1995-1997.

Tratamiento	Ecuación	Modelo*	R ²	T ₅₀	Incidencia (ABCPE)**
Experimento I					
Testigo	L= 0,325X-10,18	Log.	0,79	31	3490
Plástico plateado	M= 0,006X- 0,22	Mon.	0,95	—	351
Experimento II					
Testigo	G= 0,093X- 2,28	Gom.	0,96	25	4968
Cinquillo	M= 0,008X- 0,16	Mon.	0,90	—	1401
Experimento III					
Testigo	L= 0,196X- 6,16	Log.	0,97	31	3060
Plástico plateado	L= 0,139X- 7,38	Log.	0,97	53	1129
Plástico verde	L= 0,137X- 5,67	Log.	0,99	41	2142
Cinquillo	L= 0,143X- 6,42	Log.	0,99	45	1227
Experimento IV					
Testigo	L= 0,119X- 6,14	Log.	0,88	52	2054
Plástico plateado	L= 0,081X- 7,96	Log.	0,92	98	191
Cinquillo	L= 0,080X- 6,29	Log.	0,79	79	658
Culantro	L= 0,087X- 7,81	Log.	0,91	90	316

* Modelos: logístico (Log.), monomolecular (Mon.) y de Gompertz (Gom.).

**Unidades de área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE).

Incidencia de la enfermedad. En todas las muestras de tejido enfermo analizadas se detectó la presencia del geminivirus ToYMoV. En la mayoría de los tratamientos de los cuatro experimentos, la curva de la epidemia se ajustó mejor al modelo logístico; el modelo monomolecular se presentó en dos casos, y el de Gompertz en uno (Cuadro 1).

En el experimento I, en el testigo las primeras plantas con síntomas aparecieron a los 13 ddt, y a los 48 ddt todas las plantas estaban enfermas, mientras que en la parcela con plástico plateado se observaron síntomas a los 34 ddt y se enfermó el 16% de las plantas a los 63 ddt (Fig. 3A). En el testigo, la tasa de diseminación (TD) de la epidemia fue mucho mayor que en el tratamiento con plástico plateado, con un tiempo medio de infección (T₅₀) de 31 ddt. El ABCPE fue mucho mayor en el testigo.

Por su parte, en el testigo del experimento II los síntomas se expresaron desde los 6 ddt, y a los 82 ddt todas las plantas se habían enfermado, aunque desde los 40 ddt el 85% de las plantas

presentaban síntomas (Fig. 3B); con el cinquillo se observaron síntomas a los 19 ddt y se infectó el 39% de las plantas a los 82 ddt. En el testigo la TD fue superior a la del cinquillo, con un T₅₀ de 25 ddt, al igual que sucedió con el ABCPE.

En todos los tratamientos del experimento III, excepto el plástico plateado, los síntomas aparecieron desde los 21 ddt, y en todos se alcanzó el 100% de incidencia; esto sucedió primero en el testigo (49 ddt), seguido por el plástico verde (70 ddt), cinquillo (77 ddt) y plástico plateado (77 ddt) (Fig. 4A). La TD fue levemente mayor en el testigo que en los demás tratamientos, en los cuales fue casi igual. En cambio, los T₅₀ sí variaron, con una diferencia de 22 días entre el testigo y el tratamiento con el plástico plateado. El ABCPE fue mayor en el testigo, seguida por el plástico verde, cinquillo y plástico plateado.

En todos los tratamientos del experimento IV los síntomas se expresaron desde los 19 ddt, pero solo en el testigo se alcanzó el 100% de incidencia (75 ddt); para esa misma fecha, en los demás tratamientos los valores máximos de incidencia

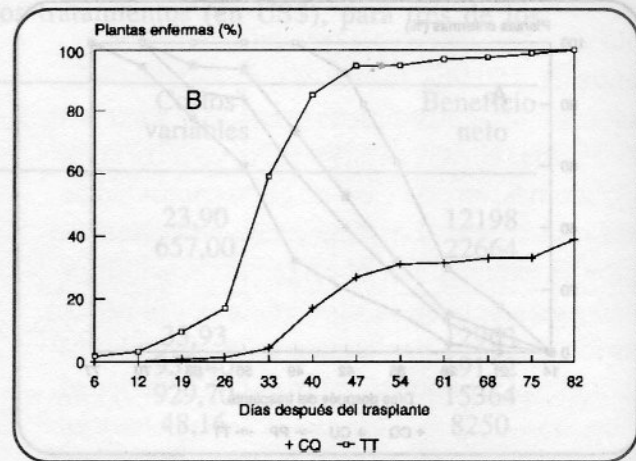
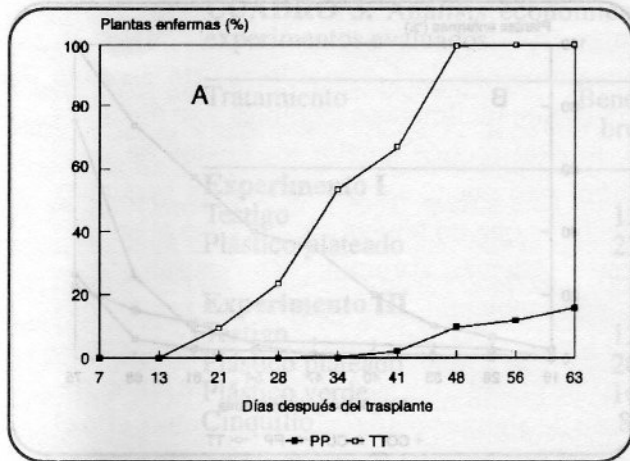


Fig. 3. Incidencia promedio (plantas con síntomas) del ToYMoV en parcelas de tomate cubiertas con plástico plateado (PP) (A) y cinquillo (CQ) (B), en comparación con el testigo (TT), (suelo desnudo). Experimentos I y II. Guayabo de Turrialba, Costa Rica. 1995.

fueron de 76% (cinquillo), 26% (plástico plateado) y 23% (culantro de castilla) (Fig. 4B). La TD fue levemente superior en el testigo que en los demás tratamientos, en los cuales fue similar. Los T_{50} variaron, con una diferencia de 46 días entre el testigo y el plástico plateado. El ABCPE fue superior en el testigo, seguida por el cinquillo, culantro de castilla y plástico plateado.

Rendimiento y análisis económico. En el experimento I, en el tratamiento con plástico plateado se obtuvo un rendimiento de 21 t/ha, con el 55% de clase I, y un beneficio neto de US\$ 22664/ha, mientras que en el testigo dichos valores correspondieron a 11 t/ha, 51% y US\$ 12200 (Cuadros 2, 3). Los costos por hectárea fueron 27 veces mayor con el uso de plástico plateado (\$ 400 en insumos y \$ 257 en mano de obra); en el testigo se gastaron \$ 24, por dos aplicaciones de Decis para combatir abejas (*Diabrotica* sp. y *Epitrix* sp.). El beneficio neto en el plástico plateado fue 1,85 veces mayor que en el testigo.

En el experimento II el rendimiento no se pudo cuantificar, debido que la apariencia de los frutos de la var. Dina Guayabo (coloración pálida y presencia ocasional de bandas) dificultó mucho la venta en el mercado, por lo que los agricultores colaboradores interrumpieron el registro de los datos cuando cosecharon la parcela.

En el experimento III, en el tratamiento con plástico plateado se alcanzó el mayor rendimiento (50 t/ha, con 77% de clase I), y un beneficio neto de US\$ 19150/ha, en tanto que en el testigo dichos valores fueron de 32 t/ha, 66% y US\$ 13000 (Cuadros 2, 3). Los costos por hectárea fueron 30 veces mayor en plástico plateado (\$ 806 en insumos y \$ 153 en mano de obra); en el testigo se gastaron \$ 34 (\$ 20 en insumos y \$ 14 en mano de obra); los insumos fueron las aplicaciones de Decis para combatir abejas. El beneficio neto en plástico plateado fue 1,50 veces mayor que en el testigo.

En el tratamiento de plástico verde los valores correspondieron a 38 t/ha, 74% y US\$ 15364/ha, con costos variables 29 veces mayores (\$ 776 en insumos y \$ 153 en mano de obra), mientras que en el cinquillo fueron de 25 t/ha, 45% y US\$ 8250/ha, con costos variables inferiores al testigo (\$ 41 en insumos y \$ 7 en mano de obra). En el cinquillo, la reducción en el rendimiento se debió a un ataque fuerte del tizón tardío (*Phytophthora infestans*) desde los 63 ddt, quizás favorecido por el alto nivel de humedad conservado por la cobertura viva.

En el experimento IV, también en el tratamiento con plástico plateado se logró el mayor rendimiento (36 t/ha, con 68% de clase I), y un beneficio neto de US\$ 21570/ha, mientras que en el testigo los valores fueron de 17 t/ha, 65% y US\$ 10300/ha. Los costos variables fueron 60

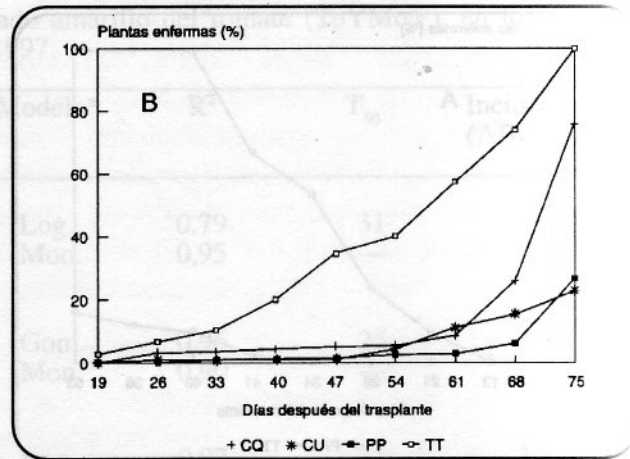
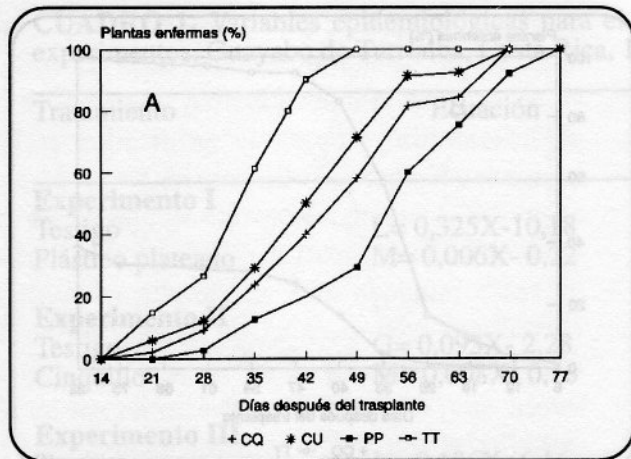


Fig. 4. Incidencia promedio (plantas con síntomas) del ToYMoV en parcelas de tomate con varios tipos de coberturas al suelo, en los experimentos III (A) y IV (B), en comparación con los testigos (suelo desnudo). Guayabo de Turrialba, Costa Rica, 1996-1997.

CUADRO 2. Producción (kg/ha) de tomate (var. Hayslip), según las clases comerciales.

Tratamiento	Clases comerciales			Total
	I	II	III	
Experimento I				
Testigo	5523	3795	1608	10926
Plástico plateado	11532	5690	3915	21137
Experimento III				
Testigo	21603	38566	7109	32568
Plástico plateado	38417	4672	7398	50487
Plástico verde	28312	4272	5696	38280
Cinquillo	11360	4383	9161	24904
Experimento IV				
Testigo	11224	4298	1628	17150
Plástico plateado	24903	8597	2852	36352
Cinquillo	18769	6547	1521	26837
Culantro	19757	7496	3003	30256

veces mayores en el plástico plateado (\$ 655 en insumos y \$ 132 en mano de obra); en el testigo solamente se gastaron \$ 14, de una deshierba. El beneficio neto en plástico plateado fue dos veces mayor que en el testigo.

En el tratamiento con cinquillo aquellos valores correspondieron a 27 t/ha, 70% y US\$ 16700/ha, con costos variables 1,8 veces

mayores (\$ 35 en mano de obra), mientras que en culantro de castilla fueron de 30 t/ha, 65% y US\$ 17200/ha, con costos variables 68 veces superiores al testigo (\$ 900 en semilla de culantro y \$ 68 en mano de obra). Si se contabiliza la venta del culantro, el beneficio neto asciende a US\$ 25440/ha. En el culantro hubo un fuerte ataque de tizón tardío entre los 33-40 ddt.

CUADRO 3. Análisis económico de los tratamientos (en US\$), para tres de los experimentos evaluados.

Tratamiento	Beneficio bruto	Costos variables	Beneficio neto
Experimento I			
Testigo	12222	23,90	12198
Plástico plateado	23321	657,00	22664
Experimento III			
Testigo	12997	33,93	12963
Plástico plateado	20112	959,40	19152
Plástico verde	16294	929,70	15364
Cinquillo	8299	48,16	8250
Experimento IV			
Testigo	10346	14,20	10331
Plástico plateado	22356	786,90	21569
Cinquillo	16750	35,50	16714
Culantro	18206	967,90	17238

DISCUSION

Hubo menos adultos de *B. tabaci* en las parcelas con coberturas, en todos los experimentos. Las únicas excepciones se presentaron ocasionalmente al final de la temporada del cultivo, lo cual coincide con los datos de Amador y Hilje (1993) y Blanco y Hilje (1995). Esto podría explicarse porque, al cerrarse el dosel del cultivo, las coberturas quizás dejaron de ser percibidas por el insecto; también, porque las plantas de tomate en las parcelas con coberturas, al estar menos afectadas por la enfermedad, eran más suculentas y quizás más atractivas.

Entre las coberturas sobresalió el plástico plateado, para todas las variables analizadas, el cual actúa como repelente de áfidos y de los adultos de *B. tabaci*, al reflejar la luz ultravioleta (Smith y Webb 1969, Csizinszky *et al.* 1995, 1997). Se desconoce el mecanismo de acción de las coberturas vivas, aunque es posible que sea por el enmascaramiento del cultivo. La mayor afluencia de adultos en las parcelas testigo se explica por el contraste entre las plantas de tomate y el suelo desnudo, lo cual permite a varias

especies de homópteros localizar sus hospedantes (Prokopy y Owens 1983).

Desde el punto de vista del efecto del ToYMoV sobre los rendimientos, el número de adultos más determinante de la epidemia viral sería el que se presente durante el período crítico del cultivo, que comprende 30-35 ddt, aproximadamente (Franke *et al.* 1983, Acuña 1993). En todos los tratamientos, incluyendo los testigos, dichos números fueron bajos, de 0,03-4,2 adultos/planta.

El 100% de infección (plantas con síntomas) se alcanzó en todos los testigos, así como en todos los tratamientos del experimento III; en el testigo del experimento IV, el promedio máximo de adultos fue de 0,3 por planta en toda la temporada. Estos datos indican que con densidades inferiores a un adulto por planta puede haber afección total de una parcela, y revelan la habilidad de *B. tabaci* para diseminar rápidamente el ToYMoV. Además, es probable que en el momento del muestreo no todos ellos estuvieran virulíferos y, por tanto, no pudieran diseminar dicho virus.

La cobertura de plástico plateado fue la mejor, ya que las plantas de tomate tuvieron menor afluencia de adultos de *B. tabaci*, mayor retardo

de la epidemia viral, así como mayores rendimientos y beneficios netos. Los rendimientos variaron entre 21 y 50 t/ha, lo cual es muy satisfactorio, pues los rendimientos típicos para Costa Rica son de 25-35 t/ha (Gustavo Calvo 1996, CATIE, com. pers.); además, en este caso no hubo necesidad de aplicar insecticidas. Las diferencias en los rendimientos se explican por el origen de la semilla y por la experiencia en la utilización del plástico, adquirida en forma paulatina por los agricultores colaboradores; aunque siempre se usó la variedad Hayslip, que es la más sembrada en la zona y en Costa Rica, la semilla para los experimentos I y III provino de una casa comercial diferente de la semilla del experimento IV.

Sus beneficios netos fueron de US\$ 19000-22600/ha. Esta alta rentabilidad, así como otras ventajas (combate de malezas, ahorro de agua de riego, menor lixiviación de fertilizantes y menor compactación del suelo) (Lamont 1993), explican el amplio uso de los plásticos en varios países (Wittwer 1993). En la actualidad se emplean deliberadamente para el manejo de áfidos, trips y moscas blancas, en gran escala (Csizinszky *et al.* 1995, 1997).

En cuanto a las coberturas vivas (cinquillo y culantro), los resultados confirman y amplían el valor práctico, potencial, de algunos hallazgos previos (Amador y Hilje 1993, Blanco y Hilje 1995). El hecho de contar con unidades experimentales más grandes que las usadas por dichos autores (43 y 130 m², respectivamente), permitió dilucidar mejor las diferencias entre los tratamientos. Estos resultados, a escala semi-comercial, se acercan más a la realidad de los agricultores. En general, ellas permitieron reducir la afluencia de adultos y retrasar la epidemia, así como obtener buenos rendimientos y beneficios netos. Los rendimientos en el cinquillo variaron entre 25 y 27 t/ha, con beneficios netos de US\$ 8250-16700/ha, mientras que en el culantro dichas cifras correspondieron a 30 t/ha y US\$ 17200. Aunque dichos rendimientos y beneficios netos son satisfactorios, podrían haber sido mayores si las parcelas no hubieran sido afectadas por el tizón tardío.

Las coberturas vivas presentan varias ventajas, en comparación con el plástico plateado, y especialmente para agricultores de escasos recursos. Son fácilmente asequibles y su precio es bajo, lo cual reduce mucho los costos de producción; esto puede ser atractivo para pequeños productores que no tengan fácil acceso al crédito bancario. Además, al eliminarse no causan contaminación ambiental. Sus desventajas principales son el lento establecimiento, la probable competencia con el cultivo y su posible acción como reservorio de algunos patógenos. En cambio, con el uso de coberturas plásticas se obvian estos problemas y, además, se favorece el crecimiento vigoroso de las plantas de tomate, lo cual probablemente contribuye a mitigar las infecciones virales.

La sustitución de coberturas silvestres por algún cultivo de porte bajo, sistema radical somero, rápido crecimiento y ciclo corto, es una posible opción. En el caso del experimento con el culantro se demostró que puede ser una alternativa viable desde los puntos de vista agronómico y económico. La alta producción y beneficio neto obtenido en el tomate asociado con el culantro, justificarían su utilización, aun cuando éste no se vendiera. Sin embargo, su venta puede aportar un ingreso adicional al agricultor, como sucedió en el experimento IV, con un equivalente de US\$ 8200/ha.

Aunque estas tecnologías quizás son viables solamente para agricultores que siembran áreas pequeñas, el principio o mecanismo que explica los resultados de esta investigación podría aprovecharse para la agricultura de gran escala. En este caso, convendría comparar plásticos verdes con plásticos plateados, para evaluar su eficacia y rentabilidad para el manejo del problema. Sin embargo, la tonalidad del plástico verde, así como su resistencia a la intemperie, son factores importantes, según se observó en ésta y en investigaciones previas (Amador y Hilje 1993, Blanco y Hilje 1995).

Los datos aquí presentados, aunque promisorios, deben ser tomados con cautela y validados bajo otras condiciones socioeconómicas

y agroclimáticas. En primer lugar, han sido generados en parcelas pequeñas, y en una zona de Costa Rica donde las densidades del vector son muy bajas normalmente (Hilje *et al.* 1993), y donde se ha detectado solamente el biotipo C de *B. tabaci* (Brown *et al.* 1995), el cual casi no se reproduce en el cultivo de tomate, por lo que en las plantas casi no aparecen ninfas. Por el contrario, las ninfas del biotipo B (o *B. argentifolii*) causan el síndrome de la maduración irregular del tomate (Perring 1996), por lo que el incremento de sus densidades en etapas avanzadas del cultivo podría tener serias repercusiones económicas.

AGRADECIMIENTOS

A Pilar Ramírez (CIBCM, Universidad de Costa Rica) el análisis de muestras de geminivirus. A Jorge Blanco, Pedro Oñoro y Galileo Rivas, su apoyo en los análisis estadísticos. A la Asociación de Desarrollo Integral Colonia Agrícola Guayabo, el préstamo de los terrenos para los experimentos. A los hermanos Marín (Aurelio, Francisco y Ramón Luis) y Guillén (German, Eduardo, Francisco y Franklin), su trabajo en las parcelas. A Alfonso Chacón, Juan Jovel y Vladimir Villalba, su colaboración ocasional.

LITERATURA CITADA

- 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.
- 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.
- BERLINGER, M.J.; LEBIUSH-MORDECHI, S. 1996. Physical methods for the control of *Bemisia*. In *Bemisia* 1995: Taxonomy, biology, damage, control and management. D. Gerling & R.T. Mayer (eds.). United Kingdom. Intercept, p. 617-634.
- BLANCO, J.; HILJE, L. 1995. Efecto de coberturas al suelo sobre la abundancia de *Bemisia tabaci* y la incidencia de virosis en tomate. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 35:1-10.
- BROWN, J.K.; BEDFORD, I.D.; BIRD, J.; COSTA, H.S.; FROHLICH, D.R.; MARKHAM, P.G. 1995. Characterization and distribution of esterase electromorphs in the whitefly, *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae). Biochemical Genetics 33:205-213.
- CATIE. 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de tomate. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No.151. 138 p.
- CSIZINSZKY, A.A.; SCHUSTER, D.J.; KRING, J.B. 1995. Color mulches influence yield and insect pest populations in tomatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120(5):778-784.
- CSIZINSZKY, A.A.; SCHUSTER, D.J.; KRING, J.B. 1997. Evaluation of color mulches and oils sprays for yield and for the control of silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii* (Bellows and Perring) on tomatoes. Crop Protection 16(5):475-481.
- CUBILLO, D.; CHACON, A.; HILJE, L. 1994. Producción de plántulas de tomate sin geminivirus transmitidos por la mosca blanca (*Bemisia tabaci*). Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 34: 23-27.
- CUBILLO, D.; SANABRIA, G.; HILJE, L. 1999. Evaluación de recipientes y mallas para el manejo de *Bemisia tabaci* mediante semilleros cubiertos, en tomate. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) no.51:29-35.
- 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.; 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.
- KOPPER, N.; MENESES, R.; JIMENEZ, J.M.; QUESADA, S. 1991. Evaluación de líneas de tomate de mesa resistentes a *Pseudomonas solanacearum* en la época seca en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 19:1-4.
- LAMONT JR., W.J. 1993. Plastic mulches for the production of vegetable crops. HortTechnology 3(1):35-39.
- MADDEN, L.V. 1980. Quantification of disease progression. Prot. Ecol. 2:159-176.
- PERRIN, R.K.; WINKELMANN, D.; MOSCARDI, E.; ANDERSON, J. 1976. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. México, CIMMYT, 54 p.
- PERRING, T.M. 1996. Biological differences of two species of *Bemisia* that contribute to adaptive advantage. In *Bemisia* 1995: Taxonomy, biology, damage, control and management. D. Gerling & R.T. Mayer (eds.). Intercept, United Kingdom. p. 1-16.

- POLSTON, J.E.; ANDERSON, P.K. 1997. The emergence of whitefly-transmitted geminiviruses in tomato in the Western Hemisphere. *Plant Disease* 81(12):1358-1369.
- PROKOPY, R.J.; OWENS, E.D. 1983. Visual detection of plants by herbivorous insects. *Annual Review of Entomology* 28:337-364.
- 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. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 34:1-7.
- RIVAS, G.G. 1996. Descripción matemática de epidemias. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 40:35-39.
- 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.
- 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 Publishers. p. 631-639.
- 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.
- SCHUSTER, D.J.; STANSLY, P.A.; POLSTON, J.E. 1996. Expressions of plant damage of *Bemisia*. In *Bemisia 1995 Taxonomy, biology, damage control and management*. D. Gerling & R.T. Mayer (eds.). Hants, UK. Andover, p. 153-165.
- 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.
- WITTER, S.H. 1993. World-wide use of plastics in horticultural production. *HortTechnology* 3(1):6-19.

CAMBIOS MORFOLOGICOS DE LOS BIOPREPARADOS DEL VIRUS DE LA POLIEDROSIS NUCLEAR EN SUS HOSPEDANTES PRIMARIOS Y ALTERNOS

Patrício Borges Maracajá*
 Enrique Vargas Osuna**
 Cândido Santiago Alvarez**

RESUMEN

Los Virus de la Poliedrosis Nuclear (VPN) se caracterizan por la forma poliédrica de los cuerpos de inclusión que contienen un número variable de partículas virales ocluidas aleatoriamente, teniendo una nucleocápsida en forma de varilla, una cubierta y una capa intermedia amorfa, con dos morfotipos: los VPN de nucleocápsida simple (VPNS) cuya unidad infectiva es una sola nucleocápsida, y los VPN de nucleocápsida múltiple (VPNM) que pueden tener más de una nucleocápsida bajo una cubierta común. Se estudió por medio del análisis de fotos obtenidas mediante microscopio electrónico, el número, la distribución de frecuencia y la cantidad de partículas virales contenidas en los cuerpos de inclusión, en los biopreparados originales y sus productos de multiplicación en hospedantes primarios y alternos, utilizando equipos y programas de biometría y estadística. La mayor parte de los baculovirus estudiados pertenecen al tipo de nucleocápsida múltiple (VPNM) con la única excepción del VPNHa (*Heliothis armigera*) de nucleocápsida simple. La cantidad de viriones en cada cuerpo de inclusión de los VPNM está relacionado con el volumen de estos cuerpos.

Palabras claves: Virus de la Poliedrosis Nuclear, VPN, Control biológico, Insectos, Hospedantes.

ABSTRACT

MORPHOLOGICAL CHANGES OF THE NUCLEAR POLYHYDROUS VIRUS BIOPREPARATIONS IN ITS PRIMARY AND ALTERNATIVE HOSTS. The Nuclear Polyhydrous Viruses (NPV) are characterized by the polyhydral form of the inclusion bodies that contain a variable number of randomly occlusion virus particles, having a rod shaped nucleocapsid, a cover and an amorphous intermediary layer, with two morphotypes: The NPV with a simple nucleocapsid (SNPV) whose infective unit is only one nucleocapsid, and the NPV with multiple nucleocapsids (MNPV) which can have more than one nucleocapsid with a shared cover. The number, the frequency distribution and the quantity of viruses particles contained in the inclusion bodies, of the original biopreparations and its multiplication products in the primary and alternative hosts, was studied by analysing photos obtained using an electronic microscope, and using biometric and statistic equipment and programs. Most of the baculovirus studied were of the multiple nucleocapsid (MNPV) type, except for HaNPV (*Heliothis armigera*) which has a simple nucleocapsid. The quantity of virions in each inclusion body of the MNPV is related to the volume of these bodies.

Key words: Nuclear Polyhydrous Virus, NPV, Biological control, Insects, Hosts.

INTRODUCCION

Los cuerpos de inclusión (CI) de los baculovirus están compuestos de una proteína, cuyo peso molecular varía entre 276000 y 378000 daltons (Bergold 1963a), y una cubierta circundante. La proteína, que es codificada por el ADN viral, está formada de subunidades de aproximadamente 26000 a 28000 daltons y es

llamada granulina en los Virus de la Granulosis (VG) y poliedrina en los Virus de la Poliedrosis Nuclear (VPN) (Federici 1986).

La matriz cristalina que forma el CI tiene una estructura básica, común para los VG y los VPN, la cual no se distorsiona por la presencia de los viriones (Bergold 1963b). El modelo estructural que mejor explica las líneas y puntos observados mediante el microscopio electrónico en ultrasecciones de los CI, consiste en moléculas esféricas de proteína dispuestas en una conformación cúbica, de tal manera que cada unidad está en contacto con las seis moléculas más próximas (Bergold 1963c). Posteriormente, Harrap

Recibido: 20/08/98. Aprobado: 23/03/99.

*Prof. ESAM-Escola Superior de Mossoró, C. P. 137, CEP59600970, Mossoró RN Brasil. E-mail: fitossan@esam.br

**Prof. DCRF/ETSIAM/Universidad de Córdoba, 14080 Córdoba, España.

(1972) propuso una forma diferente para las moléculas, que consiste en un núcleo central con seis brazos, tal y como se conoce en otros sistemas biológicos, así como en metales.

Aunque durante muchos años se dudó de la existencia de una cubierta en los CI (Bergold 1963c), luego se determinó que tiene verdadera entidad (Harrap 1972; Longworth *et al.* 1972). En la superficie del CI se han reconocido hidratos de carbono (Minion *et al.* 1979) y se ha aislado el gen p32 (Gombart *et al.* 1989), que codifica una proteína asociada a la cubierta, por tanto, su estructura está íntimamente relacionada con el virus.

El número de viriones (partículas del virus que contiene todos los elementos de virus) en un poliedro es variable, y puede llegar a 200, y depende del virus, del tejido y de la especie hospedante (Ackermann y Smirnof 1983). También hay algunas referencias de poliedros que además de los viriones contienen nucleocápsidas sin cubierta, cápsidas vacías o parcialmente llenas, ARN, partículas celulares o nucleares u otros virus (Tanada y Kaya 1993).

En los virus de la poliedrosis nuclear múltiples (VPNM), los cuales pueden tener como unidad infectiva más de una nucleocápsida reunidas por una cubierta común, el número de nucleocápsidas que forman el virión es variable y depende del virus y de la especie hospedante. Por ejemplo, en una larva de *Cadra cautella* el número osciló entre 1 y 24 (Adams y Wilcox 1968), y en una de *Euproctis similis* varió de 1 y 39 (Kawamoto y Asayama 1975).

El objetivo de este trabajo fue determinar los cambios morfológicos en los CI de los biopreparados de VPNSI, VPNSe, VPNH_a, VPNA_s y VPNL_s en sus hospedantes primarios y alternos.

MATERIALES Y METODOS

Los trabajos fueron desarrollados en la Universidad de Córdoba, España, con biopreparados autóctonos y no autóctonos (Cuadro 1). El VPNH_a fue multiplicado en larvas de tercer estadio de su hospedante primario (*Heliothis*

armigera) y en el alterno (*Spodoptera exigua*); el VPNSI en su hospedante primario y en el alterno (*S. exigua*); el VPNA_s en su hospedante primario y en alternos (*Agrotis ipsilon* y *Peridroma saucia*) y el VPNL_s en su hospedante alterno (*Ocnogyna baetica*). La extracción y purificación se realizó según la metodología de Griffith (1982) con algunas modificaciones (Vargas-Osuna *et al.* 1994), utilizando los cadáveres de larvas trituradas en agua destilada, filtrando, centrifugando a 14000 rpm y ultracentrifugado en gradiente discontinuo de sacarosa (40-60% peso/peso) con 25000 rpm.

El estudio de la estructura de los viriones se realizó utilizando un microscopio electrónico de transmisión (Philips CM-10 de 80KV), con el asesoramiento del Servicio de Microscopía Electrónica de la Universidad de Córdoba. Las muestras de 1 ml de la suspensión de poliedros se centrifugaron a 14000 rpm durante 10 min, en una centrífuga Eppendorf. Para la fijación, el precipitado se mantuvo en glutaraldehído al 2,5% en una solución tampón de cacodilato 0,1 M (pH 7,0) durante 30 min; después se eliminó el sobrenadante y se añadió de nuevo el glutaraldehído. Después de 2 h, cada muestra se lavó tres veces con la solución de cacodilato y el proceso continuó a 4°C. Se eliminó el sobrenadante y se añadió tetróxido de osmio al 1% durante 2 h como mínimo, y la muestra se lavó dos veces con cacodilato y se deshidrató mediante etapas sucesivas de 15 minutos en una serie de alcoholes etílicos de concentraciones crecientes hasta hacerlo con alcohol absoluto. La inclusión en la resina Epon se realizó mediante el siguiente proceso: Acetona por 15 min, nuevamente Acetona por 15 min, Acetona-Epon en una proporción 1:1 durante 12 h, Acetona-Epon en proporción de 1:2 por 12 h, Epon en estufa a 60-70°C durante 24 h como mínimo.

Los bloques polimerizados se seccionaron con cuchilla de diamante en ultramicrotomo, previo contraste con una solución acuosa al 1% de acetato de uranilo durante 20 min y con una solución saturada de citrato de plomo durante 10 min. Las secciones se examinaron al microscopio electrónico de transmisión.

CUADRO 1. Biopreparados del VPN utilizados en el experimento.

Biopreparados	Fuente	Localidad	CI/ml
Autóctonos			
VPNHa (<i>Heliothis armigera</i>)	Tomate	Badajoz	4,18x10 ⁸
VPNSe (<i>Spodoptera exigua</i>)	Girasol	Badajoz	2,90x10 ⁸
VPNLs (<i>Leucoma salicis</i>)	Flores	León	1,27x10 ⁹
No Autóctonos			
VPNSI (<i>S. littoralis</i>)	INRA	Francia	2,9x10 ⁸
VPNAs (<i>Agrotis segetum</i>)	Oxford	U.K.	1,7x10 ⁹

Para todas las mediciones se utilizó un ordenador con Tarjeta digitalizadora conectado a una cámara de estado sólido. La imagen de las placas en negativo se captó mediante un negatoscopio y, utilizando un ratón con indicador se señalaron las distancias a medir. Los datos se obtuvieron mediante el programa de Análisis de Imagen (IMAGO), desarrollado por el Grupo de Investigación en Sistemas Inteligentes en Visión Artificial «SIVA» de la Universidad de Córdoba.

Sobre las secciones de los CI, observadas y fotografiadas con microscopio electrónico de transmisión, se realizaron los conteos del número de viriones presentes y del número de nucleocápsidas por virión.

La estimación de la densidad de partículas virales por unidad de volumen de CI se realizó a partir del número que aparece en las secciones de los CI, según el método de Allaway (1983). Para cada sección de un CI se calculó el volumen cortado (S) mediante la fórmula:

$$S = (2/3 L + 2/3 d + t) A$$

donde:

L= longitud de las partículas virales.

w= diámetro de las partículas virales.

t= ancho del corte.

A= área de la sección.

Una vez determinados los valores medios y desviaciones típicas del número de partículas virales por mm³ y del volumen de los CI, se estimó el promedio de partículas virales y de

nucleocápsidas por CI, con sus límites de confianza al 95% (Allaway 1983).

Las mediciones de la morfología de los baculovirus, se sometieron a análisis de varianza. Cuando existieron diferencias significativas al 5%, los valores medios se compararon entre sí, usando la prueba de la mínima diferencia significativa (MDS). Los análisis se realizaron con el programa STATGRAPHICS (Statistical Graphics System, Version 5.0).

RESULTADOS Y DISCUSION

La observación de los viriones contenidos en los cuerpos de inclusión de los baculovirus mostró que los viriones del VPNHa (Fig. 1) están formados por nucleocápsidas simples, mientras que los CI de los otros baculovirus, VPNSI, VPNSe, VPNAs (Fig. 3) y VPNLs, contenían nucleocápsidas múltiples.

El cuadro 2 muestra el promedio de nucleocápsidas por virión de cada uno de los baculovirus originales, así como de los productos de multiplicación obtenidos en sus hospedantes primarios y alternos. Así mismo, la variabilidad en el número de nucleocápsidas contenidas en los viriones de cada uno de los baculovirus se presenta en los Cuadros 3 y 4.

La característica morfológica de nucleocápsidas simples del VPNHa se mantuvo en el producto de multiplicación obtenido en su hospedante primario (VPNHa-Ha). Sin embargo, algunos CI del VPNHa multiplicado en su

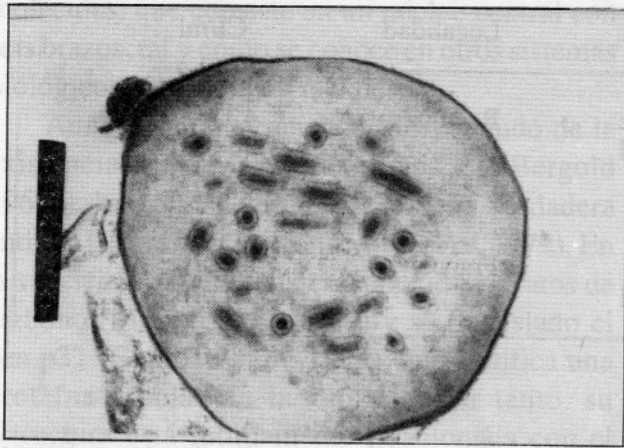


Fig. 1. Sección de un cuerpo de inclusión del VPNHa original (50700,X).

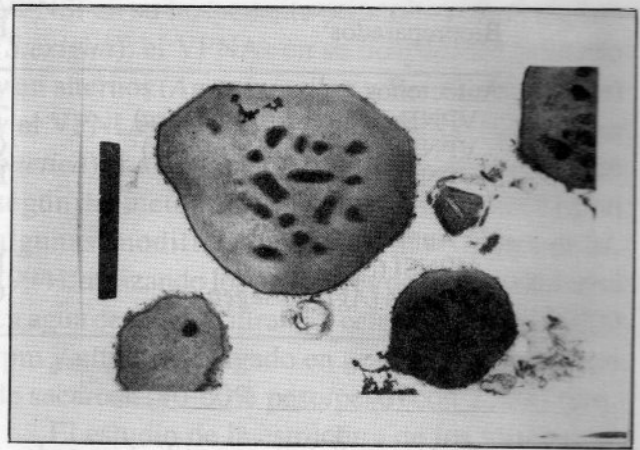


Fig. 2. Sección de cuerpos de inclusión del VPNHa multiplicado en el hospedante alterno *Spodoptera exigua* mostrando nucleocápsidas simples y múltiples (27300,X).

hospedante alterno, *S. exigua*, (VPNHa-Se) contenían nucleocápsidas múltiples (Fig. 2), con un promedio de dos nucleocápsidas por virión (Cuadro 2). La mayoría de los viriones estaban formados por 1 - 3 nucleocápsidas, aunque se observó algún virión con siete nucleocápsidas. La distribución en el contenido de los viriones del VPNHa-Se es más parecida a la mostrada por el VPNSe, con viriones de uno a cinco nucleocápsidas (Cuadro 3), sin encontrarse diferencias significativas entre ambos baculovirus en el número de nucleocápsidas por virión (Cuadro 2).

Entre los baculovirus con nucleocápsida múltiple, el VPNSI presentó viriones con la mayor cantidad de

nucleocápsidas (promedio 4,28), siendo diferente significativamente al VPNSe. La mayoría de los viriones del VPNSI contenían de uno a seis

nucleocápsidas, no obstante, se observaron viriones de nueve y hasta de 12 nucleocápsidas. La multiplicación del VPNSI en su hospedante primario dió como resultado un producto (VPNSI-SI) cuyo número de nucleocápsidas por virión, fue de uno a tres en la mayoría, siendo significativamente menor que en el inóculo (Cuadros 2 y 3). Aún más baja fue la cantidad de nucleocápsidas en los viriones del producto multiplicado en el hospedante alterno

S. exigua (VPNSI-Se), difiriendo significativamente con respecto a los viriones del VPNSe

CUADRO 2. Número de nucleocápsidas contenidas en los viriones de los baculovirus originales y de los productos de multiplicación obtenidos en sus respectivos hospedantes primarios y alternos.

Virus	Nucleocápsidas/virión		
	N	Media *	s
VPNH _a	41	1,00 a	0
VPNH _a -Ha	30	1,00 ab	0
VPNH _a -Se	41	2,07 cd	1,31
VPNSI	67	4,28 g	2,60
VPNSI-SI	77	2,38 cd	1,58
VPNSI-Se	75	1,79 bc	1,43
VPNSe	32	2,69 def	1,35
VPNA _s	51	3,49 f	2,70
VPNA _s -As	58	2,47 cde	1,42
VPNA _s -Ai	86	4,48 g	2,48
VPNA _s -Ps	38	2,05 cd	1,54
VPNL _s	42	3,26 f	1,68
VPNL _s -Ob	88	3,09 ef	2,83

(Cuadro 2). Más de dos tercios de los viriones del VPNSI-Se contenían una sola nucleocápsida, e incluso se observaron cortes de CI en los cuales todos los viriones eran simples (Cuadro 3).

La mayoría de los viriones del VPNA_s tenían entre 1 y 5 nucleocápsidas, aunque se observó un virión hasta de 12 nucleocápsidas (Cuadro 4). El producto de multiplicación obtenido en el hospedante primario (VPNA_s-As) mostró viriones con un menor número de nucleocápsidas (Cuadro 2), debido principalmente a un mayor porcentaje de viriones con una sola nucleocápsida (Fig. 3). Los productos de multiplicación en los dos hospedantes alternos mostraron características morfológicas opuestas. La multiplicación en *A. ipsilon* (VPNA_s-Ai) produjo viriones con un número de nucleocápsidas un poco mayor que los del inóculo (Cuadro 4; Fig. 4). Por el contrario, el producto de multiplicación obtenido en *P. saucia* (VPNA_s-Ps) mostró gran cantidad de viriones con una sola nucleocápsida (Cuadro 4), por lo cual el promedio de nucleocápsidas por virión se redujo considerablemente siendo diferente significativamente al inóculo y al VPNA_s-Ai (Cuadro 2).

Los viriones del VPNL_s están formados por un número de nucleocápsidas que varió de 1 y 7. El producto de la multiplicación en *O. baetica* (VPNL_s-Ob) no mostró variación con el promedio

de nucleocápsidas por virión, aunque sí mostró mayor variabilidad, pues se observaron viriones hasta con 15 nucleocápsidas (Cuadros 2 y 4).

La densidad de partículas contenidas en los CI, así como el número de viriones y nucleocápsidas por CI, estimados para cada baculovirus original y sus respectivos productos de multiplicación, se presentan en el Cuadro 5.

Utilizando como criterio para la significancia estadística el traslape de los intervalos de confianza al 95%, se determinó que entre los baculovirus originales, el mayor número de viriones/mm³ se presentó en los CI del VPNH_a, siendo este diferente significativamente al VPNL_s y al VPNSI; este último mostró la menor densidad de viriones/CI.

La mayor cantidad de viriones/CI se presentó en el VPNA_s, difiere significativamente de los demás baculovirus originales, los cuales también varían entre sí. En cuanto al número de nucleocápsidas, el VPNH_a mostró la menor cantidad por CI, siendo diferente significativamente a los otros baculovirus originales.

El producto de multiplicación del VPNSI en *S. exigua* aumentó tanto en la densidad de viriones como en el número total por CI, con respecto al VPNSI original y al VPNSI-SI. Sin embargo, esto no afectó la cantidad de nucleocápsidas por CI, la cual no mostró diferencias significativas.

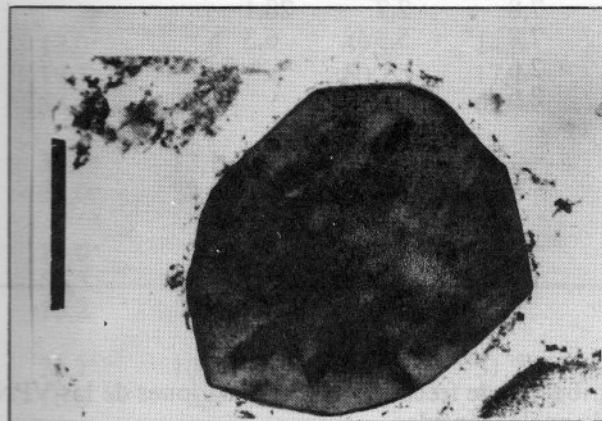


Fig. 3. Sección de un cuerpo de inclusión del VPNA_s multiplicado en el hospedante primario *Agrotis segetum* (27300,X).

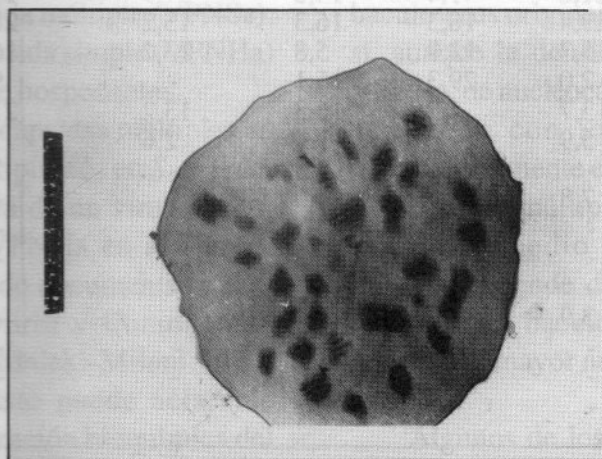


Fig. 4. Sección de un cuerpo de inclusión del VPNA_s multiplicado en el hospedante alternativo *Agrotis ipsilon* (27300,X).

CUADRO 3. Distribución de frecuencias (%) de viriones de los VPNSI, VPNSe y del VPNSHa, según su número de nucleocápsidas.

Número NC/virión	Virus (VPN)						
	SI	SI-SI	SI-Se	Se	Ha	Ha-Ha	Ha-Se
1	20,9	39,0	66,7	28,1	100,0	100,0	46,3
2	10,4	26,0	9,3	15,6	-	-	17,1
3	7,5	14,3	14,7	21,9	-	-	29,3
4	4,5	7,8	2,7	28,1	-	-	2,4
5	35,8	7,8	5,3	6,3	-	-	2,4
6	7,5	2,6	-	-	-	-	-
7	1,5	2,6	-	-	-	-	2,4
8	-	-	-	-	-	-	-
9	10,4	-	1,3	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-
12	1,5	-	-	-	-	-	-

CUADRO 4. Distribución de frecuencias (%) de viriones de los VPNA y del VPNLs, según su número de nucleocápsidas.

Número NC/virión	Virus (VPN)					
	As	As-As	As-Ai	As-Ps	Ls	Ls-Ob
1	21,6	41,4	14,0	57,9	14,3	38,6
2	29,4	10,3	16,3	13,2	28,6	20,5
3	15,7	13,8	5,8	13,2	16,7	12,5
4	2,0	29,3	15,1	-	9,5	6,8
5	13,7	5,2	16,3	13,2	21,4	8,0
6	5,9	-	7,0	2,6	7,1	-
7	-	-	9,3	-	2,4	3,4
8	7,8	-	14,0	-	-	1,1
9	-	-	-	-	-	5,7
10	-	-	2,3	-	-	1,1
11	-	-	-	-	-	1,1
12	3,9	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	1,1

El VPNA multiplicado en *A. ipsilon* se caracterizó por tener mayor cantidad de viriones y de nucleocápsidas por CI, con respecto al VPNA original, al VPNA-As y al VPNA-Ai, siendo estos dos últimos diferentes significativamente.

La mayoría de los baculovirus originales pertenecen al tipo de nucleocápsida múltiple (VPNM), con excepción del VPNSHa, de nucleocápsida simple. Algunos investigadores (Allaway

y Payne 1984) han sugerido que los baculovirus con nucleocápsida múltiple son menos específicos que los de nucleocápsida simple, basándose en el carácter de nucleocápsida múltiple que presentan los VPN, de más amplio ámbito de hospedantes, los de *Anagrapha californica* (Gröner 1986), *A. falcifera* (Hostetter y Putler 1991) y *Mamestra brassicae* (Doyle *et al.* 1990). Sin embargo, estos resultados no apoyan la probable generalización,

CUADRO 5. Partículas virales contenidas en los cuerpos de inclusión de los baculovirus originales y de los productos de multiplicación obtenidos en sus respectivos hospedantes primarios y alternativos

VIRUS	N	Viriones/ μm^3		Viriones/CI		Nucleocáp/CI	
		Media	LC	Media	LC	Media	LC
VPNH _a	6	56,3	16,6	44,4	21,0	44,4	21,0
VPNH _a -Ha	5	50,3	22,8	33,8	17,2	33,8	17,2
VPNH _a -Se	6	36,8	16,9	68,0	36,1	141,1	82,7
VPNS _I	9	17,0	3,6	49,1	14,5	210,2	71,7
VPNS _I -SI	12	19,7	5,6	50,2	17,1	119,2	45,1
VPNS _I -Se	8	58,6	20,5	134,4	62,4	240,1	123,1
VPNS _e	5	36,7	13,1	39,2	18,0	106,5	55,1
VPNA _s	5	31,0	22,6	230,0	171,5	802,7	644,7
VPNA _s -As	8	14,0	5,2	100,1	40,2	246,8	108,2
VPNA _s -Ai	5	54,5	35,0	785,1	511,2	3514,8	2360,9
VPNA _s -Ps	6	10,2	9,9	67,8	67,2	139,1	144,4
VPNL _s	4	21,7	10,4	59,0	31,7	192,5	114,0
VPNL _s -Ob	7	16,6	6,6	70,3	31,3	217,4	109,6

pues el más específico de los baculovirus estudiados es de nucleocápsida múltiple (VPNS_e), mientras que el de nucleocápsida simple (VPNH_a) mostró el mayor espectro de hospedantes.

La presencia de nucleocápsidas múltiples en algunos CI del VPNH_a multiplicado en *S. exigua*, sugiere la posible activación de un virus oculto, durante la infección del VPNH_a en las larvas hospedantes, tal como ha sido documentado para otros baculovirus (Longworth y Cunningham 1968; Jurkovicova 1979; Maleki-Milani 1978; Mckinley *et al.* 1981). Esto puede aclararse únicamente con la caracterización bioquímica del ADN de los productos virales, mediante enzimas de restricción (Smith y Summer 1978).

En cada VPN de tipo múltiple, la cantidad de nucleocápsidas por virión parece estar muy influenciado por la especie hospedante, e incluso para una misma especie puede variar en ciclos de multiplicación sucesivos. Esta característica es muy importante porque puede causar cambios de virulencia de los baculovirus, como ha sido señalado para el VPN de *A. californica* (Tompkins *et al.* 1981).

La densidad de viriones en los CI de los baculovirus originales fueron muy similares entre sí, aunque la densidad máxima correspondió al VPNH_a, de nucleocápsida simple. Estos resultados coinciden con los obtenidos al comparar morfológicamente el VPNS de *Plusia gamma* con VPN de tipo múltiple (Allaway. 1983).

El promedio de viriones de cada VPN múltiple depende del volumen de los CI, por lo tanto, de los baculovirus estudiados, el VPNA_s presentó el mayor número de partículas infectivas por CI.

Algunos de los baculovirus al multiplicarse en sus hospedantes alternos aumentaron la cantidad de viriones por CI, como el VPNA_s-Ai y el VPNS_I-Se. Sin embargo, la cantidad de nucleocápsidas por CI, sólo se modificó en el VPNA_s-Ai, con respecto al baculovirus original. Secciones transversales de los CI del VPN de *A. californica* mostraron también un incremento en el número de viriones luego de su multiplicación en larvas de *Trichoplusia ni*, con respecto al mismo virus multiplicado en *S. exigua* (Tompkins *et al.* 1981).

LITERATURA CITADA

- ACKERMANN, H.W.; SMIRNOFF, W.A. 1983. A morphological investigation of 23 baculoviruses. *Journal of Invertebrate Pathology* 41:269-280.
- ADAMS, J.R.; WILCOX, T.A. 1968. Histopathology of the almond moth, *Cadra cautella*, infected with a nuclear-polyhedrosis virus. *Journal of Invertebrate Pathology* 12:269-274.
- ALLAWAY, G.P. 1983. Virus particle packaging in baculovirus and cytoplasmic polyhedrosis virus inclusion bodies. *Journal of Invertebrate Pathology* 42:357-368.
- ALLAWAY, G.P.; PAYNE, C.C. 1984. Host range and virulence of 5 baculoviruses from lepidopterous hosts. *Annals of Applied Biology* 105:29-38.
- BERGOLD, G.H. 1963a. Fine structure of some insect viruses. *Journal of Insect Pathology* 5:111-128
- BERGOLD, G.H. 1963b. The nature of nuclear polyhedrosis viruses. In *Insect pathology: An advanced treatise*. E.A. Steinhaus, ed. New York, Academic Press, vol. 1. p. 413-456.
- BERGOLD, G.H. 1963c. The molecular structure of some insect virus inclusion bodies. *J. Ultrastr. Research* 8:360-378.
- DOYLE, C.J.; HIRST, M.L.; CORY, J.S.; ENTWISTLE, P.H. 1990. Risk assessment studies: detailed host range testing of wild-type cabbage moth, *Mamestra brassicae* (Lepidoptera: Noctuidae) nuclear polyhedrosis virus. *Applied Environmental Microbiology* 56:2704-2710.
- FEDERICI, B.A. 1986. Ultrastructure of baculoviruses. In Granados, R.R. y Federici, B.A. eds. *The biology of baculoviruses: Biological properties and molecular biology*. Boca Raton, CRC Press, vol. 1. p. 61-88.
- GOMBART, A.F.; PEARSON, M.M.; ROHRMANN, G.F.; BEAUDREAU, G.S. 1989. A baculovirus polyhedral envelope-associated protein: genetic location, nucleotide sequence, and immunocytochemical characterization. *Virology* 169:182-193.
- GRIFFITH, I.P. 1982. A new approach to the problem of identifying baculoviruses. In Kurstak, E. ed. *Microbial and viral pesticides*. New York, Marcel Dekker. p. 507-531.
- GRÖNER, A. 1986. Specificity and safety of Baculovirus. In R.R. Granados y B.A. Federici, eds. *The biology of baculoviruses. Biological properties and molecular biology*. CRC Press, Boca Raton, Florida. p.177-202.
- HARRAP, K.A. 1972. The structure of the nuclear polyhedrosis viruses. I. The inclusion body. *Virology* 50:114-123.
- HOSTETTER, D.L.; PUTTLER, B. 1991. A new broad host spectrum nuclear polyhedrosis virus isolated from a celery looper, *Anagrapha falcifera* (Kirby) (Lepidoptera: Noctuidae). *Environmental Entomology* 20:1480-1488.
- JURKOVIKOVA, M. 1979. Activation of latent virus infections in larvae of *Adoxophyes orana* (Lepidoptera: Tortricidae) and *Barathra brassicae* (Lepidoptera: Noctuidae) by foreign polyedra. *Journal of Invertebrate Pathology* 34:213-223.
- KAWAMOTO, F.; ASAYAMA, T. 1975. Studies on the arrangement patterns of nucleocapsids within the envelopes of nuclear-polyhedrosis virus in the fat-body cells of the brown tail moth, *Euproctis similis*. *Journal of Invertebrate Pathology* 26:47-55.
- LONGWORTH, J.F.; CUNNINGHAM, J.C. 1968. The activation of occult nuclear polyhedrosis viruses by foreign nuclear polyhedra. *Journal of Invertebrate Pathology* 10:361-367.
- LONGWORTH, J.F.; ROBERTSON, J.S.; PAYNE, C.C. 1972. The purification and properties of inclusion body protein of the granulosis virus of *Pieris brassicae*. *Journal of Invertebrate Pathology* 19:42-50.
- MALEKI-MILANI, H. 1978. Influence de passages répétés du virus de la polyédrose nucléaire de *Autographa californica* chez *Spodoptera littoralis* (Lep.: Noctuidae). *Entomophaga* 23:217-224.
- McKINLEY, D.L.; BROWN, D.A.; PAYNE, C.C.; HARRAP, K.A. 1981. Cross-infectivity and activation studies with four baculoviruses. *Entomophaga* 26:79-90.
- MINION, F.C.; COONS, L.B.; BROOME, J.R. 1979. Characterization of the polyhedral envelope of the nuclear polyhedrosis virus of *Heliothis virescens*. *Journal of Invertebrate Pathology* 31:303-307
- SMIRNOFF, W.A. 1963. Adaptation of a nuclear polyhedrosis virus of *Trichiocampus viminalis* (Fallen) to larvae of *Trichiocampus irregularis* (Dyar). *Journal of Insect Pathology* 5:104-110.
- SMITH, G.E.; SUMMERS, M.D. 1978. Analysis of baculovirus genomes with restriction endonucleases. *Virology*, 89:517-527.
- SUMMERS, M.D. 1971. Electron microscopic observations on granulosis virus entry, uncoating and replication processes during infection of the midgut cells of *Trichoplusia ni*. *J. Ultrastruct. Research* 35:606-625.
- TANADA, &. KAYA H.K, &. 1993. *Insect Pathology*. Academic Press. San Diego. 666 p.
- TOMPKINS, G.J.; VAUGHN, J.L.; ADAMS, J.R.; REICHELDERFER, C.F. 1981. Effects of propagating *Autographa californica* nuclear polyhedrosis virus and its *Trichoplusia ni* variant in different hosts. *Environmental Entomology* 10:801-806.
- VARGAS-OSUNA, E.; ALDEBIS, H.K.; CABALLERO, P.; LIPA J.J.; SANTIAGO-ALVAREZ, C. 1994. A newly described Baculovirus (Subgroup B) from *Ocnogyna baetica* (Rambur) (Lepidoptera: Arctiidae) in Southern Spain. *Journal of Invertebrate Pathology* 63:31-36.

EVALUACION DE RECIPIENTES Y MALLAS PARA EL MANEJO DE *Bemisia tabaci* MEDIANTE SEMILLEROS CUBIERTOS, EN TOMATE

Douglas Cubillo*
Guido Sanabria**
Luko Hilje**

RESUMEN

Para buscar un esquema de manejo del complejo *B. tabaci*-geminivirus basado en la minimización del contacto entre el vector y la planta, se trabajó con semilleros para tomate de mesa, en Turrialba, Costa Rica. Se evaluaron las combinaciones de tres tipos de recipientes (bandeja Tray Masters No. 51 y cartuchos de papel de dos tamaños), colocados dentro de túneles cubiertos con tres tipos de mallas finas (Tildenet IN24, IN32 e IN50). Hasta los 28 días después de la siembra, la producción de plántulas de buena calidad agronómica fue posible con los tres recipientes, y especialmente con los cartuchos. El tipo de malla no influyó en este sentido, aunque sí en la obtención de plantas sin infección viral. La malla IN50 fue la única que evitó el ingreso de adultos de *B. tabaci*.

Palabras clave: Semilleros cubiertos, *Bemisia tabaci*, Geminivirus, Tomate, Costa Rica.

ABSTRACT

EVALUATION OF CONTAINERS AND NETS FOR THE MANAGEMENT OF *Bemisia tabaci* THROUGH COVERED SEEDBEDS ON TOMATO. To look for a management scheme for the *B. tabaci*-geminivirus complex based upon minimization of contact between the vector and the host plant, an experiment with seedbeds for table tomatoes was carried out in Turrialba, Costa Rica. Combination of three types of containers (Tray Masters No. 51 trays, and two sizes of newspaper cups), placed inside tunnels covered with three types of fine nets (Tildenet IN24, IN32 and IN50) were evaluated. Good agronomic quality seedlings could be produced with the three containers, and especially with the newspaper cups, up to 28 days after sowing. The type of net did not affect this parameter, but it did affect the production of virus-free seedlings. Only the IN50 net prevented the passing of *B. tabaci* adults.

Key words: Covered seedbeds, *Bemisia tabaci*, Geminiviruses, Tomatoes, Costa Rica.

INTRODUCCION

El moteado amarillo del tomate (ToYMoV) es una enfermedad causada por geminivirus transmitidos por la mosca blanca, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) (Polston y Anderson 1997), la cual provoca cuantiosas pérdidas en Costa Rica.

Puesto que el impacto de varios geminivirus que afectan al tomate es mayor en las primeras semanas después de la germinación (Franke *et al.* 1983, Acuña 1993, Schuster *et al.* 1996), una posibilidad para el manejo del problema es la protección inicial de las plántulas de tomate con

mallas finas (Anzola y Lastra 1978), sumada a la producción de plántulas con cepellón o "pilón", para evitar el estrés del trasplante (Hilje 1993, Quirós *et al.* 1994, Rivas *et al.* 1994).

Para prolongar el período de cobertura por 30 días, Cubillo *et al.* (1994) desarrollaron una tecnología funcional y barata para semilleros de tomate de mesa, utilizando cartuchos de papel periódico que permiten obtener plántulas de tal edad, de buena calidad agronómica y sin virus. Sin embargo, algunos agricultores han expresado preocupaciones acerca del gran volumen del cartucho y del tamaño del poro de las mallas disponibles en el mercado. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar las combinaciones de recipientes más livianos y mallas más finas, para buscar y recomendar las más eficaces y baratas.

Recibido: 31/07/98. Aprobado: 07/04/99.

* Dirección Actual: Standard Fruit Company. Oficina Central Río Frío. Apartado 4595-1000. San José, Costa Rica.

** Unidad de Fitoprotección, CATIE. 7170 Turrialba, Costa Rica.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación. Se efectuaron dos experimentos, uno en un laboratorio del CATIE, y el otro en fincas de agricultores de la Colonia Agrícola de Guayabo, en Turrialba, Costa Rica. La Colonia está localizada entre 09°58'N y 83°38'O, a 840 msnm, en la zona de vida de bosque lluvioso premontano (Tosi 1969). Presenta valores medios anuales de 21°C, 2762 mm y 87% de humedad relativa.

Evaluación en el laboratorio. Se compararon tres tipos de mallas, mediante un dispositivo diseñado para evaluar mallas rápidamente (Berlinger y Lebiush-Mordechi 1996), el cual fue levemente modificado (Fig. 1). Consistió en un vaso plástico de 220 ml (SOLO, No. 806A), con un agujero de 6 mm en el fondo, a través del cual se introdujeron adultos de *B. tabaci*, y se tapó con algodón. En su boca se sujetó un trozo de malla, mediante una banda elástica, y en este punto se pegó una caja de petri de 90 mm de diámetro, con cinta adhesiva (de 23,5 mm de ancho); el fondo de la caja se impregnó con grasa de motor (Pennzoil 707L). Los dispositivos se colocaron en posición vertical, con la caja de petri orientada hacia un grupo de tubos fluorescentes colgados del techo del laboratorio, por 24 h.

La comparación incluyó tres tipos de mallas: IN24, IN32 e IN50 (Tildenet, EE.UU.), cuya denominación corresponde al número de hilos por pulgada ("mesh"); tienen 227, 403 y 984 poros/cm², respectivamente. Se compararon con un testigo (sin malla). Se utilizó un diseño completamente al azar, con seis repeticiones. En cada repetición se introdujeron 50 adultos (n= 300), tomados con un aspirador de una colonia

mantenida en el invernadero, sin distinguir los sexos. A las 24 h se contó el número de adultos adheridos a la caja de petri, y se determinó el porcentaje de penetración a través de cada tipo de malla. Los datos se transformaron mediante la transformación arcoseno.

Evaluación en el semillero. Se sembró la var. Hayslip (Ferry More, EE.UU.). El sustrato fue una mezcla de suelo, granza y abono orgánico en proporción 10:2:1, más 20 g/kg de mezcla de Osmocote (14-14-14, N-P-K) (Grace-Sierra, EE.UU.), fertilizante de liberación controlada. El abono orgánico fue un compost rápido tipo «bocashi», que incluye tierra "de montaña", gallinaza, granza de arroz y concentrado para ganado, en las proporciones 5:3:3:3:1:1, más cal y melaza (Rodríguez y Paniagua 1994).

Se colocaron 2-3 semillas por cartucho o compartimento. Después de sembrar, los recipientes se cubrieron por cuatro días con sacos de nailon, para mantener la humedad del suelo y favorecer la germinación. Se raleó a los 8 días después de la germinación (ddg), a una planta por cartucho o compartimento. Los semilleros se colocaron en el suelo hasta 28 días después de la siembra (dds), y se regaron una vez al día.

Los **tratamientos** correspondieron a combinaciones de los tres tipos de mallas citados, con tres tipos de recipientes, los cuales fueron bandejas Tray Masters No.51 (V-J Growers Supply, EE.UU.) y dos tipos de cartuchos de papel. Estos se confeccionaron con papel periódico, utilizando como molde un tarro hueco, de 5 cm de diámetro; unos eran de 8,5 cm (162 ml) y otros de 4,25 cm de altura (81 ml). Los tratamientos aquí se

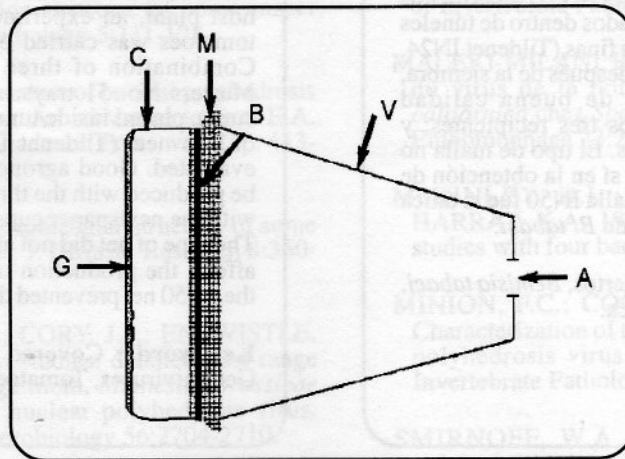


Fig. 1. Dispositivo para evaluar mallas finas (modificado de Berlinger y Lebiush-Mordechi, 1996), mostrando sus partes: caja de petri (C), grasa de motor (G), malla (M), banda elástica (B), vaso plástico (V) y agujero (A).

denominarán **B51**, **CE** (cartucho entero) y **CM** (medio cartucho).

Se utilizó un **diseño** de bloques completamente al azar, con arreglo en franjas, donde las parcelas fueron los tipos de malla y las subparcelas los tipos de recipientes, con tres repeticiones por tratamiento. Los recipientes se colocaron bajo túneles, en portabandejas plásticos (V-J Growers Supply, EE.UU.), los cuales se agruparon en tripletas, y los tratamientos se aleatorizaron dentro de éstas.

Los túneles, de 0,9 X 0,6 X 6,8 m, tenían arcos de bambú de 2 m de longitud, espaciados a 1,5 m, cuyos extremos se sujetaron con estacas enterradas a 20 cm; se tensaron con mecate de nailon en cada extremo, y los bordes de las mallas se enterraron. Los túneles se colocaron en posición este-oeste, separados entre sí por 2 m. Para aumentar la presión de inóculo, entre ellos se sembraron tres hileras de vainica (*Phaseolus vulgaris*) y se colocaron dos macetas con plantas de invernadero infestadas con ninfas y adultos de *B. tabaci*.

Las **variables de respuesta** para las plántulas fueron las siguientes:

a. Porcentaje de germinación. A 7 y 15 dds se contó el número de plantas emergidas, el cual se dividió entre el total de cartuchos o compartimientos y se multiplicó por 100.

b. Características agronómicas. A 30 dds se registraron la altura (de su base hasta el meristemo terminal); el grosor del tallo (a 1 cm del cuello de la plántula, con un calibrador milimétrico); el número de hojas, y el peso seco del follaje y las raíces (después de secarlos en una estufa a 70°C por tres días). Todas las variables se registraron en 10 plantas por repetición (cuatro de los bordes y seis del centro del portabandeja). El peso fresco no se evaluó, por ser laborioso y por disponer de datos previos (Cubillo *et al.* 1994) como referencia.

c. Presencia de geminivirus. Se efectuó el muestreo a 30 dds, para lo cual se tomaron 20 discos de tejido foliar por tratamiento (cinco por

repetición, uno por planta), mediante tubos Eppendorf de 1,5 ml. Las muestras se mantuvieron en hielo, para evitar la oxidación del tejido, y después se trasladaron al laboratorio del Centro de Investigación en Biología Celular y Molecular (CIBCM) de la Universidad de Costa Rica, donde se realizó la detección de geminivirus. Esto se hizo mediante el método de hibridación de ácidos nucleicos (Ramírez y Rivera-Bustamante 1996), utilizando una sonda radioactiva marcada con P³², específica para el ToYMoV, que es común en tomate, en Costa Rica.

d. Variables ambientales. Se registraron la temperatura del suelo y la radiación fotosintéticamente activa (RFA). Para la primera esto se hizo dos veces por semana, en la 2a. y 3a. semanas después de la siembra (sds), mediante un termómetro (Reotemp, EE.UU.), colocado a 5 cm de profundidad. Para la RFA, a 15 y 25 dds se hicieron 15 lecturas consecutivas de luminosidad, entre 8:00-12:00 h, en el interior de cada túnel, mediante un sectómetro (Decagon Device, Inglaterra).

Aunque con las plántulas obtenidas se realizó la evaluación en el campo, para valorar su desarrollo, los rendimientos fueron erráticos entre los tratamientos, por el fuerte y extendido ataque de nematodos (*Meloidogyne* sp.), a pesar de que se utilizaron enmiendas orgánicas (gallinaza y cal) de manera preventiva. Por tanto, estos datos se omitieron del análisis.

Análisis. Se realizaron análisis de varianza y pruebas de comparación de medias, mediante la prueba de Duncan, para lo cual se utilizaron programas para análisis estadístico SAS (SAS Institute 1985). Asimismo, para los datos de los semilleros se realizó un análisis económico de cada tratamiento, mediante la técnica de presupuestos parciales (Perrin *et al.* 1976).

RESULTADOS

Evaluación en el laboratorio. En cuanto a los tipos de mallas, solamente la IN50 impidió el paso de los adultos de *B. tabaci*. El valor de

CUADRO 3. Radiación fotosintéticamente activa (RFA) según el tipo de malla, a diferentes horas. Guayabo, Turrialba. 1996.

Tipo de malla	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	Promedio
Sin malla	1248,5 a	1749,3 a	1876,3 a	2160,6 a	2079,2 a	1822,8 a
IN24	1111,7 b	1390,5 b	1552,3 b	1800,8 b	1715,9 b	1514,2 b
IN32	1066,1 c	1294,1 c	1554,7 b	1719,1 c	1690,5 b	1464,9 c
IN50	950,0 d	1165,5 d	1293,4 c	1662,6 d	1534,9 c	1321,3 d

Los valores con la misma letra en una misma columna no difieren significativamente ($p < 0,05$), según la prueba de Duncan.

CUADRO 4. Cantidades (No.) y costos (US\$) de los recipientes y del sustrato, por hectárea, según los tratamientos. Guayabo, Turrialba. 1996.

	B51		CE		CM	
	No.	\$	No.	\$	No.	\$
Recipientes	450	353	23000	192	23000	192
Sustrato (kg)						
Basamid	0,2	2	0,7	6	0,4	4
Tierra	860,0	*	3017,0	*	1508,0	*
Ab. orgánico	50,0	2	178,0	6	89,0	3
Osmocote	19,0	53	66,0	183	33,0	92
Total		410		387		291

*No se contabilizaron los costos de mano de obra.

Aunque el proceso para la identificación del geminivirus ToYMoV se realizó de manera adecuada, la señal de detección no fue clara, por lo que esta parte se omite del análisis.

En cuanto al análisis económico, la opción más barata fue el medio cartucho (CM), cuyo valor fue 25 y 29% menor que el cartucho entero (CE) y que las bandejas (B51), respectivamente (Cuadro 4). En ese caso, el recipiente *per se* tuvo un costo equivalente al 66% de los costos totales, en comparación con 50% (CE) y 86% (B51); los cartuchos tuvieron un costo de \$0,008, que es el precio de venta por parte de personas que los hacen actualmente. El costo del sustrato en ambos cartuchos obedeció al mayor uso de Osmocote. También con ambos cartuchos aumentó la cantidad de malla necesaria para cubrir los túneles, en 12-14% en comparación con B51.

DISCUSION

En los semilleros, el grado de germinación dependió de los tipos de malla y de recipiente. Los valores según el tipo de malla no superaron a los obtenidos por Cubillo *et al.* (1994), que a los 14 dds variaron entre 79-94%; ellos no observaron diferencias entre recipientes, incluido B51, hasta esa fecha. Las diferencias entre ambos experimentos se atribuyen a que en éste se regó una vez por día, y no dos, lo cual en general redujo la germinación, pero perjudicó más a las bandejas, ya que por ser plásticas y negras acumularon más calor, lo cual quizás aumentó la pérdida de humedad por evapotranspiración. En cambio, los cartuchos eran de papel, que es aislante del calor, y contenían más sustrato, el cual permite retener humedad.

En cuanto a las características agronómicas, el tipo de malla afectó la radiación dentro de los túneles en los tratamientos cubiertos, pero no influyó en la calidad de las plántulas. Aunque los tres tipos disminuyeron los valores de RFA, éstos fueron mayores que el punto de saturación de luz en la planta de tomate ($1600 \mu \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) (Galtier *et al.* 1993), a partir de las 11:00 h. Dicho punto es la cantidad de radiación en que se optimiza la tasa fotosintética. Por lo tanto, este ingreso de radiación evitó que la plántulas cubiertas se etiolaran, que es el mayor riesgo de cubrirlas. Su mayor altura no se debió a la elongación, pues hubo concordancia entre ésta y los valores de grosor y biomasa. Además, los valores de temperatura dentro de los túneles estuvieron dentro de un ámbito propicio para el desarrollo normal de las plantas de tomate (Phatak *et al.* 1966), lo que favoreció su calidad agronómica. Esto sugiere que las mallas crean condiciones microclimáticas favorables para su desarrollo, como lo observaron otros autores (Anzola y Lastra 1978, Cubillo *et al.* 1994, Quirós *et al.* 1994, Rivas *et al.* 1994).

La calidad de las plántulas sí fue influenciada por el tipo de recipiente, como también lo documentaron Cubillo *et al.* (1994), y resultó mayor en CE, seguida por CM; sin embargo, los valores fueron inferiores a los de dichos autores, quizás porque recibieron menos riego y la fecha del trasplante se adelantó dos días. No obstante, el CM fue una opción 25% más barata que el CE, y las plántulas obtenidas con este recipiente podrían considerarse como de calidad satisfactoria, dependiendo del esquema de siembra de cada agricultor.

En síntesis, estos resultados confirman que es posible producir plántulas de buena calidad agronómica, sobre todo con cartuchos de papel. Aunque esta tecnología implica un mayor uso de malla Tildenet, la cual es cara, ésta puede reutilizarse por 3-5 años (Carlos González 1997, Abonos Superior S.A., com. pers.) lo cual disminuye mucho los costos a mediano plazo. Los precios de las mallas (por m^2) son \$ 3,43 (IN50), 2,67 (IN32) y 2,40 (IN24), y sus costos equivalen a \$ 563, 438 y 394/ ha al combinarlas con tipos de cartuchos, y a \$ 494, 385 y 340 con la bandeja B51.

De las mallas, la más recomendable es la IN50, pues evita por completo el ingreso de los adultos de *B. tabaci*. Sin embargo, es posible que algunas con menor densidad de poros, de las muchas que hay en el mercado, funcionen bien en el campo. En el experimento efectuado en el laboratorio, así como en otros (Bethke *et al.* 1994), los adultos de *B. tabaci* fueron inducidos a atravesar la malla, mientras que en el campo la situación es muy diferente, pues ellos deben detectar que dentro de un túnel hay plantas de tomate, a pesar de su baja capacidad olfativa (van Lenteren y Noldus 1990), y posteriormente introducirse a través de la malla. En todo caso, al no contarse con esta información sobre el comportamiento del insecto en el campo, es preferible utilizar una malla con una densidad de poros igual o cercana a la IN50, para eliminar los riesgos.

AGRADECIMIENTOS

A Pilar Ramírez (CIBCM, Universidad de Costa Rica) el análisis de muestras de geminivirus. A Jorge Blanco y Galileo Rivas, su apoyo en los análisis estadísticos. A Carlos González (Abonos Superior S.A.) y Eugene L. Ponzini (Tildenet Ltd.) el aporte de las mallas. A Víctor Céspedes, el préstamo de la parcela. A Juan Jovel y Vladimir Villalba, su colaboración ocasional.

LITERATURA CITADA

- 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.
- 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) 28(5):473-482.
- BERLINGER, M.J.; LEBIUSH-MORDECHI, S. 1996. Physical methods for the control of *Bemisia*. In *Bemisia* 1995: Taxonomy, biology, damage, control and management. D. Gerling & R.T. Mayer (eds.). Intercept, United Kingdom. p. 617-634.
- BETHKE, J.A.; REDAK, R.A.; PAINE, T.D. 1994. Screens deny specific pests entry to greenhouses. *California Agriculture* 48(3):37-40.

- CUBILLO, D.; CHACON, A.; HILJE, L. 1994. Producción de plántulas de tomate sin geminivirus transmitidos por la mosca blanca (*Bemisia tabaci*). Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 34:23-27.
- 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.
- GALTIER, N.; FOYER, C.H.; HUBER, J.; VOELK, T.A.; HUBER, S.C. 1993. Effects of elevated sucrose-phosphate synthase activity on photosynthesis, assimilate partitioning, and growth in tomato (*Lycopersicon esculentum* var. UC82B). Plant Physiol. 101(2):535-543.
- 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.
- PHATAK, S.C.; WITWER, S.H.; TEUBNER, F.G. 1966. Top and root temperature effects on tomato flowering. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 88:527-531.
- PERRIN, R.K.; WINKELMANN, D.; MOSCARDI, E.; ANDERSON, J. 1976. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. CIMMYT, México. 54 p.
- POLSTON, J.E.; ANDERSON, P.K. 1997. The emergence of whitefly-transmitted geminiviruses in tomato in the Western Hemisphere. Plant Dis. 81(12):1358-1369.
- 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. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 34:1-7.
- 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.
- RODRIGUEZ, G.; PANIAGUA, J.J. 1994. Horticultura orgánica: una guía basada en la experiencia en Laguna de Alfaro Ruiz. Fundación Gúilombé. San José, Costa Rica. 76 p.
- SAS INSTITUTE INC. 1985. Guide for personal computers. Version 6 ed. Cary, North Caroline. SAS Institute Inc. 378 p.
- SCHUSTER, D.J.; STANSLY, P.A.; POLSTON, J.E. 1996. Expressions of plant damage of *Bemisia*. In *Bemisia 1995: Taxonomy, biology, damage control and management*. D. Gerling & R.T. Mayer (eds.). Andover, Hants, UK. p. 153-165.
- 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. Centro Científico Tropical. San José, Costa Rica.
- VAN LENTEREN, J.C.; NOLDUS, L.P.J. 1990. Whitefly-plant relationships: Behavioural and ecological aspects. In *Whiteflies: Their bionomics, pest status and management*. D. Gerling (ed.). New Castle, UK. Athanaeum Press. p. 47-89.

DIAGNOSTICO DEL VIRUS DEL "MAL DE RIO CUARTO" Y SUS VECTORES EN MAIZ, EN ARGENTINA

A. M. de Remes Lenicov*
I. G. Laguna**
P. Rodríguez Pardina**
R. Mariani*
E. Virla*
P. Herrera**
E. Dagoberto***

RESUMEN

El "Mal de Río Cuarto" es una enfermedad endémica en el cultivo de maíz, al sur de la provincia de Córdoba, Argentina. Esta enfermedad es ocasionada por un reovirus transmitido por *Delphacodes kuscheli* (Delphacidae). El avance progresivo de la enfermedad hacia otras áreas productoras de maíz en Argentina, hizo necesario realizar un diagnóstico de la enfermedad y de las zonas afectadas por la virosis, así como también la presencia del patógeno, su vector y otros delfácidos asociados, con el objetivo de obtener información para establecer alternativas de manejo. Se examinaron 75 lotes de maíz en localidades de las provincias de Tucumán, Córdoba, Santa Fe, Entre Ríos, Buenos Aires, La Pampa, San Luis y Río Negro. Se determinó que el Mal de Río Cuarto afecta lotes de maíz en todas las provincias. Además dentro del área afectada, tanto en maíz, como las malezas cercanas al cultivo, conviven tres especies de delfácidos: *Toya propinqua* que predomina al norte de los 33° S, *Delphacodes kuscheli* entre los 33° y 36° S y *Delphacodes haywardi* entre los 33° y 39° S. *T. propinqua* y *D. haywardi* podrían estar asociadas con la transmisión de esta enfermedad, dada su presencia en cultivos afectados, coincidentes o no con la incidencia de *D. kuscheli*, su principal vector.

Palabras clave: Virus Mal de Río Cuarto, Diagnóstico, Maíz, Argentina

ABSTRACT

DIAGNOSTIC OF THE "MAL DE RIO CUARTO" VIRUS AND ITS VECTORS IN MAIZE, IN ARGENTINA. "Mal de Río Cuarto", a disease transmitted by the delphacid *Delphacodes kuscheli*, is an endemic disease of maize crops, south of the province of Córdoba, Argentina. The progressive spread of the disease to other maize producing areas in Argentina has made necessary a study of the disease and the zones affected, the presence of the pathogen, its vector and other associated *Delphacodes*. The objective was to obtain information for establishing management alternatives. Seventy five maize plots located in the provinces of Tucuman, Córdoba, Santa Fe, Entre Ríos, Buenos Aires, La Pampa, San Luis and Río Negro were examined. The Mal de Río Cuarto was found to affect maize plots in all of the provinces. In the affected area, three species of *Delphacodes* coexist, on maize and weeds: *Toya propinqua* predominates north of 33° S, *Delphacodes kuscheli* between 33° and 36° S and *Delphacodes haywardi* between 33° and 39° S. *T. propinqua* and *D. haywardi* could be associated with transmission of this disease, given their presence on affected crops, coinciding or not with the presence of the main vector, *D. kuscheli*.

key words: Mal de Río Cuarto Virus, Diagnostic, Maize, Argentina.

INTRODUCCION

El "Mal de Río Cuarto" es una enfermedad endémica en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en el sur de la provincia de Córdoba, Argentina. En la campaña agrícola 1976-1977 se produjo la primera epifitía que afectó lotes de maíz, en algunos fue tan severa que causó pérdidas de hasta 80%. Desde

Recibido: 30/07/97. **Aprobado:** 23/03/99.

*Dpto. Científico de Entomología, Fac. de Ciencias Naturales y Museo de la Plata. Paseo del Bosque s/n. La Plata (1900) Buenos Aires, Argentina.

**Instituto de Fitopatología y Fisiología Vegetal (IFFIVE), Camino 60 Cuadras km 51/2 (5119), Córdoba, Argentina.

***Las Heras 345, (2600), Venado Tuerto. Santa Fe, Argentina.



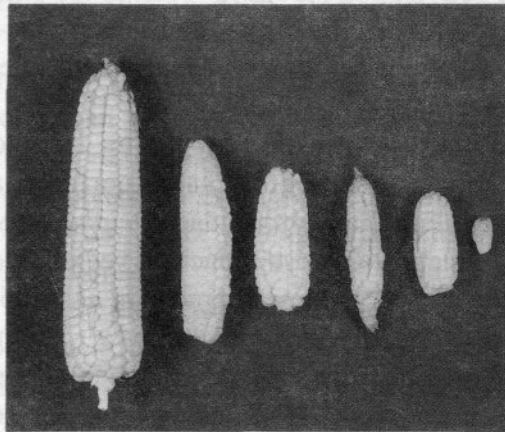
A



B



C



D

Fig. 1(A): Planta de maíz con grado severo de enanismo, acortamiento de entrenudos y proliferación de mazorcas. (B): Planta de maíz con reducción de la lámina foliar, hojas erectas y con bordes aserrados. (C): Enaciones en el envés de las hojas de maíz, producidas por el virus del "Mal de Río Cuarto". (D): Mazorcas firmadas en plantas enfermas con "Mal de Río Cuarto", la mazorca de la izquierda pertenece a una planta sin síntomas.

entonces, la enfermedad se ha extendido gradualmente con grado de incidencia de 1,5% por año. En la campaña agrícola 1981-1982 se observó la primera epifitía ocasionada por esta enfermedad en el departamento Río Cuarto, provincia de Córdoba, Argentina, causando la pérdida de más de 55000 ha de las 360000 ha sembradas. Posteriormente, en 1996-1997 se produjo la epifitía más severa de las ocurridas hasta el momento, ocasionando pérdidas por US\$120 millones (Lenardon *et al.* 1998). En el resto del área productora de maíz, el grado de incidencia

fue variable (Lenardon *et al.* 1987). También existen informes de su presencia en regiones productoras del Sur de Brasil (Trevisan *et al.* 1986) y de Uruguay (Falco, R. com. pers., Ornaghi, J. com. pers.).

Esta enfermedad es producida por un reovirus de partículas icosaédricas (Nome *et al.* 1981; Bradfute *et al.* 1981). Las plantas afectadas adquieren un aspecto achaparrado y a veces llegan a un grado severo de enanismo, no sobrepasando los 50 cm de altura (Fig.1A). Frecuentemente se observa deformación general de las plantas. Los

márgenes de las hojas presentan cortes transversales y pueden casi desaparecer las hojas superiores, quedando reducidas a las vainas (Fig. 1B). En la lámina foliar, son comunes los cortes longitudinales y el porte erecto. En el envés de las hojas, las nervaduras se engrosan, formando prominentes rugosidades conocidas como enaciones, síntoma característico de la enfermedad, que se puede encontrar también en brácteas de espigas y en las vainas foliares (Fig. 1C). Los tallos suelen ser pequeños y tener acortamiento de entrenudos. Las mazorcas proliferan, se reduce su tamaño y hay escasa o nula producción de granos. En ataques severos se llega a la esterilidad de las plantas. Las panojas masculinas sufren una marcada disminución de tamaño, con flores total o parcialmente ausentes. El sistema radicular también sufre deterioro y se producen cortes o lesiones necróticas. En todos los casos, se observa reducción más o menos severa en el rendimiento del grano (Fig. 1D).

Este virus es transmitido por un insecto homóptero, perteneciente a la Superfamilia Fulgoroidea, Familia Delphacidae: *Delphacodes kuscheli* Fennah 1945, cuya capacidad vectora fue demostrada en 1985 (Remes Lenicov *et al.* 1985; Ornaghi *et al.* citado por Lenardon *et al.* 1985). Se han encontrado otras especies de delfácidos en las plantaciones de las áreas más afectadas y se realizan estudios de su capacidad vectora de virus (Remes Lenicov *et al.* 1985). En la actualidad únicamente se ha demostrado en forma experimental, la capacidad vectora de *Toya propinqua* (Fieber) (Muñoz *et al.* 1994).

Varios investigadores han efectuado estudios poblacionales de los delfácidos en maíz, avena (*Avena sativa* L.), avena-melilotus (*Melilotus* sp.), centeno (*Secale cereale* L.), trigo (*Triticum aestivum* L.) y malezas gramíneas existentes en el área endémica de la enfermedad, siendo la especie predominante *D. kuscheli* y en orden decreciente *T. propinqua*, *T. argentinensis* Muir y *D. haywardi* Muir (Remes Lenicov *et al.* 1985, 1987 y 1991; Teson *et al.* 1986; Ornaghi y Sanchez 1987; Ornaghi *et al.* 1993a; Laguna *et al.* 1991; Trumper *et al.*

1991; Grilli y Gorla 1993; March *et al.* 1993 a y b).

Se determinó que del total de especímenes de *D. kuscheli* capturados en el campo, sólo entre 7,9 - 10,5% eran virulíferos (Lenardon, S., com. pers.) y en infecciones artificiales, la eficiencia de transmisión fue muy baja (0,5% - 5,2%) (Ornaghi *et al.* 1993b). Aún así, en algunos años, la población de vectores durante los primeros 15 días de crecimiento del maíz, período de mayor susceptibilidad del cultivo, ha sido tan abundante que ocasionó alta incidencia de la enfermedad.

El virus del Mal de Río Cuarto ha sido detectado en varias especies cultivadas, tales como sorgo (*Sorghum vulgare* Pers.) (Giorda y Muñoz 1993; Muñoz *et al.* 1991), avena (Gimenez Pecci *et al.* 1993), trigo (Rodríguez Pardina *et al.* 1998), mijo común (*Panicum milliaceum* L.) (Lenardon *et al.* 1985; Marinelli *et al.* 1988), moha de Hungría (*Setaria italica* (L.) Beauvois) (Ornaghi *et al.* 1985) y en centeno (Rodríguez Pardina *et al.* 1995). Además gran cantidad de malezas son reservorios importantes del virus y un hábitat adecuado para el desarrollo de poblaciones de vectores. Esto las convierte en fuentes directas de infección del virus, desde donde los vectores lo transmiten al cultivo de maíz. Desde 1983, este virus ha sido detectado en 11 especies de malezas: *Eleusine indica* (L) Gaer, *Cynodon dactylon* (L) Pers, *Cyperus cayennensis* (Lam) Britt, *Eragrostis virescens* Pers., *Digitaria sanguinalis* (L) Soco, *Cenchrus echinatus* L., *Cyperus rotundus* L., *Cenchrus pauciflorus* Benth, *Setaria verticillata* (L.) Beauvois, *Echinochloa colonum* (L) Link, y *Sorghum halepense* (L) Pers. (Conci *et al.* 1988; Laguna *et al.* 1991; Marinelli *et al.* 1988; Nome *et al.* 1983; Ornaghi *et al.* 1993b; Rodríguez Pardina y Laguna, 1993). Esta última especie registró el mayor porcentaje de plantas enfermas y las concentraciones más altas de virus en sus tejidos, lo que la convierte en un importante reservorio, por su ciclo perenne y amplia difusión.

El manejo eficiente de cualquier enfermedad requiere la adopción de un programa de manejo integrado que procure alterar las condiciones

favorables al desarrollo de la misma, conocer las especies involucradas en la transmisión de la enfermedad y disminuir la cantidad de inóculo (fuente de infección). Como resultado de las investigaciones realizadas han surgido varias alternativas al respecto. El uso de híbridos de maíz tolerantes disminuye la incidencia económica de la enfermedad (Prescello 1991c). Con respecto al manejo cultural, Lenardon *et al.* (1987) informaron que en experimentos realizados en el área endémica de la virosis, se registró mayor incidencia de la enfermedad en siembras comprendidas entre fines de octubre y principios de diciembre. Para evitar la infección, las siembras deben ser tempranas, durante el mes de setiembre y primera quincena de octubre o por el contrario tardías, (finales de diciembre). Esto se debe fundamentalmente a que los picos poblacionales de los vectores se presentan entre el 15 de noviembre y el 15 de diciembre. Prescello (1991a, 1991b y 1991c), registró también para el área de Pergamino, Buenos Aires, mayores niveles de infección en siembras realizadas durante noviembre. Si bien pueden existir factores climáticos que limiten la siembra en el momento adecuado, la siembra temprana es la medida de mayor efectividad hasta el momento.

March *et al.* (1985) estudiaron el efecto de diferentes insecticidas sistémicos granulados (aldicarb, carbofuran, disulfoton) aplicados con la semilla en el momento de la siembra. Los tres insecticidas lograron disminuir la incidencia de la virosis, destacándose el efecto del aldicarb y carbofuran en dosis de 105 g ia/1000 m de surco.

Otra de las estrategias que pueden utilizarse es el empleo de sistemas de pronóstico. En Argentina se están desarrollando modelos de pronóstico de presiembra (1° de setiembre) y de siembra (durante todo el período de siembra) para el área endémica de la enfermedad. Estos modelos se desarrollan con base en estudios de fluctuación poblacional del vector y la combinación de variables climáticas (temperatura, precipitación y número de heladas). El modelo de presiembra permite pronosticar infecciones moderadas ($\leq 20\%$) o severas ($> 20\%$), mientras que el segundo

permitiría alcanzar mayor precisión (March *et al.* 1992; March 1995).

El avance de la enfermedad a otras áreas productoras de maíz en Argentina (Virla *et al.* 1998) hizo necesario realizar un diagnóstico de las zonas afectadas por la virosis, así como la presencia del patógeno, de su vector y de otros delfácidos asociados, con el objetivo de obtener información que permitan establecer futuras acciones de manejo.

MATERIALES Y METODOS

Para realizar una prospección de la enfermedad en distintas áreas del país, durante las campañas agrícolas 1994-1995 y 1995-1996 se examinaron 75 lotes de maíz en distintas localidades de las provincias de Tucumán, Córdoba, Santa Fe, Entre Ríos, Buenos Aires, La Pampa, San Luis y Río Negro. Los muestreos se realizaron entre diciembre y febrero, cuando los cultivos se encontraban en estado vegetativo avanzado o reproductivo. En cada uno de los lotes se determinó la presencia de plantas con síntomas, del patógeno, del vector y de otros delfácidos potenciales vectores.

Para la detección del patógeno, se recolectaron muestras, las cuales fueron analizadas mediante DAS-ELISA según protocolo de Clark y Adams (1977); para ello se utilizó un suero policlonal anti-MRCV, producido en el INTA-Instituto de Fitopatología y Fisiología Vegetal.

Los insectos fueron recolectados empleando red de arrastre. En cada lote se recogieron cuatro muestras, dos dentro de la plantación y dos en la vegetación cercana; cada una consistió de 50 golpes de red correspondiente a 50 pasos-hombre. Después de una separación preliminar del material, y desecho de hojas, semillas y otros materiales, los delfácidos fueron recogidos en frascos de vidrio, muertos con Acetato de Etilo y preservados en alcohol 70% para su posterior identificación. Los insectos estudiados fueron depositados en las colecciones del Departamento Científico de Entomología de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata.

RESULTADOS

La enfermedad se detectó en la mayor parte de las localidades evaluadas (Cuadro 1). Específicamente, las localidades en las que se observó la sintomatología, el agente patógeno y su vector fueron: Tafí del Valle (Tucumán), Holmberg, La Carlota, Río Cuarto, Sampacho,

Vicuña Mackena (Córdoba), Carreras, Rufino (Santa Fe), Azul, Balcarce, Bahía Blanca, Bolívar, Colón, Coronel Suarez, Fortín Olavarría, General Villegas, 9 de Julio, Ramallo, Rauch, Rojas, Salto, Tandil, 25 de Mayo (Buenos Aires), Buena Esperanza, Fraga, La Toma, San José del Morro, San Luis, Villa Mercedes (San Luis), General Pico, Rancul, Realicó (La Pampa).

CUADRO 1. Localidades estudiadas, estado del cultivo, sintomatología observada, presencia del patógeno (a través de la reacción Das Elisa), abundancia expresada en porcentaje de *D. kuscheli* (D.k.) (especie vectora), *D. haywardi* (D.h.), *T. propinqua* (T.p.) y de otras especies de delfácidos (RD).

Provincia/ Localidad	Estado Cultivo	Síntomas	Das- Elisa	D. k.	D. h.	T. p.	RD
TUCUMAN							
Leales	7 hojas	---	-	0	100	0	0
S.M. de Tucumán	6 hojas	---	-	0	0	50	50
Tafí del Valle	grano pastoso	enanismo severo	+	68	0	16	16
CORDOBA							
Holmberg	8-10 hojas	enanismo severo	+	6,98	4,65	88,4	0
Jovita	8 hojas	enanismo leve	-	0	0	0	0
Laboulaye	grano pastoso	enanismo severo	+	0	0	0	0
La Carlota	choclo	enanismo severo	+	30,8	15,4	53,8	0
Río Cuarto	grano pastoso	enanismo severo	+	71,1	10,5	13,2	5,26
Sampacho	grano pastoso	enanismo severo	+	65,9	11,4	13,6	9,09
Vicuña Mackena	8-10 hojas	enanismo severo	+	87,5	0	12,5	0
SANTA FE							
Carreras	floración	achaparramiento, esterilidad, hojas con bordes aserrados	+	100	0	0	0
Murphy	6 hojas	---	-	0	71,4	14,3	14,3
Rufino	final floración	enanismo severo y enanismo leve	+	30	20	20	30
ENTRE RIOS							
Concepción del Uruguay	grano pastoso	---	-	0	0	0	0
Colón	12 hojas	hojas erectas, enanis- mo leve, disminución del crecimiento de la planta	+	0	0	0	0
Crespo	grano lechoso / pastoso	enanismo severo	+	0	50	50	0
Diamante	6-8 hojas	hojas erectas, entre- nudos cortos	+	0	0	0	0

Gualeguay	grano pastoso	achaparramiento, espigas deformes, hojas erectas y aserradas	+	0	0	0	0	
Gualeguaychú	8-10 hojas	hojas erectas trifoliadas	+	0	33,3	66,7	0	
Viale	8 hojas	hojas erectas, achaparramiento de planta	+	0	40	60	0	
Victoria	grano pastoso	enanismo leve	+	0	0	66,7	33,3	
Villaguay	grano lechoso	---	+	0	0	0	0	
Villa Elisa	6-8 hojas	hojas erectas	+	0	0	100	0	
BUENOS AIRES								
Azul	6-8 hojas	achaparramiento, hojas con bordes aserrados	+	25	75	0	0	
Balcarce	8-10 hojas	plantas de menor tamaño, hojas erectas con bordes aserrados	+	42,9	57,1	0	0	
Bahía Blanca	8-10 hojas	---	+	100	0	0	0	
Bandelaró	grano pastoso	achaparramiento, sin panojas, espigas sin estigmas	+	0	0	100	0	
Bolívar	---	achaparramiento, esterilidad, hojas erectas con bordes aserrados	+	53,7	29,3	17,1	0	
Colón	grano pastoso	---	+	25	25	43,8	6,25	
Coronel Pringles	grano pastoso	plantas de menor tamaño, hojas erectas, proliferación de espigas	+	0	50	50	0	
Coronel Suárez	grano lechoso / pastoso	deformación de espigas, reducción del tamaño de las hojas	+	32	32	36	0	
Fortín Olavarría	grano lechoso	achaparramiento, múltiples espigas	+	100	0	0	0	
General Villegas	10-12 hojas	hojas erectas	+	100	0	0	0	
Guaminí	grano lechoso	variados	+	0	0	100	0	
9 de Julio	6-8 hojas	achaparramiento, hojas erectas con bordes aserrados	+	50	0	50	0	
Olavarría	8-10 hojas	hojas erectas con bordes aserrados	-	50	25	25	0	
Ramallo	grano pastoso	enanismo leve	+	4,55	22,7	68,2	4,55	
Rauch	10-12 hojas	hojas aserradas, finas y reducidas	+	15,8	84,2	0	0	
Rojas	grano pastoso	---	+	50	25	0	25	
Salto	floración	enanismo severo	+	20	42,5	25	12,5	
Tandil	6 hojas	hojas erectas con aserrados	+	26,2	59,5	11,9	2,38	

Trenque Lauquen 25 de Mayo	grano pastoso 8-10 hojas	enanismo severo menor desarrollo de las plantas, hojas erectas con bordes aserrados	+	0	0	100	0
			+	50	50	0	0
SAN LUIS							
Buena Esperanza	floración / grano lechoso	muy diversos	+	27,3	4,55	63,6	4,55
Fraga	grano lechoso	enanismo severo	+	20	0	80	0
Gral San Martín	grano pastoso	enanismo leve	+	0	0	0	0
La Toma	8 hojas / floración	---	+	30,4	0	69,6	0
Nueva Galia	6-8 hojas	hojas erectas	-	0	0	0	0
San José del Morro	grano pastosos	enanismo severo	+	66,7	0	33,3	0
San Luis	grano pastoso	enanismo severo	+	50	0	50	0
Villa Mercedes	grano pastoso	enanismo severo	+	100	0	0	0
LA PAMPA							
Colonia 25 de Mayo	8-10 hojas	plantas achaparradas, hojas erectas	-	60	0	40	0
Eduardo Castex	8 hojas / floración	hojas erectas, achapa- rramiento	-	0	0	100	0
General Pico	grano pastoso	enanismo leve	+	37,5	31,3	31,3	0
Rancul	floración	marcado achaparra- miento, hojas defor- madas, ausencia de panojas	+	14,3	0	57,1	28,6
Realicó	floración	hojas erectas, bordes aserrados	+	40	0	40	20
Telén	8-10 hojas	achaparramiento, tallos engrosados, hojas erectas	+	0	0	92,3	7,69
RIO NEGRO							
Catriel	grano lechoso	hojas erectas	+	0	0	100	0
Cipolletti	reproductivo	enanismo leve	-	0	0	85,4	14,6
Ing. Huergo	6-8 hojas	---	-	50	50	0	0

En Entre Ríos se manifestó la enfermedad con distinta intensidad según las fechas de siembra. En los muestreos de insectos no se recolectó *D. kuscheli* y se recolectaron muy pocos especímenes de las otras especies de delfácidos. Esto puede deberse principalmente a la época del año (principio de marzo) o a las condiciones ambientales del período en que se efectuó el muestreo.

A pesar de que la mayoría de los lotes mostraban la sintomatología característica del virus, algunas plantas, con síntomas leves, reaccionaron negativamente con DAS-ELISA.

Los datos obtenidos en la última campaña confirmó la presencia de la virosis en el sur de la Provincia de Buenos Aires, Entre Ríos, La Pampa, Río Negro y Tucumán (Fig. 2).

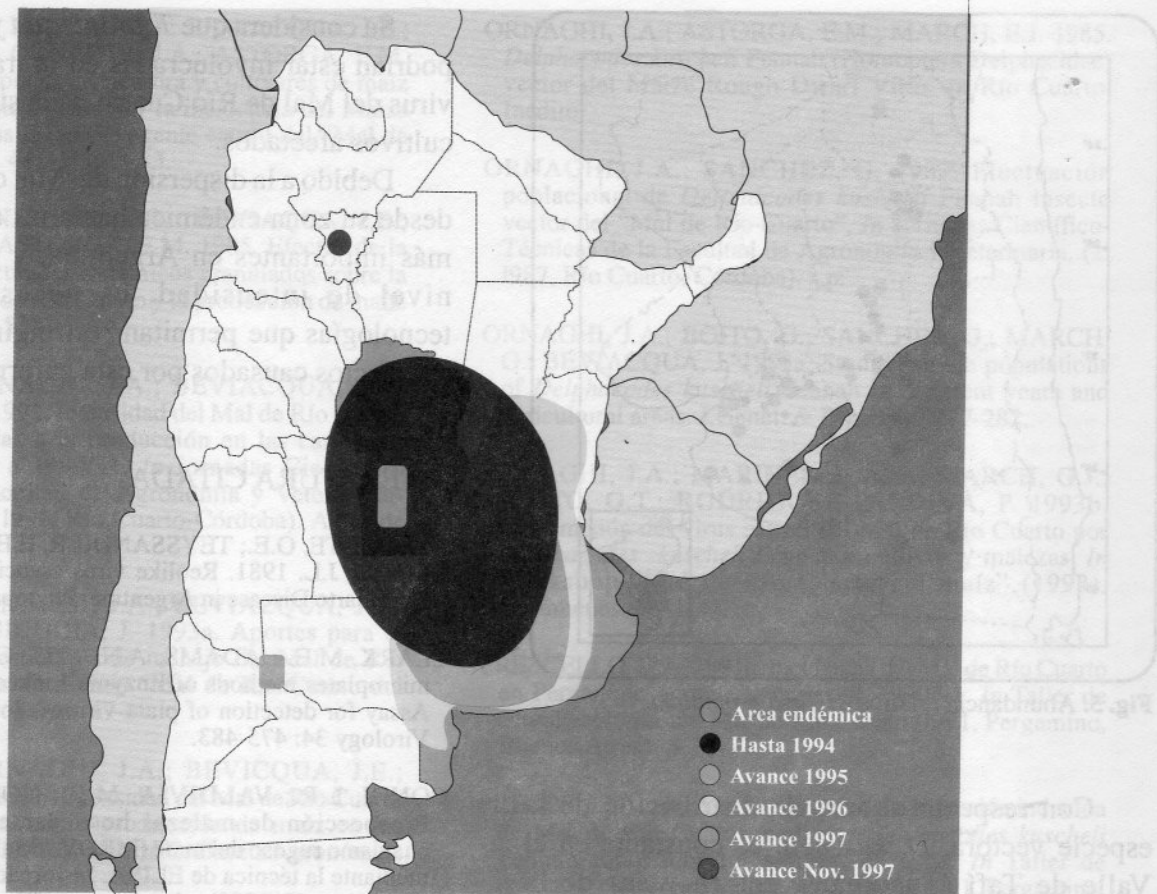


Fig. 2. Representación del área endémica del Mal de Río Cuarto del maíz y las áreas estudiadas en las sucesivas campañas a partir de 1992.

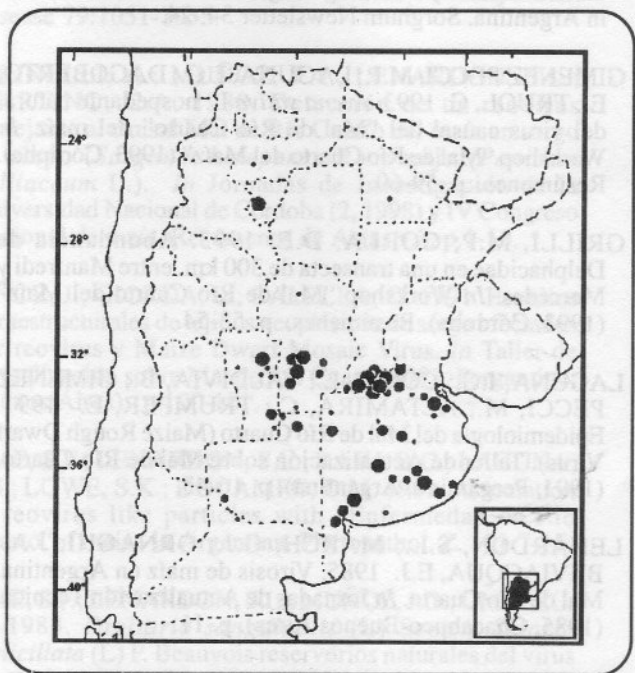


Fig. 3. Presencia de la especie vectora, *Delphacodes kuscheli*, en la República Argentina. Registro de su abundancia relativa.

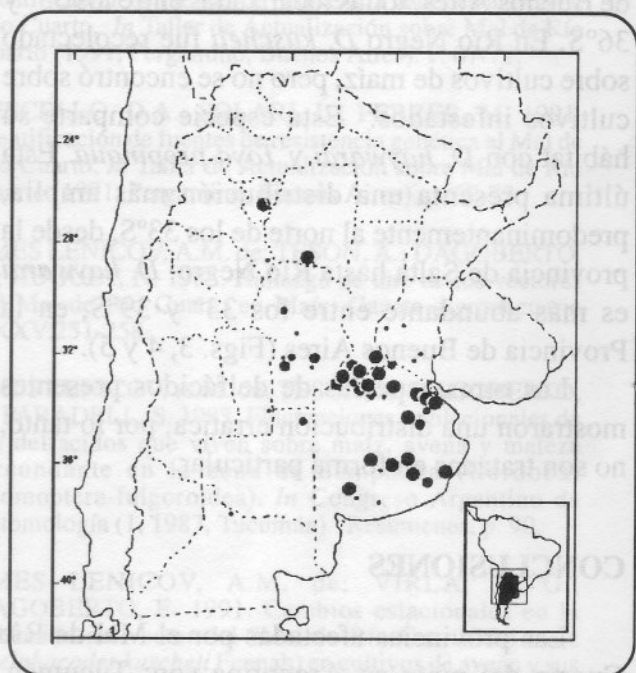


Fig. 4. Abundancia relativa de *Delphacodes haywardi*.

Ref. Mapas Figs. 3, 4 y 5: Muy abundante (●), abundante (●), no abundante (●) y escaso (●)

CONTROL MICROBIOLÓGICO DE *Phytophthora infestans* EN TOMATE

Vera Sánchez Garita*
Elkin Bustamante*
Richard Shattock**

RESUMEN

Se evaluaron, en condiciones de campo, cinco antagonistas de *Phytophthora infestans*: una bacteria (*Serratia* sp.) y cuatro hongos (*Trichoderma* sp., *Fusarium* sp. y dos *Penicillium*), previamente seleccionados en laboratorio e invernadero. No se observaron diferencias significativas entre los antagonistas. No obstante, *Penicillium* (067) redujo de 8-40% el área lesionada por planta, por tanto, se seleccionó para evaluaciones posteriores. Este antagonista, con capacidad de producir celulasa *in vitro*, se probó en el cultivar comercial Hayslip, y en Peraline, cultivar seleccionado como tolerante en pruebas de invernadero. El efecto de *Penicillium* (067) sólo, y en secuencia con dos aplicaciones de clorotalonil, fungicida que en pruebas *in vitro* afectó su crecimiento solo en concentraciones muy altas (1000 µg ml⁻¹), se comparó con el control químico de la enfermedad. Peraline presentó tolerancia al patógeno y *Penicillium* (067) en este cultivar redujo la enfermedad, a pesar de no alcanzar el nivel de control logrado con fungicidas.

Palabras clave: *Phytophthora infestans*, Tomate, Control microbiológico, *Serratia* sp., *Trichoderma* sp., *Fusarium* sp., *Penicillium* sp.

ABSTRACT

MICROBIOLOGICAL CONTROL OF *Phytophthora infestans* ON TOMATO. A bacterium (*Serratia* sp.), and four fungi (*Trichoderma* sp., *Fusarium* sp. and two *Penicillium*), previously selected in the laboratory and greenhouse as *P. infestans* antagonists, were tested under field conditions. No significant differences were observed between the antagonists. Nevertheless *Penicillium* (067) reduced the area lesioned per plant from 8-40%. Therefore was selected for further evaluations. This antagonist, with the ability to produce cellulase *in vitro*, was subsequently probed on the commercial cultivar Hayslip, and on Peraline, a cultivar shown to be tolerant in greenhouse tests. The effect of *Penicillium* (067) alone and in sequence with two applications of chlorotalonil, a fungicide that *in vitro* tests affected its growth at very high concentrations (1000 µg ml⁻¹), was compared with the chemical control of the disease. Peraline was tolerant to the pathogen and, on this cultivar *Penicillium* (067) reduced the disease, although the level of control obtained was not as high as with the fungicides.

Key words: *Phytophthora infestans*, Tomato, Microbiological control, *Serratia* sp., *Trichoderma* sp., *Fusarium* sp., *Penicillium* sp.

INTRODUCCION

El control de *Phytophthora infestans* en el cultivo de tomate se basa en el uso de fungicidas, principalmente porque la mayoría de los cultivares utilizados son altamente susceptibles a este patógeno. Con el propósito de combatir la enfermedad los agricultores realizan varias aspersiones de fungicidas por semana. Generalmente, durante la época lluviosa se realizan 2-3 aplicaciones, tanto de fungicidas protectores como sistémicos (Calvo *et al.* 1992).

En los últimos años, se ha reducido el uso de fungicidas sistémicos con metalaxil (ia), debido a que los productores han observado una disminución de su efectividad. Este producto ha sido sustituido por otros ingredientes activos como propamocarb, oxadixil, fentin hidroxido y fosetil-aluminio, los cuales se usan en secuencia o en combinación con otros protectores como mancozeb.

Se ha detectado el efecto antagonista de microorganismos a *P. infestans*, en condiciones controladas. Roiger y Jeffers (1991) observaron en hojas desprendidas porcentajes de inhibición de 52-62% causado por *Aspergillus terrus*, *Pestalotiopsis mangiferae*, *Penicillium oxalicum*, *P. aurantiogriseum* y *Mrothecium verrucaria*; los

Recibido: 06/09/98. Aprobado: 23/03/99.

*CATIE 7170 Turrialba, Costa Rica.

**Universidad de Gales, Gran Bretaña.

dos últimos fueron los antagonistas más consistentes en varias pruebas de laboratorio (Dubos 1987; Lewis y Papavizas 1991). Sin embargo, los resultados de las evaluaciones en condiciones de campo no han sido tan exitosos. Jongebloed *et al.* (1993) informó que *Pseudomonas solanacearum* (aislamiento C148) no fue efectivo, a pesar de que esta bacteria mostró alto potencial como antagonista de *P. infestans* cuando fue evaluada en hojas desprendidas, dentro de una cámara con ambiente controlado. Andrews (1992) atribuye este resultado a la incapacidad del microorganismo de mantener una población suficientemente alta en la superficie de la planta.

La posibilidad de incluir más de una estrategia en el manejo de enfermedades, entre ellas el control biológico, ha sido considerada por muchos investigadores. Sivan y Chet (1993) obtuvieron buen control de *Fusarium*, en el cultivo de tomate, cuando combinaron control biológico (*T. harzianum*) con sub-dosis de bromuro de metilo o solarización. Sin embargo, se han estudiado pocos componentes de manejo integrado de *P. infestans*, en particular, la resistencia específica y no específica. Se han identificado algunos genes relacionados (genes *Ph*) (Gallegly y Marvel 1955; Wilson y Gallegly 1955; Turkensteen 1973; Chaudhry 1993) así como genotipos de *L. esculentum* y *L. pimpinellifolium* con resistencia a *P. infestans* (Al-Kherb 1988; Shaw 1991) como Pieraline y Rockingham (Laterrot 1975, 1994; Chaudhry 1993).

El objetivo de esta investigación fue evaluar en condiciones de campo y en cultivares de tomate con diferente grado de resistencia genética, microorganismos antagonistas de *P. infestans*, previamente seleccionados en foliolos y plantas completas de tomate.

MATERIALES Y METODOS

Evaluación de cinco antagonistas en condiciones de campo.

Se evaluaron cinco antagonistas (cuatro hongos y una bacteria) seleccionados en investigaciones anteriores, realizadas con hojas desprendidas y plantas completas, en condiciones de invernadero (Sánchez Garita *et al* 1998). Los antagonistas fueron *Serratia* sp. y *Fusarium* sp., obtenido de tomate comercial, dos *Penicillium* sp. y un *Trichoderma* sp., aislado de tomate silvestre *L. pimpinellifolium* (Cuadro 1).

Las plantas de tomate, cultivar 'Hayslip', se sembraron y mantuvieron en invernadero protegido con malla hasta su trasplante (45 días) para evitar la infección con virus transmitidos por mosca blanca (*Bemisia* sp.). Posteriormente, estas plantas se trasladaron a una finca en Paraíso, Cartago, Costa Rica, a 1400 msnm, localidad situada entre Bosque Lluvioso y Bosque Muy Lluvioso, con precipitación promedio anual de 1719 mm y temperatura promedio de 22°C.

CUADRO 1. Antagonistas evaluados bajo condiciones de campo, Paraíso, Costa Rica.

Aislamiento	Codigo	Origen ¹	Producción de Enzimas	
			Celulosa	Glucanasa
<i>Serratia</i> sp.	054	EC	+	+
<i>Penicillium</i> sp.	067	RS	+	-
<i>Trichoderma</i> sp.	069	RS	-	-
<i>Penicillium</i> sp.	071	FS	+	+
<i>Fusarium</i> sp.	108	FC	+	+

¹EC= endosfera de tomate comercial. FC= filofera de tomate comercial. FS= filofera de tomate silvestre. RS= rizosfera de tomate silvestre.

Durante los meses de julio y agosto, cuando el experimento se llevó a cabo, la precipitación mensual media fue 176 mm y la temperatura 19,5°C (variación 4,3- 24,8°C) y humedad relativa 83%. Se sembraron 567 plantas, las cuales se manejaron de acuerdo a las prácticas convencionales para plantaciones comerciales.

Los tratamientos utilizados fueron siete; cinco antagonistas y dos testigos (agua y control químico 2 g de mancozeb L⁻¹). Se prepararon suspensiones en agua destilada de 10⁵ y 10⁷ esporas de hongos y células bacteriales, respectivamente. Las suspensiones de los microorganismos y el testigo con agua se asperjó dos veces por semana, el fungicida se aplicó semanalmente. Las parcelas se arreglaron en bloques completos al azar con tres repeticiones por tratamiento, cada parcela consistió en 27 plantas (3 surcos con 9 plantas) y se evaluaron siete plantas del surco central. Las plantas recibieron inóculo natural de *P. infestans*, una muestra del patógeno (Par031t) fue aislada, caracterizada y ubicada dentro del grupo de cruce A1 (Sánchez Garita 1996).

La severidad de la enfermedad fue evaluada considerando el número de lesiones (NL) y porcentaje de área afectada en cm² por planta (AA). Se calculó el porcentaje del área afectada reducida (R) por los tratamientos con respecto al testigo absoluto con agua, $(R = AAttr/AAt) \times 100$; (AAt = área afectada del testigo con agua, AAttr = área afectada de los otros tratamientos). Se realizaron cinco evaluaciones de severidad. La primera se realizó 12 días después del tratamiento (ddt), cuando apareció la enfermedad y continuó hasta que la tercera parte de las plantas presentaron un 30% de sus hojas enfermas. Se efectuó el análisis de varianza de las variables evaluadas y se calculó el área bajo la curva de progreso de la enfermedad durante cuatro evaluaciones. Los resultados de esos análisis fueron considerados significativos según $P < 0,05$ y se usó la Prueba de rango Múltiple de Duncan para separar las medias (alfa 0,05).

Sensibilidad de los antagonistas a fungicidas usados para el control de *P. infestans*.

Se realizaron pruebas *in vitro* para determinar la sensibilidad de los cinco antagonistas (aislamientos 054, 067, 069, 071 y 108) a siete fungicidas usados regularmente en el cultivo de tomate: metalaxil 8% + mancozeb 56% (Ridomil MZ 72% P.M.); oxadixil 10% + mancozeb 56% (Sandofan M-66% P.M.); propamocarb (Previcur 66,5% S.A.); fosetil-Al (Alliette 805 P.M.); clorotalonil (Clorapsip 50% F.W.); fentin hidróxido (Brestamid 50% S.C.) y mancozeb (Dithane M-45 80% P.M.).

Los fungicidas se agregaron al medio de cultivo PDA o AN en cuatro concentraciones: 0, 10, 100 y 1000 µg de la formulación comercial ml⁻¹. En cada caja de petri con medio de cultivo, se colocaron cuatro discos de agar (0,5 cm diámetro), provenientes de cultivos de dos semanas en el caso de hongos y de dos días para la bacteria. Los cultivos se incubaron a 22°C y el crecimiento radial (mm) de los microorganismos se midió a los 3, 5 y 7 días, en tres cajas de petri por tratamiento.

Selección de introducciones de *Lycopersicon* con tolerancia a *P. infestans*.

Para seleccionar materiales resistentes a este patógeno se realizaron dos experimentos en el invernadero. En el primero se evaluaron genotipos en plántulas y se seleccionaron los mejores para otra evaluación en folíolos desprendidos.

En la prueba con plántulas, además de los 55 genotipos se incluyeron dos testigos, el cultivar comercial Hayslip (57) y FMX (46) susceptible universal. Se usaron macetas de 15 cm de diámetro, en cada una se sembraron 12 semillas; para cada genotipo se prepararon dos macetas. De las plántulas germinadas, en cada maceta se dejaron diez. Siete días después de la germinación, las plántulas se asperjaron con *P. infestans* (10⁴ esporangios ml⁻¹). La suspensión se preparó con esporangios provenientes de folíolos de tomate previamente inoculados con el aislamiento

LaM030t, aislado en La Finca La Montaña, Turrialba, Costa Rica y caracterizadas como del grupo de cruce A1 (Sánchez Garita 1996). Siete días después de la inoculación, las plantas se evaluaron de acuerdo a la siguiente escala (G. W. Griffith, comunicación personal):

- A= plántulas muertas o marchitas.
- B= plántulas con hojas necróticas hasta 95%.
- C= plántulas con hojas necróticas hasta 80%.
- D= plántulas con hojas necróticas hasta 50%.
- E= plántulas con hojas necróticas hasta 25%.
- F= plántulas con hojas y necróticas hasta 5%.
- G= Puntos necróticos en las hojas (respuesta de hipersensibilidad).
- H= Plántulas sin signos de infección.

Posteriormente, los genotipos que presentaron menos de 5% de hojas necrosadas (F, G y H), se evaluaron en foliolos desprendidos. Hayslip y FMX se utilizaron como testigos. Los genotipos se cultivaron en invernadero, hasta que desarrollaron cinco hojas, los foliolos de la tercera y cuarta hojas se desprendieron y colocaron en una cámara húmeda, para la inoculación se colocaron motitas de algodón impregnadas con aproximadamente 60 μl de suspensión (10^4 esporangios ml^{-1}) en el envés de los foliolos. Una semana después de la inoculación se evaluó la severidad de la infección como tamaño de la lesión (mm^2).

Evaluación del antagonista *Penicillium* sp. (067) en los cultivares Hayslip y Pieraline.

En la finca experimental La Montaña, CATIE, Turrialba, Costa Rica se evaluó el efecto antagonista de *Penicillium* sp. cepa 067. Turrialba se clasifica como Bosque Húmedo, a 602 msnm, con valores promedios anuales de 2000 mm y 22°C . En octubre y noviembre de 1995, cuando se realizó el experimento, el promedio de precipitación mensual fue 221 mm y temperatura promedio 22°C , con un rango de 18°C a 29°C y humedad relativa de 88%.

Los cultivares evaluados fueron Hayslip, como testigo comercial susceptible y Pieraline previamente seleccionado como tolerante (Laterrot 1994, Laterrot 1995). Las plantas se sembraron y

mantuvieron en invernadero hasta los 45 días para protegerlas de infecciones tempranas de virus transmitidos por mosca blanca (*Bemisia tabaci*). Se sembraron 648 plantas, las cuales se manejaron como cultivo comercial.

Se evaluaron tres tratamientos: el antagonista, una secuencia de tres fungicidas (mancozeb, 0,125 g L^{-1} (Dithane M-45 80% P.M.), propamocarb, 0,150 g L^{-1} (Previcur 66,5% S.A.) y clorotalonil, 0,2 g L^{-1} (Clorapsip 50% F.W.)) y el antagonista *Penicillium* sp. (067) en combinación con un fungicida para disminuir la presión de la enfermedad a un nivel que permitiera el efecto antagonista del hongo. Este tratamiento fue una secuencia de dos aplicaciones, una de *Penicillium* y una de clorotalonil en dosis de 0,2 g L^{-1} (Clorapsip 50% F.W.). El clorotalonil se escogió para este tratamiento porque ejerce un buen control del patógeno en condiciones de campo, a pesar de que se ha utilizado en tomate por mucho tiempo, y además en pruebas *in vitro* afectó el crecimiento del hongo únicamente a concentraciones muy altas ($1000 \mu\text{g ml}^{-1}$).

Todos los tratamientos se aplicaron dos veces por semana, iniciando 30 días después del trasplante. Durante este período, las plantas se asperjaron con clorotalonil y mancozeb para permitir su establecimiento antes de iniciar los tratamientos. Se realizaron cuatro evaluaciones, a intervalos de tres días, las cuales concluyeron cuando el patógeno afectó el 30% del área foliar, en un tercio del total de plantas. Cada tratamiento, en arreglo de bloques completos, consistió de tres parcelas con 27 plantas, de cada parcela se evaluaron las siete plantas centrales.

La infección se desarrolló con inóculo natural; la fuente de dos aislamientos (LaM003t y LaM030t) fue caracterizada como del grupo de cruce A1 (Sánchez Garita 1996). La severidad de la enfermedad se evaluó dos veces por semana como porcentaje de área afectada por planta (PAA).

Se realizó un análisis de área bajo la curva de progreso de la enfermedad y un análisis de varianza por genotipo, con datos transformados y no transformados. Los resultados se juzgaron

significativos a $P < 0,05$ y se usó la prueba de Rango Múltiple de Duncan para la separación de medias entre tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Evaluación de los antagonistas en condiciones de campo.

La severidad del tizón tardío no presentó diferencias significativas entre los tratamientos con antagonistas y los testigos con fungicida y agua. Sin embargo, los antagonistas *Penicillium* (067) y *Trichoderma* (069) afectaron el desarrollo de *P. infestans*, al reducir el número de lesiones y el área foliar infectada por planta (Cuadro 2 y 3). En la tercera evaluación se observó que el aislamiento 069 redujo el número promedio de lesiones por planta, 9 y 18 lesiones menos que el testigo con agua (24,2) y el químico (33,8), respectivamente. Este aislamiento mostró en la siguiente evaluación 14 lesiones menos por planta que el testigo con agua (74); y el aislamiento 067 presentó 22,8 lesiones menos por planta que el testigo con agua y 9,1 menos que el tratamiento con fungicidas (60,3) (Cuadro 2).

El mejor de los cinco antagonistas fue *Penicillium* (067), el cual además tiene la capacidad de hidrolizar celulosa en CMC media (Sanchez-Garita *et al.* 1998). Consistentemente, este aislamiento redujo el área infectada durante las cuatro evaluaciones, alcanzando 40% de

reducción en la segunda evaluación (3 días después de la aparición de los síntomas) (Cuadro 3). Roiger *et al.* (1991) obtuvieron resultados similares y señalaron que dos especies de *Penicillium* (*P. oxalicum* y *P. aurantiogriseum*) inhibieron a *P. infestans* en hojas desprendidas.

El tratamiento con el hongo y el fungicida no mostró diferencia significativa, comparado con el testigo de agua, probablemente debido a que el mancozeb es un fungicida protector, y el rápido crecimiento de las plantas ocasionó que el nuevo follaje no fuera protegido.

Sensibilidad de los antagonistas a fungicidas usados para el control de *P. infestans*

Los resultados del crecimiento *in vitro*, de cinco antagonistas seleccionados para su posterior evaluación en condiciones de campo, mostraron variaciones cuando se cultivaron en agar con fungicidas (Cuadro 4). El crecimiento de *Penicillium* sp. (067 y 071) y *Fusarium* sp. (108) se redujo entre 40 y 50% cuando se cultivó con 1000 $\mu\text{g ml}^{-1}$ en la mezcla de metalaxil y mancozeb. Sin embargo, se observó una reducción similar con mancozeb, lo que hace suponer que este producto limitó el crecimiento del antagonista. Además, este fungicida fue el único que redujo, aunque levemente, el crecimiento de *Serratia* sp. No obstante, como el metalaxil es usado como mezcla, es importante considerar el efecto de los dos compuestos hacia antagonistas potenciales.

CUADRO 2. Número de lesiones de *P. infestans* por planta, en cuatro evaluaciones, según días después de la aparición de los síntomas (DDAS).

Tratamiento	No. de lesiones según DDAS			
	0	3	6	9
Testigo	0,1a	1,5a	24,2a	74,0a
054	0,3a	1,9a	24,9a	59,0a
067	0,5a	1,0a	21,5a	51,2a
069	1,2a	1,4a	15,0a	60,0a
071	1,4a	2,5a	33,8a	68,9a
108	0,8a	1,3a	26,9a	55,8a
Fungicida	1,4a	3,2a	33,8a	60,3a

Separación de medias mediante la prueba de Rango múltiple de Duncan, diferente letra en una misma columna indica diferencia significativa ($\alpha = 0,05$).

CUADRO 3. Porcentaje de área afectada (AA) por planta y porcentaje de reducción del área afectada (R) de los tratamientos con respecto al testigo con agua en cinco evaluaciones, de acuerdo a los días después de la aparición de síntomas (DDAS).

Tratamiento	% Area afectada y de reducción según DDAS									
	0		3		6		9		12	
	AA	R	AA	R	AA	R	AA	R	AA	R
Testigo agua	0,1a	-	1,0a	-	3,9a	-	20,8a	-	48,0a	-
054	0,2a	-	1,5a	-	4,7a	-	17,8a	15	48,5a	-
067	0,5a	-	0,6a	40	2,9a	25	14,7a	30	38,5a	20
069	0,3a	-	1,2a	-	2,8a	29	15,9a	24	39,5a	17
071	0,7a	-	1,6a	-	4,8a	-	19,2a	8	51,7a	-
108	0,1a	-	0,9a	10	4,3a	10	15,0a	28	38,7a	19
Fungicida	1,7a	-	2,2a	-	5,3a	-	17,5a	16	39,2a	18

Separación de medias mediante la prueba de Rango múltiple de Duncan, diferente letra en una misma columna indica diferencia significativa ($\alpha = 0,05$).

Trichoderma (069) mostró sensibilidad hacia oxadixil + mancozeb, pero el efecto se debió principalmente a oxadixil, porque su crecimiento no se afectó en presencia del mancozeb. Fentin hidróxido en todas las concentraciones redujo el crecimiento de todos los microorganismos, en forma similar a clorotalonil, el cual afectó el crecimiento de todos los hongos, aunque el efecto sobre las cepas de *Penicillium* sp. (067 y 071) se observó únicamente para la concentración más alta ($1000 \mu\text{g ml}^{-1}$). En contraste, el fungicida propamocarb no mostró efecto en el crecimiento de los antagonistas evaluados y fosetil-Al fue más selectivo afectando únicamente a *Fusarium* sp. (108). Estos resultados se deben considerar en programas de control biológico para reducir el número de aplicaciones o las dosis de fungicidas con los antagonistas (Schober 1992).

Selección de accesiones de *Lycopersicon* resistentes a *P. infestans*.

De los 55 genotipos evaluados en plántulas, 27 reaccionaron al patógeno en escala F y G, lo que indica que menos del 5% del área foliar se necrosó. Ningún genotipo fue completamente resistente (Cuadro 5).

La mayoría de las accesiones evaluadas en plántulas y foliolos desprendidos, mostraron alta resistencia a *P. infestans* (Cuadro 6). En general, los resultados mostraron que la resistencia en plántulas mantuvo la respuesta en foliolos desprendidos, pero algunos mostraron mayor susceptibilidad en foliolos desprendidos, como el genotipo 09 (*L. esculentum* v. *ceraciforme* de México), con un área de lesión (AL) de 1160 mm^2 , posiblemente debido al estrés que sufren los foliolos al ser desprendidos de la planta, y a las condiciones de humedad dentro de las cajas, lo cual favoreció el desarrollo del tizón tardío. Otros materiales, por ejemplo Perialine (55), mostraron un nivel intermedio de resistencia (670 mm^2 de área de lesión). A pesar de que la mayoría de estos materiales no presentan frutos con buenas características comerciales, se pueden usar como un recurso genético en programas de fitomejoramiento.

Evaluación del antagonista *Penicillium* (067) en los cultivares Hayslip y Perialine.

El análisis del área bajo la curva de progreso de la enfermedad (Cuadro 7), así como la separación de medias del porcentaje del área foliar infectada por *P. infestans* para cada cultivar,

CUADRO 4. Crecimiento radial (cm) de antagonistas, después de 7 días de cultivo en medios artificiales, a los cuales se les adicionó fungicidas¹ usados en tomate.

Fungicida ¹ ($\mu\text{g ml}^{-1}$)	Crecimiento radial de los antagonistas				
	<i>Serratia</i> (054)	<i>Penicillium</i> (067)	<i>Trichoderma</i> (069)	<i>Penicillium</i> (071)	<i>Fusarium</i> (108)
Metalaxil 8% + mancozeb 56%					
0	6,7ab	3,0a	3,7a	3,7a	2,2ab
10	7,0a	dp ²	4,0a	3,0a	2,3a
100	6,5ab	dp	3,8a	dp	1,9ab
1000	5,5b	1,3b	4,0a	1,8a	1,6b
Oxadixil 10% mancozeb 56%					
0	6,7a	3,0a	3,7a	3,7a	2,2ab
10	6,8a	2,5a	4,0a	3,5a	2,6a
100	6,8a	1,0b	3,7a	0,9b	1,8b
1000	5,2a	0,0b	1,2b	0,2c	1,2c
Propamocarb					
0	6,7a	3,0a	3,7a	3,7a	2,2a
10	6,3a	3,7a	4,0a	3,3a	2,2a
100	5,7a	3,8a	4,0a	3,7a	2,2a
1000	5,8a	3,5a	4,0a	4,0a	2,3a
Fosetyl-Al					
0	6,7a	3,0a	3,7a	3,7a	2,2a
10	6,9a	3,7a	4,0a	3,5a	2,5a
100	7,1a	4,0a	4,0a	3,7a	2,0a
1000	6,8a	3,0a	4,0a	3,3a	0,9b
Clorotalonil					
0	6,7a	3,0a	3,7a	3,7a	2,2a
10	6,3a	2,3ab	1,1b	3,5a	1,0b
100	6,2a	2,2ab	dp	2,5ab	0,9b
1000	6,7a	0,8b	0,8b	2,0b	0,8b
Fentin hidroxido					
0	6,7b	3,0a	3,7a	3,7a	2,2a
10	8,2a	0,2b	1,4b	0,0b	0,6b
100	7,0b	0,0b	0,3c	0,0b	0,4bc
1000	7,2b	0,0b	0,0c	0,0b	0,2c
Mancozeb					
0	6,7a	3,0a	3,7a	3,7a	2,2a
10	5,8b	3,2a	4,0a	2,5b	1,6ab
100	5,5b	0,8b	4,0a	dp	1,8ab
1000	4,7c	0,1b	4,0a	dp	1,1b

¹ ingrediente activo en formulación comercial; ² dp = dato perdido por contaminación.

Separación de medias mediante la prueba de Rango múltiple de Duncan, diferente letra en una misma columna y para un mismo fungicida indica diferencia significativa ($\alpha = 0,05$).

(Cuadro 8 y 9) mostraron que Peraline (55) tiene resistencia genética hacia *P. infestans*. Hayslip fue significativamente más susceptible en todos los tratamientos. La figura 1 muestra el efecto de la resistencia tanto específica como no específica (Laterrot 1975, 1994), porque a pesar de que el inóculo natural presente en el sitio del experimento (La Montaña) fue virulento hacia el gene mayor (específico de la raza *Ph-2*) presente en Peraline, la severidad de la enfermedad en este cultivar fue

menor que en Hayslip. Esto indica que un cultivar con alto nivel de resistencia horizontal puede requerir menor cantidad de fungicidas para el control del patógeno, además de ser un componente esencial para una estrategia de manejo integrado.

La resistencia en tomate ha sido menos estudiada que en papa (Gallegly y Marvel 1955; Turkensteen 1973). En algunas investigaciones recientes se han evaluado accesiones de

CUADRO 5. Genotipos de *Lycopersicon* con menos de 5% de área foliar afectada (de acuerdo a la escala clases F y G) para *P. infestans*.

Código	Identificación	Origen
01	LA1509- 09L3839MASS	<i>L. esculentum</i> v. <i>ceraciforme</i>
05	LA1461- 89L2660MASS	<i>L. esculentum</i> v. <i>ceraciforme</i>
06	LA1459- 89L2541MASS	<i>L. esculentum</i> v. <i>ceraciforme</i>
07	LA1458- 89L2659MASS	<i>L. esculentum</i> v. <i>ceraciforme</i>
08	LA1457- 88L1550MASS	<i>L. esculentum</i> v. <i>ceraciforme</i>
09	LA1458- 88L1549MASS	<i>L. esculentum</i> v. <i>ceraciforme</i>
10	LA1455- 90L3888MASS	<i>L. esculentum</i> v. <i>ceraciforme</i>
11	LA1453- 89L2657MASS	<i>L. esculentum</i> v. <i>ceraciforme</i>
15	LA1567- 90L3610MASS	<i>L. esculentum</i> v. <i>primitive</i>
16	LA1566-90L3609MASS	<i>L. esculentum</i> v. <i>primitive</i>
19	LA1218- 93L8796MASS	<i>L. esculentum</i> v. <i>primitive</i>
20	LA1482- 85L8481MASS	<i>L. esculentum</i> v. <i>ceraciforme</i>
27	LA1033- 84L7143MASS	<i>L. hirsutum</i>
30	LA2702- 85L8658MASS	<i>L. esculentum</i> v. <i>ceraciforme</i>
34	LA2080- 85L8658MASS	<i>L. esculentum</i> v. <i>ceraciforme</i>
37	LA1703- 88L1384MASS	<i>L. esculentum</i> v. <i>ceraciforme</i>
39	LA1621- 83L4794MASS	<i>L. esculentum</i> v. <i>ceraciforme</i>
40	LA1623- 92L6826MASS	<i>L. esculentum</i> v. <i>ceraciforme</i>
41	LA1620- 89L2661MASS	<i>L. esculentum</i> v. <i>ceraciforme</i>
3	LA1546- 85L8484MASS	<i>L. esculentum</i> v. <i>ceraciforme</i>
44	LA1544- 90L3607MASS	<i>L. esculentum</i> v. <i>primitive</i>
45	LA1543- 91L5629MASS	<i>L. esculentum</i> v. <i>ceraciforme</i>
47	FMX47535	<i>L. esculentum</i>
51	WV700	<i>L. esculentum</i>
54		<i>L. esculentum</i>
55	Pieraline	<i>L. esculentum</i>
56	LA1511	<i>L. esculentum</i> v. <i>cerasiforme</i>

Lycopersicon para identificar resistencia (Al-Kherb 1988; Chaudhry 1993; G Griffith, datos no publicados, M. Coffey, datos no publicados). Particularmente, el cultivar Pieraline aunque no presenta un tipo de planta y frutos comercialmente atractivos, puede ser considerado para programas de mejoramiento genético.

No obstante, el tratamiento con fungicidas (F1), aplicado como una secuencia de los productos mancozeb, propamocarb y clorotalonil, mostró los mejores resultados en ambos cultivares, con 3,1% de área foliar afectada en la última evaluación comparado con 11% en Hayslip (Cuadro 8 y 9) cuando se integró al manejo de la enfermedad el antagonista *Penicillium* sp. (067). Durante esta investigación se observó que

Penicillium (067) produjo menor severidad del patógeno en el cultivar Pieraline (4,44 ABCDE) comparado con el testigo de agua (21,44 ABCDE) (Cuadro 7). Este tratamiento también mostró menor porcentaje de área lesionada por planta (0,2 a 7,7%) durante todas las evaluaciones, comparado con el testigo de agua (1,4 a 12,6%) (Cuadro 9). No se encontraron diferencias significativas con respecto al tratamiento con fungicida (F1), el cual mostró valores de 1,96 ABCDE (Cuadro 7) y 0,1 a 3,1% de área foliar infectada, durante las cuatro evaluaciones (Cuadro 9), probablemente debido a que la menor severidad de la enfermedad en el cultivar Pieraline, propició la acción de los antagonistas para controlar el patógeno.

CUADRO 6. Accesiones de *Lycopersicon*, según tamaño de la lesión causada por *P. infestans* en foliolos desprendidos, 7 días después de la inoculación.

Código	Severidad (mm ²)	Código ¹	Severidad (mm ²)
01	0 c	37	120 c
05	30 c	39	1000 bc
06	0 c	40	50 c
07	70 c	41	870 bc
08	810 bc	43	90 c
09	1160 b	44	40 c
10	260 bc	45	0 c
11	0 c	46	NT ²
15	330 bc	47	560 bc
16	510 bc	51	150 c
19	0 c	54	690 bc
20	220 bc	55	670 bc
27	940 bc	56	110 c
30	1040 b	57	6590 a
34	0 c		

¹ 46 = FMX, susceptible universal, ²NT = necrosis total antes de 7 días.

57 = Hayslip, cultivar comercial.

Separación de medias mediante la prueba de Rango múltiple de Duncan, diferente letra en una misma columna indica diferencia significativa (alfa = 0,05).

CUADRO 7. Area bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCDE) causada por *P. infestans* en los cultivares Pieraline y Hayslip.

Tratamiento ¹	ABCDE
1- Hayslip - 067	85,81 a
2- Hayslip - Testigo en agua	80,86 ab
3- Hayslip - F2 - 067	48,34 abc
7- Pieraline - F2 - 067	35,48 bc
5- Pieraline - Testigo en agua	21,44 c
4- Pieraline - 067	4,44 c
6- Hayslip - F1	1,96 c
8- Pieraline - F1	1,76 c

¹ F1= programa de fungicidas: mancozeb propamocarb - clorotalonil F2 - 067= clorotalonil entre dos aplicaciones de 067.

Separación de medias la prueba de Rango múltiple de Duncan, diferente letra en una misma columna indica diferencia significativa (alfa = 0,05).

El tratamiento del antagonista y del fungicida (*Penicillium* 067 – clorotalonil) no disminuyó la severidad de la enfermedad. El propósito del fungicida fue bajar la presión de la enfermedad a un nivel que favoreciera el efecto antagonista de *Penicillium* 067; sin embargo, probablemente, en el campo el fungicida afectó al antagonista, o su efecto sobre el patógeno no fue suficiente para favorecerlo. En investigaciones posteriores, debe evaluarse el efecto de la combinación del antagonista con dosis más bajas de clorotalonil y otros fungicidas sistémicos como propamocarb o fosetil-Al, los cuales no inhibieron el crecimiento de los antagonistas en pruebas *in vitro*.

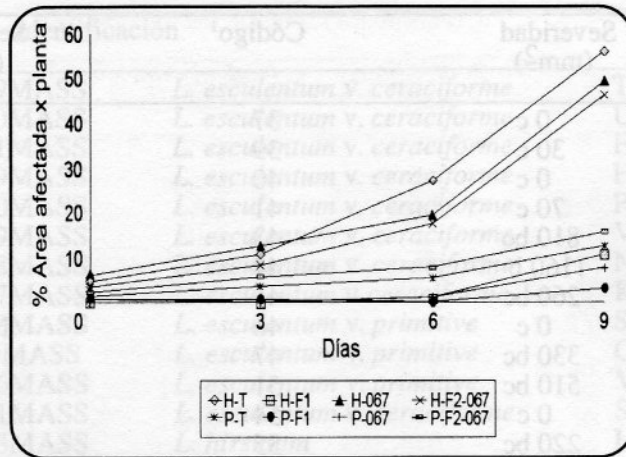


Fig. 1. Desarrollo de la enfermedad.

CUADRO 8. Porcentaje de área foliar afectada de *P. infestans* en cultivar Hayslip (57), según días después de la aparición de los síntomas (DDAS).

Tratamiento ¹	% Area foliar afectada según DDAS				A ²	tA ³
	0	3	6	9		
Testigo en agua	3,6a	10,5a	27,3a	56,7a	24,5a	0,448a
067	5,9a	12,5a	19,5a	50,4a	22,1a	0,415a
F2-067	2,6a	8,2a	17,6a	47,4a	19,2a	0,381a
F1	0,1a	0,1a	0,9a	11,0a	3,0b	0,108b

¹F1= programa de fungicidas: mancozeb - propamocarb - clorotalonil. F2- 067= clorotalonil entre dos aplicaciones de 067.

²A= promedio de 4 evaluaciones; t³= datos transformados $\arcsen \sqrt{x/100}$.

Separación de medias mediante la prueba de Rango múltiple de Duncan, diferente letra en una misma columna indica diferencia significativa (alfa = 0,05).

CUADRO 9. Porcentaje de área foliar afectada por *P. infestans* en cultivar Pieraline (55), según días después de la aparición de los síntomas (DDAS).

Tratamiento ¹	% Area foliar afectada según DDAS				A ²	tA ³
	0	3	6	9		
F2-067	2,0a	5,4a	8,1a	15,7a	7,8a	0,239a
Testigo en agua	1,4a	3,0a	5,5a	12,6a	5,6ab	0,187ab
067	0,2a	0,7a	1,3a	7,7ab	2,5bc	0,114bc
F1	0,1a	0,2a	0,4a	3,1b	0,9c	0,039c

¹F1= programa de fungicidas: mancozeb - propamocarb - clorotalonil. F2- 067= clorotalonil entre dos aplicaciones de 067.

²A= promedio de 4 evaluaciones; t³= datos transformados ($\arcsen \sqrt{x/100}$).

Separación de medias mediante la prueba de Rango múltiple de Duncan, diferente letra en una misma columna indica diferencia significativa (alfa = 0,05).

En futuros trabajos deben evaluarse también los antagonistas que no fueron probados en combinación con fungicidas y cultivares, ya que se ha señalado que *Trichoderma* (069) podría tener potencial para control biológico (Ordentlich *et al.* 1988; Sivan y Chet 1989; Haran *et al.* 1995 y Rodgers 1989). En esta investigación, el aislamiento 069 de este antagonista no mostró capacidad de producir celulasas, pero presentó alta resistencia a la mayoría de los fungicidas evaluados.

En futuras investigaciones, es importante evaluar mezclas de los antagonistas y otros materiales con resistencia genética, dada la severidad de la enfermedad en las áreas productoras de tomate, lo cual requiere que se integren todas las alternativas disponibles para el manejo de la enfermedad con el propósito de disminuir las aplicaciones de fungicidas.

LITERATURA CITADA

- AL-KHERB, S.M. 1988. The inheritance of host-specific pathogenicity in *Phytophthora infestans*. PhD Thesis. University of Wales.
- ANDREWS, J.H. 1992. Biological control in the filiosfera. Annual Review of Phytopathology 30:603-635.
- CALVO, G.; BARRANTES, L.; HILJE, L.; SEGURA, L.; RAMIREZ, O.; KOPPER, N.; RAMIREZ, A.; CAMPOS, J.L. 1992. Report of the advance about the validation of technologies of integrated pest management in tomato in the west of the Central Valley 1991-1992. First report. Costa Rica. MAG-GTZ-CATIE. 99 p.
- CHAUDHRY, A.U. 1993. The genetics of late-blight resistance in tomato. Ph.D. Thesis. Bangor, University of Wales. 89 p.
- DUBOS, B. 1987. Fungal antagonism in aerial agrobiocenoses. In Innovative Approaches to Plant Disease Control. I. Chet ed. New York, John Wiley & Sons. p. 107-135.
- DUBOS, B.; BULIT, J. 1981. Filamentous fungi as biocontrol agents on aerial plant surfaces. In Microbial Ecology of The Phylloplane. J.P. Blakeman ed. London, Academic Press. p. 353-367.
- FOKKEMA, N.J. 1976. Antagonism between fungal saprophytes and pathogens on aerial plant surfaces. In Microbiology of Aerial Plant Surfaces. C.H. Dickinson T.F. Preece eds. London, Academic Press. p. 487-506.
- GALLEGLY, W.E.; MARVEL, M.E. 1955. Inheritance of resistance to tomato race 0 of *Phytophthora infestans*. Phytopathology 45:103-109.
- HARAN, S.; SCHICKLER, H.; OPPENHEIM, A.; CHET, I. 1995. New components of the chitinolytic system of *Trichoderma harzianum*. Mycological Research 99:441-446.
- JONGEBLOED, P.H.J.; KESSEL, G.J.T.; Van der PLAS, C.H.; MOLHOEK, W.M.L.; FOKKEMA, N.J. 1993. Biological control of *Phytophthora infestans* with selected bacterial antagonists. In Proceedings ICPP 6 Montreal (Abstract).
- LATERROT, H. 1975. Selection pour la resistance au mildiu, *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary chez la tomate. Annales Amelioration des Plantes 25:129-149.
- LATERROT, H. 1994. NILs of tomato except for PH-2 genes. Research Report 21, Tomato Growers Cooperative (TGC) Report No 44. pF2.
- LEGARD, D.E.; GOODWIN, S.B.; SUJKOWSKI, L.S.; FRY, W.E. 1993. Host specialization in *Phytophthora infestans*. Phytopathology 83:1334 (Abstr.).
- LEGARD, D.E.; LEE, T.Y.; FRY, W.E. 1995. Pathogenic specialization in *Phytophthora infestans*: aggressiveness on tomato. Phytopathology 85:1356-1361.
- LEWIS, J.A.; PAPAIVIZAS, G.C. 1991. Biocontrol of plant diseases: the approach for tomorrow. Crop Protection 10: 95-105.
- ORDENTLICH, A.; ELAD, Y.; CHET, I. 1988. The role of chitinase of *Serratia marcescens* in biocontrol of *Sclerotium rolfsii*. Ecology and Epidemiology 78:84-88.
- RODGERS, P.B. 1989. Potential of biological control as a source of antifungal compounds for agrochemical and pharmaceutical product development. Pesticides Science 27:155-164.
- ROIGER, D.J.; JEFFERS, S.N. 1991. Evaluation of *Trichoderma* spp. for biological control of phytophthora crown and root rot of apple seedling. Phytopathology 81:910-917.
- SANCHEZ GARITA, V. 1996. Studies on biological and integrated control of *Phytophthora infestans* on tomato in Costa Rica. Ph.D. Thesis. University of Wales and CATIE. 114 p.
- SANCHEZ GARITA V.; BUSTAMANTE, E.; SHATTOCK, R. 1998. Selección de antagonistas para el control biológico de *Phytophthora infestans* en tomate. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) no.48:25-34.
- SCHOBER, B. 1992. Control of late-blight, *Phytophthora infestans*, in integrated crop management. Netherlands Journal of Plant Pathology 98 Supplement 2:251-256.

SHAW, D.S. 1991. Genetics. In *Phytophthora infestans*: the Cause of Late Blight of Potato. Advances in Plant Pathology. D.S. Ingram and P.H. Williams (eds.). San Diego, Academic Press. vol. 7. p. 131-170.

SIVAN, A.; CHET, I. 1989. Degradation of fungal cell walls by lytic enzymes of *Trichoderma harzianum*. Journal of General Microbiology 135:675-682.

SIVAN, A.; CHET, I. 1993. Integrated control of fusarium crown and root rot of tomato with *Trichoderma harzianum* in combination with bromide or solarization. Crop Protection 12:380-386.

TURKENSTEEN, L.J. 1973. Partial resistance of tomatoes against *Phytophthora infestans*. Agricultural Research Report 810, Wageningen.

WILSON, J.B.; GALLEGLY, M.E. 1955. The interrelationship of potato and tomato races of *Phytophthora infestans*. Phytopathology 45:473-476.

UTILIZACION DE TRAMPAS DE LUZ PARA LA CAPTURA DE ADULTOS DE *Phyllophaga* spp. EN CAÑA DE AZUCAR, EN COSTA RICA

Francisco Badilla*
 Marcos Chacón**
 Carlos Sáenz***

RESUMEN

Se presentan los resultados sobre la captura de *Phyllophaga* spp. con trampas de luz en caña de azúcar, en Guanacaste, Costa Rica. Las trampas colocadas debajo de árboles de Malinche (*Caesalpinia pulcherrima*) y Guácimo (*Guazuma* spp.) mostró ser una práctica eficaz. Con este método la captura promedio fue de 2648 adultos/trampa en 1993 y 2105 en 1994. En este último año, la captura máxima fue de 27000 adultos/trampa en una noche. Las trampas de luz son específicas para la captura de *Phyllophaga* spp. En trampas colocadas debajo de árboles de Malinche, el 98% de los insectos capturados fueron *P. elenans* y 2% de otras especies de este género; y en trampas ubicadas debajo de árboles de Guácimo el 91% eran de *P. elenans*, 7% de la familia Scarabacidae y 2% de otras especies.

Palabras clave: *Phyllophaga* spp., Trampas de luz, Captura, Caña de azúcar, Costa Rica.

ABSTRACT

LIGHT TRAPS FOR ADULT *Phyllophaga* spp. IN SUGARCANE IN COSTA RICA. The results for adults capture of *Phyllophaga* spp. with light traps in the sugar cane in Guanacaste, Costa Rica are presented. The use of traps associated to Malinche trees (*Caesalpinia pulcherrima*) and Guácimo trees (*Guazuma* spp.) is a efficient complementary practice. This method results promising for the collecting of adults, since an average of 2648/trap was obtained in 1993 and of 2105/trap was obtained in 1994. The last year a maximum of 27000 adults/trap was collected in one night. The light traps are specific for collecting *Phyllophaga* spp., 98% *P. elenans* and 2% another species associated to Malinche trees, and 91% of *P. elenans*, 7% Scarabacidae family and 2% of different species, in Guácimo trees.

Key words: *Phyllophaga* spp., Light traps, Capture, Sugar cane, Costa Rica.

INTRODUCCION

En Costa Rica se cultivan 43300 ha de caña de azúcar, el cual constituye uno de los cultivos más importantes del país, no solo por la extensión cultivada, sino por la demanda de mano de obra y la generación de divisas. En los últimos veinte años, la exportación de azúcar representó el 4,6% del producto interno bruto agropecuario (Chaves 1993).

Uno de los factores limitantes de este cultivo son las plagas, especialmente los insectos, los

cuales se han asociado a la disminución del rendimiento (Badilla y Alves 1991).

Las larvas de *Phyllophaga* causan pérdidas severas en muchos cultivos de Costa Rica, entre los que están café, maíz, sorgo, hortalizas y caña de azúcar (González 1989; Saunders *et al.* 1998; Wilson 1969). En casi todos los países del continente americano, se ha informado de pérdidas cuantiosas provocadas por esta plaga en caña de azúcar. Las larvas destruyen el sistema radicular, provocando amarillamiento en las hojas, crecimiento raquíutico y caída de las plantas (Abreu 1981, Agustín 1981, Watve *et al.* 1981). En Costa Rica, el área afectada por esta plaga se estima en el 15% del área cultivada (Badilla 1994).

Algunas de las tácticas de manejo integrado de *Phyllophaga* incluyen prácticas culturales, cultivos trampa, trampas de luz, control químico y biológico (Carballo y Saunders 1990; Kard y

Recibido: 07/09/98. Aprobado: 23/03/99.

*Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA) Dirección Actual: Bioasesoría Internacional. Telfax: 2931780 E-mail: franbad@sol.racsa.co.cr. Apdo. 1353- 2150 Moravia, Costa Rica.

**Central Azucarera del Tempisque, S. A. (CATSA), Filadelfia, Guanacaste, Costa Rica.

***DIECA, Apdo. 2330-1000. San José, Costa Rica.

Hain 1988; King y Saunders 1979; Badilla 1994; Shannon *et al.* 1993; Vargas y Abarca 1991).

En caña de azúcar, el control de esta plaga debe ser integrado. El empleo de insecticidas aplicados al suelo para el combate de la fase larval no es una práctica eficaz (Gómez y Lastra 1995). Badilla (1994) señala que el control químico no funciona en esta fase porque la abundancia poblacional se presenta cuando la aplicación del producto se dificulta por la altura de la caña; el período de oviposición es muy largo; simultáneamente hay diferentes fases larvales, en la misma plantación; las áreas infestadas no son localizadas fácilmente; las fases larvales son prolongadas en los períodos vegetativos iniciales y para algunas especies y los productos químicos tienen poca movilidad en el suelo.

Con respecto al uso potencial de prácticas culturales y control biológico, Prewitt y Summers (1981) encontraron que las larvas de *Ligyris*, mueren al inundar el terreno durante ocho días. Sin embargo, esta práctica únicamente puede emplearse antes de la siembra del cultivo. En las primeras etapas del cultivo, la acción mecánica del arado mata muchas larvas y, expone otras, las cuales son consumidas por aves. Badilla y Alves (1991) señalaron que el control microbiano de plagas en caña de azúcar es una estrategia viable porque el cultivo presenta un ambiente adecuado, las temperaturas de suelo son favorables para el desarrollo de hongos entomopatógenos, y los suelos tienen altos contenidos de materia orgánica, lo cual beneficia la colonización y el desarrollo de epizootias.

En la búsqueda de alternativas de manejo de *Phyllophaga* se debe considerar la fase adulta, porque la emergencia se produce en un período corto y en forma abundante. En este sentido, las trampas de luz constituyen una posibilidad a considerar (Badilla 1994). Hernández y Monterroso (1990) mencionan que en Guatemala, las trampas luminosas se han empleado en la detección y muestreos de adultos de *Phyllophaga* spp., así como la aplicación de tácticas de control integrado. Estos investigadores utilizaron trampas

compuestas por una pantalla de polietileno de color amarillo (5600 a 5900 Angstroms) u otro tono claro (3800 a 7600 Angstroms), una base o soporte y una fuente de energía (kerosén), o trampas luminosas con lámparas eléctricas.

El objetivo de este trabajo fue determinar la distribución de *Phyllophaga* en zonas cañeras de Costa Rica, y evaluar el uso de trampas de luz para la captura de adultos de esta plaga.

MATERIALES Y METODOS

Para determinar la distribución de las especies de *Phyllophaga* en las regiones cañeras de Costa Rica se hicieron muestreos en seis localidades del país: Ingenio CATSA en Guardia, e Ingenio El Viejo en Filadelfia, ambas en la provincia de Guanacaste; Ingenio El Palmar en Puntarenas, Puntarenas; en Coope Agri en San Isidro del General, San José y en Coope San Ramón en Grecia y San Ramón, Alajuela. Para cuantificar el área se utilizó una encuesta efectuada por técnicos de la Dirección de Investigación y Enseñanza de la Caña de Azúcar (DIECA), utilizando información de esta institución sobre zonas cañeras con problemas de *Phyllophaga*.

En Filadelfia y Guardia, Guanacaste el número de larvas por hectárea se determinó mediante un muestreo. Para esto se seleccionaron puntos al azar de 1,0 m²/ha, y a 0,3 m de profundidad. En ambas localidades el tipo de suelo es vertisol y la topografía plana.

En la región con mayor población de la plaga, Guardia, al inicio de la época de lluvias, se colocaron ocho trampas de luz debajo de árboles de Malinche (*Caesalpinia pulcherrima*) y Guácimo (*Guazuma* spp.) ubicados en los bordes de los cañales; la distancia entre trampas fue de 25 m. Las trampas utilizadas fueron tipo "Luiz de Queiroz" descrita por Silveira Neto (1972) y modificada por Badilla (1994). Estas utilizan una lámpara fluorescente de luz blanca, la cual es conectada a una batería de 12 voltios (Fig. 1).

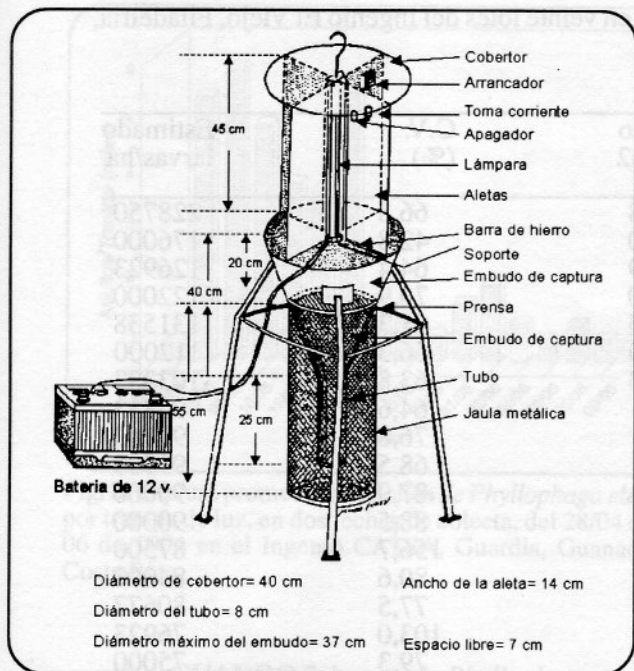


Fig. 1. Esquema de la trampa luminosa "Luiz de Queiroz" modificada por Badilla.

Se hicieron conteos diarios por trampa durante los meses de mayo y junio del año 1993, y de abril a junio del año 1994. Durante el mes de mayo de este último año, los conteos fueron separados según la especie del árbol bajo el cuál estaba colocada la trampa. Los insectos capturados en la noche se contaron y clasificaron al día siguiente. Estos se separaron por familia y en algunos casos, se identificó el género y la especie.

CUADRO 1. Distribución por localidad, área afectada y porcentaje de daño causado por *Phyllophaga* spp. en el cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica. 1994.

Localidad	Area (ha)	Porcentaje
Guardia (CATSA)	2500	38,0
Puntarenas (El Palmar)	2000	30,4
Cañas (Taboga)	850	12,9
Filadelfia (El Viejo)	750	11,4
San Isidro de El General (Coope Agri)	300	4,6
Grecia y San Ramón (Coope San Ramón)	180	2,7
Total	6580	100

RESULTADOS Y DISCUSION

Distribución de la plaga en Costa Rica

La región del Pacífico Seco (Guardia, Puntarenas, Cañas y Filadelfia), presentó el mayor porcentaje de área afectada por *Phyllophaga* spp. (92,7%) (Cuadro 1), seguida de San Isidro de El General (4,6%), y Grecia y San Ramón (2,7%). Este comportamiento posiblemente se debe a las características climáticas de esta región, las cuales favorecen el desarrollo de la plaga. Además en estas localidades el cultivo de caña de azúcar es extensivo, y por tanto existen pocos refugios para enemigos naturales. Otro factor que puede favorecer su alta incidencia es el uso generalizado de insecticidas granulados, lo cual posiblemente contribuye a eliminar los enemigos naturales, u ocasionar resistencia en la plaga.

Un muestreo preliminar mostró que la especie predominante en Guanacaste fue *Phyllophaga elenans* (> 90%) y en menor porcentaje *P. vicina*. En las regiones medias y altas del Valle Central y en el Valle del General predomina *P. menetriesi*.

Cuantificación del número de larvas por hectárea

El número de larvas/m² fue variable en lotes del Ingenio El Viejo en Filadelfia, Guanacaste (Cuadro 2), con un rango de 6,58 a 22,88 para un promedio de 103836 larvas/ha. Por su

CUADRO 2. Larvas de *Phyllophaga* spp. colectadas en veinte lotes del Ingenio El Viejo, Filadelfia, Guanacaste, Costa Rica. 1994.

Lote	Area (ha)	Promedio larvas/m ²	C.V. (%)	Estimado larvas/ha
C. Aviac.	11,26	22,88	66,8	228750
Gramita	13,69	17,60	42,8	176000
Santana	2,59	12,69	64,4	126923
Islas	6,92	12,20	70,9	122000
R. Viejo	4,50	13,15	91,3	131538
Gramita	5,26	11,20	66,3	112000
Islas	3,35	10,33	63,8	103333
Santana	2,54	9,58	64,6	95833
Santana	2,70	9,71	76,8	97143
Santana	1,96	9,10	68,5	91000
Gramita	5,70	9,00	87,9	90000
Santana	2,48	9,00	88,5	90000
Gramita	13,21	8,75	156,7	87500
Santana	1,96	8,40	80,6	84000
Gramita	3,40	8,07	77,5	80677
Santana	2,59	7,69	103,0	76923
Santana	2,70	7,50	79,3	75000
Guinea	10,09	7,15	58,9	71500
Santana	2,54	7,08	56,4	70769
Gramita	8,08	6,58	41,3	65833
Total	107,5	207,07		2076712
Promedio		10,4	75,3	103836
C. V. %		37,9		37,9

comportamiento gregario, la plaga prefiere las partes más húmedas y planas de los lotes, así como los suelos más arenosos (Badilla 1994). Sin embargo, en los 20 lotes muestreados, el suelo es vertisol y la topografía plana. El promedio de larvas en esta localidad fue de 10,4 larvas/m², siendo superior al umbral económico señalado por Saunders *et al.* (1998) para esta plaga en maíz (8-10 larvas/m²). En caña de azúcar no se ha determinado el umbral de acción para esta plaga; sin embargo, varios investigadores (Badilla 1994, Prewitt y Summers 1981, Watve *et al.* 1981) coinciden en que es de 10-12 larvas/m².

El promedio de larvas/m² en el Ingenio CATSA en Guardia, Guanacaste es 20,3 con variación de 9,1 hasta 35,2 larvas/m² (Cuadro 3) para un promedio de 203060 larvas/ha, el cual fue más alto que el obtenido en el Ingenio El Viejo. Las larvas encontradas en estos muestreos correspondían al instar 2 y 3, predominando este último.

Utilización de trampas de luz

La captura promedio de adultos con trampas de luz en Guardia, Guanacaste fue de 2648, con valores de 26 hasta 5415 adultos/trampa/noche (Cuadro 4). En 1994, la captura promedio en el período de muestreo (33 días) fue de 2105 adultos, con valores de hasta 8287 adultos/noche/trampa (Fig. 2). En este mismo período, en una trampa se registró una captura de 27000 adultos en una noche. Las mayores capturas por trampa, en 1994, se produjeron entre el cuarto y el octavo día después de las lluvias (30/04-07/05). Un segundo incremento en la captura se produjo el día 17 de mayo, tres días después de una precipitación fuerte. Este comportamiento coincide con lo mencionado por numerosos investigadores, quienes consideran que la lluvia es el principal factor para estimular la emergencia de los adultos (Hernández y Monterroso 1990; Saunders *et al.* 1999; Badilla 1994).

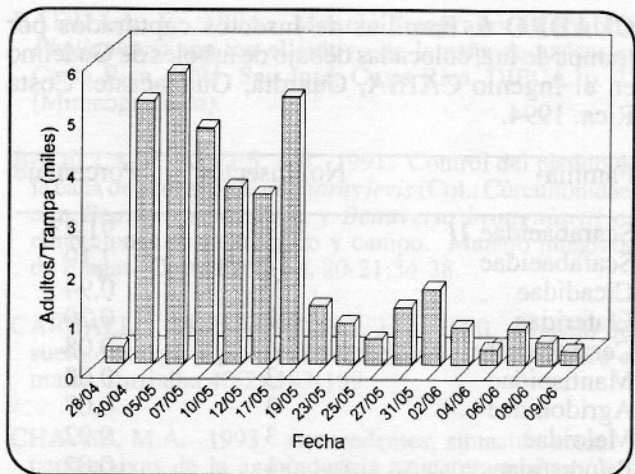


Fig. 2. Captura promedio de adultos de *Phyllophaga elenans* por trampa de luz, en dos fechas de colecta, del 28/04 al 09/06 de 1994 en el Ingenio CATSA, Guardia, Guanacaste, Costa Rica.

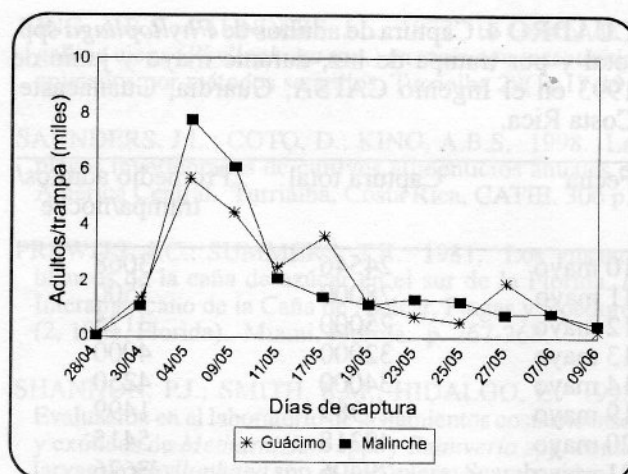


Fig. 3. Captura promedio de adultos de *Phyllophaga elenans* en trampas de luz colocadas debajo de árboles de Guácimo y Malinche, en dos fechas, lote Ochotal y lote Toro, Ingenio CATSA, Guardia, Guanacaste, Costa Rica. 1994.

CUADRO 3. Larvas de *Phyllophaga* spp. colectadas en nueve lotes del Ingenio CATSA, Guardia, Guanacaste, Costa Rica. 1994.

Lote	Area (ha)	Promedio larvas/m ²	Estimado larvas/ha
Saltillo	54,20	35,2	351917
Yeguas 01	18,11	27,1	217250
Toros 03	78,84	26,6	266043
Polvaz. 03	10,30	25,3	252500
Polvaz. 02	40,50	18,9	188750
Cornizuelo	22,25	14,8	147714
Toros 02	117,80	13,2	132160
Mocal	101,00	12,6	125783
Polvaz. 01	27,00	9,1	91429
Total	470,00	182,8	1827546
Promedio	52,20	20,3	203060
C. V. % =	74,10	42,6	42,6

La mayor captura de adultos fue entre las 6:15 p.m. y las 8:30 p.m., disminuyendo, posteriormente. Con respecto al número de adultos de *P. elenans* capturados/trampa, debajo de árboles de Malinche y Guácimo, respectivamente, se observó que durante los primeros diez días se capturaron más adultos en trampas colocadas bajo los árboles de Malinche (Fig. 3). Posteriormente, se observó lo contrario, siendo mayor la cantidad de adultos capturados con trampas bajo los árboles de Guácimo. Posiblemente, esto se debió a que los adultos de *P. elenans* se alimentaron masivamente

de las hojas de los Malinches, durante las primeras semanas de emergencia, reduciendo la disponibilidad de las mismas para las semanas siguientes, lo cual obligó a la plaga a alimentarse con hojas de Guácimo. La captura de otras familias de insectos (Cuadro 5) fue menor en las trampas colocadas debajo de los árboles de Malinche, 2% para un total de 11 familias, mientras que en trampas próximas a árboles de Guácimo (Cuadro 6) el 8,77% de la captura correspondió a especies de 12 familias.

CUADRO 4. Captura de adultos de *Phyllophaga* spp. total y por trampa de luz, durante mayo y junio de 1993 en el Ingenio CATSA, Guardia, Guanacaste, Costa Rica.

Fecha	Captura total	Promedio adultos/trampa/noche
10 mayo	24546	3068
11 mayo	28000	3500
12 mayo	25000	3125
13 mayo	32000	4000
14 mayo	34000	4250
19 mayo	11989	1499
20 mayo	43318	5415
21 mayo	29406	3676
24 mayo	16513	2359
25 mayo	6786	969
26 mayo	10858	1551
27 mayo	24882	3554
28 mayo	559	80
03 junio	180	26
Total	288037	37072
Promedio	20574	2648
C. V. %	63,3	61,10

CUADRO 5. Familias de insectos capturados por trampa de luz, colocada debajo de árboles de Malinche en el Ingenio CATSA. Guardia, Guanacaste. Costa Rica. 1994.

Familia	No. insectos	Porcentaje
Scarabaeidae 1/	4214	98,18
Cicadidae	51	1,19
Scarabaeidae	7	0,16
Meloidae	5	0,12
Pentatomidae	5	0,12
Elateridae	2	0,05
Asilidae	2	0,05
Belostomatidae	2	0,05
Cantaridae	1	0,02
Carabidae	1	0,02
Tettigonidae	1	0,02
Noctuidae	1	0,02
Total	4292	100

1/ *P. elenans*.

Este sistema de recolección de adultos, demostró ser una estrategia viable para las condiciones de Guardia, Guanacaste por el volumen capturado, lo cual disminuye la cantidad de

CUADRO 6. Familias de insectos capturados por trampa de luz, colocadas debajo de árboles de Guácimo en el Ingenio CATSA, Guardia, Guanacaste. Costa Rica. 1994.

Familia	No. Insectos	Porcentaje
Scarabaeidae 1/	3430	91,23
Scarabaeidae	270	7,19
Cicadidae	35	0,94
Elateridae	7	0,20
Cerambicidae	4	0,08
Mantispidae	3	0,08
Agrionidae	3	0,07
Meloidae	3	0,02
Buprestidae	1	0,02
Saturnidae	1	0,02
Noctuidae	1	0,02
Belostomatidae	1	0,02
Pentatomidae	1	0,02
Total	3760	100

1/ *P. elenans*.

hembras y por tanto la postura de huevos. Esta estrategia es una alternativa viable para pequeños y medianos productores, porque su costo es bajo (aproximadamente US\$40 por trampa), las trampas son de fácil manejo y constituye un complemento adicional, para la toma de decisiones, con respecto a la aplicación de insecticidas en cultivos trampa.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Fermín Subirós, del Ingenio El Viejo, Filadelfia, Guanacaste por la información brindada.

LITERATURA CITADA

- ABREU, E. 1981. El problema de los gusanos blancos en la caña de azúcar en Puerto Rico. *In* Seminario Interamericano de la Caña de Azúcar, Plagas y Roedores, (2, 1981, Florida). Miami, Fla. p. 264-266.
- AGUSTIN, J.C. 1981. Incidencia y control de la gallina ciega, *Phyllophaga* spp. y *Anomala* spp. Llanura de CUL-DE-SAC, HAITI. *In* Seminario Interamericano de la Caña de Azúcar, Plagas y Roedores, (2, 1981, Florida). Miami, Fla. p. 260-263.

- BADILLA, F. 1994. Manejo integrado de jobotos *Phyllophaga* spp. en el cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica. 1994. San José, Costa Rica. DIECA. p. 27 (Mimeografiado).
- BADILLA, F.; ALVES, S.B. 1991. Control del picudo de la caña de azúcar *Sphenophorus levis* (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.
- CARBALLO, M.; SAUNDERS, J.L. 1990. Manejo del suelo, rastrojo y plagas: interacciones y efecto sobre el maíz. Turrialba 40(2):183-189.
- CHAVEZ, M.A. 1993. Antecedentes, situación actual y perspectivas de la agroindustria azucarera y alcoholera costarricense. In Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales (9, 1993, San José, Costa Rica). Memoria de Resúmenes. p. 1-116.
- GOMEZ, L.A.; LASTRA, L.A. 1995. Insectos asociados con la caña de azúcar en Colombia. In Cassalet, C.; Torres J.; Echeverri.; C. (eds.) El cultivo de la caña en la zona Azucarera de Colombia. Cali, Colombia, Centro de Investigaciones de la caña de azúcar. p. 237-263.
- GONZALEZ, M.A. 1989. Investigaciones realizadas sobre *Phyllophaga* spp. atacando el café en El Salvador. In "Taller Regional de Manejo Integrado de Plagas Insectiles del Suelo con énfasis en *Phyllophaga* (1989, San Salvador, El Salvador). CENTA- CATIE. 20 p.
- HERNANDEZ, A.G.; MONTERROSO, D. 1990. El sistema de alarma, un componente integrado del manejo de plagas. Propuesta para el manejo de *Phyllophaga* spp. Guatemala. TIKALIA, Guatemala 8(1-2):17-28.
- KARD, B.M.R.; HAIN, F.P. 1988. Influence of ground cover on white grub (Coleoptera: Scarabaeidae) populations and their feeding damage to roots of Fraser fir Christmas trees in the Southern Appalachians. Environmental Entomology 17(1):63-66.
- KING, A.B.S.; SAUNDERS, J.L. 1979. El control de la gallina ciega (*Phyllophaga* spp.) en maíz con insecticidas aplicados por métodos sencillos. Turrialba 29(1):17-19.
- SAUNDERS, J.L.; COTO, D.; KING, A.B.S. 1998. Las plagas invertebradas de cultivos alimenticios anuales en América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 306 p.
- PREWITT, J.C.; SUMMERS, T.E. 1981. Los gusanos blancos de la caña de azúcar en el sur de la Florida. In Interamericano de la Caña de Azúcar, Plagas y Roedores (2, 1981, Florida). Miami, Florida. p. 267-268.
- SHANNON, P.J.; SMITH, S.M.; HIDALGO, E. 1993. Evaluación en el laboratorio de aislamientos costarricenses y exóticos de *Metharhizium* spp. y *Beauveria* spp. contra larvas de *Phyllophaga* spp. (Coleóptera: Scarabaeidae) In Diversidad y Manejo de Plagas subterráneas (M.A. Morón compilador). Publicación especial de la Sociedad Mexicana de Entomología e Instituto de Ecología, Xalapa, Veracruz, México. p. 203-215.
- SILVEIRA-NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLANOVA, N.A. 1972. Manual de Ecología dos Insetos. Piracicaba, São Paulo, Brasil, CERES. 419 p.
- VARGAS, E.; ABARCA, G. 1991. Patogenicidad de *Bacillus cereus* y *Erwinia* spp. sobre Jobotos del género *Phyllophaga* spp. (Col.: Scarabaeidae). Agronomía Costarricense 15:157-162.
- WATVE, C.M.; MILLER, J.D.; BELL, M.G.; SHULER, K.D. 1981. Un resumen de las actividades de investigación sobre gusanos blancos dañinos a la caña de azúcar en Florida. In Seminario Interamericano de la Caña de Azúcar, Plagas y Roedores (2, 1981, Florida). Miami, Florida. p. 264-278.
- WILSON, G. 1969. White grubs as pests of sugar cane. In Williams, J.R., Melcalfe J.R.; Montgomery R. W.; y Mathes, eds. Pests of sugar cane. Amsterdam. Elsevier. p. 237-258.

DIAGNOSTICO PRELIMINAR DE ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE TEMPATE (*Jatropha curcas*) EN NICARAGUA*

Danilo Padilla* *
David Monterroso**

RESUMEN

La introducción del cultivo de tempate (*Jatropha curcas* L., Euphobiaceae) en Nicaragua motivó la realización de un reconocimiento de las enfermedades que lo afectan. El estudio se realizó en varias localidades de la zona pacífica y central del país. Las variedades estudiadas fueron Nicaragua, y Cabo Verde, esta última procedente de las islas del mismo nombre en Africa. La mayoría de enfermedades foliares observadas son causadas por hongos y bacterias, pero algunas fueron provocadas por ácaros y factores abióticos. La mancha angular, causada por *Xanthomonas* sp. fue la enfermedad más común en las dos variedades y en todas las localidades muestreadas.

Palabras clave: Tempate, *Jatropha curcas*, Diagnóstico, Enfermedades, Nicaragua.

ABSTRACT

PRELIMINARY DIFFERENTIATION OF DISEASES IN THE TEMPATE (*Jatropha curcas*) CROP IN NICARAGUA. The introduction of the tempate (*Jatropha curcas* L., Euphobiaceae) in Nicaragua prompted a study of the diseases which attack it. The study was carried out in various localities throughout the pacific and central zones of the country. The varieties studied were Nicaragua, and Cabo Verde originating from the islands of the same name in Africa. The majority of the foliar diseases observed were caused by fungi and bacteria, but others were due to mites and abiotic factors. The angular spot caused by a *Xanthomonas* sp., was the most common disease found in the two varieties studied in all of the localities surveyed.

Key words: Tempate, *Jatropha curcas*, Diagnóstico, Diseases, Nicaragua.

INTRODUCCION

El uso de aceites de origen vegetal como combustibles constituye una alternativa promisoría. Entre las plantas cuyo aceite podría ser utilizado para tal fin está el "tempate piñón" (*Jatropha curcas* L.), familia Euphorbiaceae. Esta planta de hábito perenne, originaria de América del Sur (Peixoto 1973), se adapta a diferentes condiciones edáficas, ecológicas y climatológicas, su presencia ha sido informada en todos los continentes, y se puede hallar desde el nivel del mar hasta más de 1000 m de altitud. En Nicaragua, se encuentra en forma silvestre, cercas vivas y es usada en las áreas rurales para aliviar infecciones bucales.

En 1989, se iniciaron los estudios sobre el tempate en Nicaragua, pero fue hasta 1994, cuando la empresa de petróleo de este país (PETRONIC) sembró la primera plantación comercial de 1000 ha en el occidente del país. PETRONIC (1994) espera desarrollar este nuevo cultivo y la industrialización del aceite de tempate para sustituir hasta en 10% las importaciones de diesel. Para el año 2000, se espera una sustitución parcial del 0,31%. Sin embargo, Munch y Kiefer (1986) informaron de patógenos asociados a enfermedades en este cultivo en países donde se ha domesticado la planta. Dada la importancia de este nuevo cultivo y la falta de información sobre las enfermedades asociadas a él en Nicaragua, se realizó este trabajo con el objetivo de hacer un reconocimiento de los patógenos que lo atacan y su incidencia en diferentes localidades donde existen plantaciones.

Recibido: 21/05/98. Aprobado: 23/03/99.

*Parte de Tesis de MSc. del primero de los autores.

**Area de Fitopatología. CATIE/INTA-MIP(NORAD). Apartado. P-116, Managua, Nicaragua.

MATERIALES Y METODOS

Este estudio se realizó en parcelas experimentales de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-León) entre 1993 y 1994. Los sitios seleccionados fueron el Torreón (Posoltega, Chinandega), Hacienda La Polvosa (Mateare, Managua), Comarca Los Madrigales (Masaya, Masaya), Sébaco (Matagalpa) y Juigalpa (Chontales). Se evaluaron plantas de dos variedades de tempate; la variedad Nicaragua, originaria de Masaya y la variedad Cabo Verde, originaria del archipiélago del mismo nombre en Africa. Las plantas tenían un año de establecidas y fueron sembradas por trasplante, en suelos preparados con labranza convencional.

Se realizó una descripción de los síntomas y se aislaron los microorganismos en medios Papa Dextrosa Agar (PDA) y Agar Nutritivo (AN) para su identificación.

Para determinar la incidencia de las enfermedades en cada localidad, se seleccionaron al azar 40 plantas de cada variedad y se estimó con este parámetro con la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{No. de plantas enfermas}}{\text{Total de plantas muestreadas}} \times 100$$

RESULTADOS Y DISCUSION

Las enfermedades observadas en las plantaciones de tempate muestreadas se presentan en el Cuadro 1. La mayoría de síntomas se observaron en ambas variedades; sin embargo, la variedad

Nicaragua fue la más susceptible al ataque de patógenos.

Síntomas de las enfermedades y su agente causal

Los síntomas de las principales enfermedades encontradas fueron los siguientes:

Mancha angular del tempate: Mancha de color café oscuro, limitada por las nervaduras, confiriéndole una forma angulada (Fig. 1). Está rodeada por un halo amarillo, precrótico con exudado bacteriano. En estados de desarrollo avanzados,

la mancha se observa necrótica y con un crecimiento blancuzco en el centro.

Pequita o mancha circular: Mancha circular pequeña y amarilla (Fig. 2). En el envés de las hojas se observan estructuras fungosas sobre las manchas. En ataques severos, la hoja se cubre de manchas amarillas similares a pecas.

Mosaico amarillo: Las hojas muestran un manchado clorótico y decoloración de las nervaduras, similar al causado por deficiencia nutricional (Fig. 3). Las plantas afectadas no se desarrollan normalmente y permanecen pequeñas.

Antracnosis: Son lesiones necróticas grandes y con formas irregulares (Fig. 4). Generalmente se inician en los bordes de las hojas y en ocasiones en el centro. En el envés de las hojas aparecen acérvulos café oscuro.

CUADRO 1. Enfermedades del tempate (*Jatropha curcas* L.) y sus agentes casuales en Nicaragua.

Enfermedad	Agente Causal	Variedad
Mancha angular	<i>Xanthomonas</i> sp.	Nic/CV
Pequita o mancha circular	<i>Dothiorella</i> sp.	Nic
Mosaico amarillo	<i>Genminivirus</i>	Nic
Antracnosis	<i>Colletotrichum</i> sp.	Nic/CV
Mildeo polvoso	<i>Oidium</i> sp.	Nic/CV
Marchitez del fruto	<i>Alternaria</i> sp.	Nic/CV
Pudrición seca	<i>Fusarium</i> sp.	Nic

Variedad: Nic = Nicaragua. CV = Cabo Verde

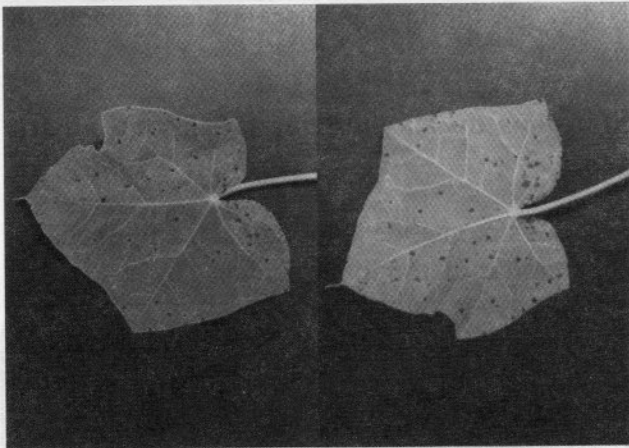


Fig. 1. Mancha angular del tempate. A. Haz. B. Envés.

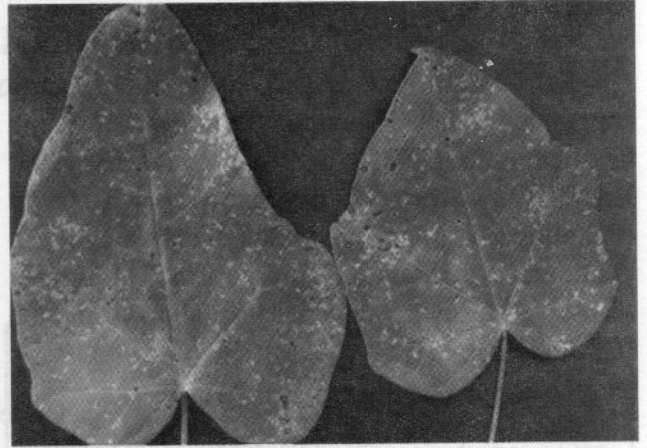


Fig. 2. Mancha circular del tempate.

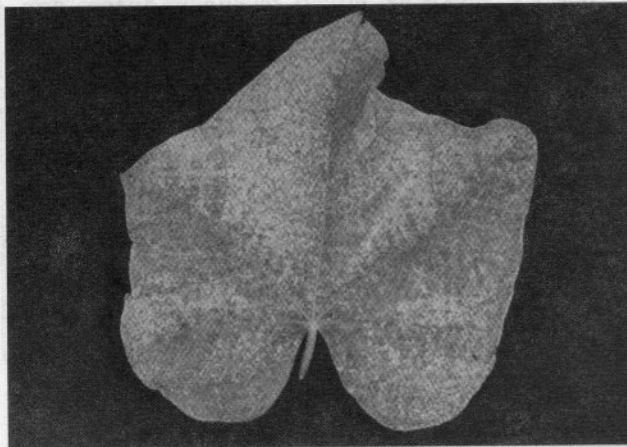


Fig. 3. Mosaico amarillo del tempate.

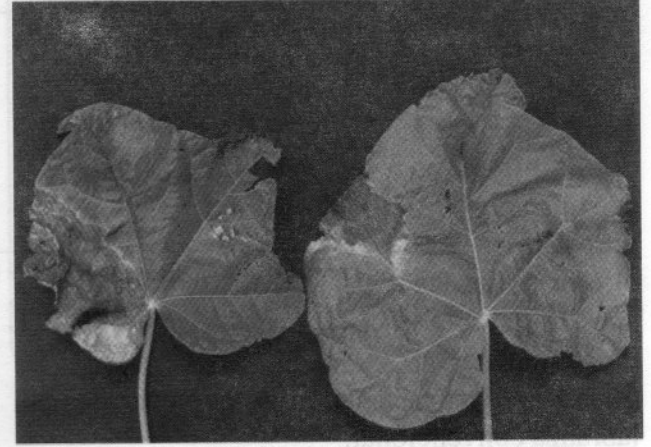


Fig. 4. Antracnosis del tempate

Mildeo polvoso: Las hojas muestran lesiones pardas cubiertas de estructuras fungosas blancuzcas, que forman una capa semejante a polvo.

Marchitez del fruto: Los frutos pequeños recién formados se maduran precozmente y denotan flacidez en el pedicelo. En los frutos afectados se encontraron ácaros con estructuras de hongos en su cuerpo.

Pudrición seca de las ramas: Pequeñas ramas con follaje joven en los ápices, se secan y quiebran fácilmente. En las lesiones se encontraron estructuras del hongo *Fusarium* spp.

La escaldadura, clorosis foliar y ensanchamiento basal del tallo, posiblemente están

asociados a causas abióticas, como disponibilidad de nutrimentos y estado físico del suelo:

La requema o escaldadura: Lesiones foliares, alargadas e irregulares que cubren completamente las hojas. Inicialmente se observaron cloróticas y posteriormente se tornaron necróticas y quebradizas.

Clorosis foliar: Las hojas muestran amarillamiento, aparentando una deficiencia nutricional.

Ensanchamiento basal del tallo: Las plantas no crecen más de 50 cm. La base del tallo se engrosa y causa estrangulamiento en la planta, que no permite el desarrollo de hojas y ramas. Esta enfermedad se observó en suelos mal drenados y compactados.

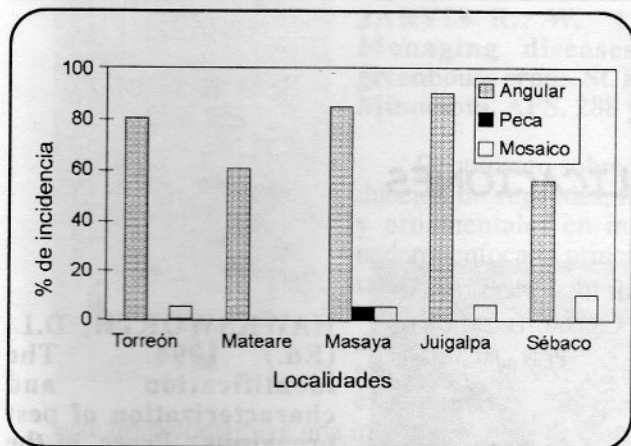


Fig. 5. Incidencia de las enfermedades del tempate (*Jatropha curcas*) en Nicaragua, junio-julio 1993.

Incidencia de las enfermedades en las diferentes localidades

En todo el año se observó la mancha angular (Fig. 5) y el mosaico amarillo y en la época lluviosa la pequita y la marchitez del fruto, esta última se asoció al ataque de ácaros. En la época seca se incrementó la antracnosis y pudrición seca. El mildew atacó las planta en invernadero. La mancha angular del tempate fue la enfermedad de mayor incidencia (>50%) en todas las localidades.

Es probable que la incidencia de las enfermedades esté asociada con los niveles de humedad. Estudios realizados por Reyes *et al.* (1992) y Padilla y Torres (1993), demuestran que en El Torreón, Masaya y Juigalpa la distribución de las lluvias fue uniforme (700-1500 mm). En Mateare, aunque la precipitación anual fue mayor a 1000 mm, su distribución fue irregular, lo cual quizás desfavorece el desarrollo de algunas enfermedades. Esta localidad está ubicada cerca de montañas y es una zona con actividad principalmente ganadera. Sébaco es una localidad de clima seco (600 mm) y temperaturas más bajas que las otras localidades; sin embargo, en esta

región se cultivan más hortalizas y leguminosas, algunas susceptibles al ataque de virosis, lo cual podría estar asociado con la mayor presencia del mosaico del tempate. El mosaico amarillo se observó principalmente en la variedad Nicaragua. La presencia de insectos chupadores en el cultivo, como la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y la chicharrita (*Oncometopia sp.*) podrían estar relacionadas con el desarrollo de esta enfermedad. La fertilidad del suelo podría ser un factor clave asociado con la incidencia de enfermedades. Las localidades de Torreón, Masaya y Juigalpa presentan mayor fertilidad que Sébaco y Mateare.

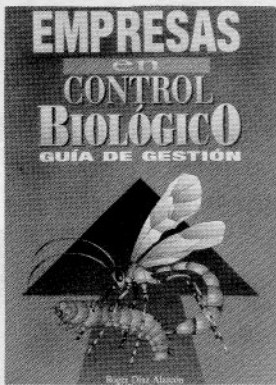
En conclusión, las enfermedades foliares son las más comunes en el cultivo de tempate en Nicaragua, y la mancha angular, la enfermedad de mayor incidencia en ambas variedades y localidades. Es conveniente confirmar el diagnóstico de las enfermedades determinadas y estudiar su epidemiología, así como evaluar las posibles pérdidas en la producción ocasionadas principalmente por la mancha angular del tempate.

LITERATURA CITADA

- MUNCH, E.; KIEFER, J. 1986. Die Purgiernuss (*Jatropha curcas* L.). Botanik, Ökologie, Anbau (Teil I). Ernteprodukt, Verwendungsalternativen, Wirtschaftliche Überlegungen (Teil II), Institut für Pflanzenproduktion in den Tropen und Subtropen, Universität Hohenheim, postfach 700562, 7000 Stuttgart 70, 276p.
- PADILLA, J.D.; TORREZ, A.L. 1993. Comportamiento de dos variedades de tempate (*Jatropha curcas* L.) en el pacífico de Nicaragua. Tesis Ing. Agr. León, Nicaragua, UNAN. 62 p.
- PEIXOTO, A.R. 1973. Plantas Oleaginosas Arbóreas. Sao Paulo, Brasil, Livraria Nobel. 284 p.
- PETRONIC. 1994. Proyecto Tempate, Evaluación Técnico-Económica. Managua, Nicaragua. 30 p.
- REYES, A.; GONZALES, R.J.; GOMES, M.; AKER, CH. 1992. Ensayos regionales de variedades y métodos de siembra de tempate. Informe Anual 1992-1993. León, Nicaragua, Proyecto Tempate. UNAN. 40 p.

SECCION INFORMATIVA

RESEÑAS DE PUBLICACIONES

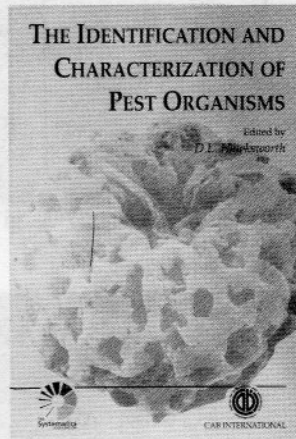


ROGER DIAZ ALARCON. 1996. Empresas en control biológico; guía de gestión. Lima, Perú, Red de Acción de Alternativas al Uso de Agroquímicos. 162 p.

La elaboración de esta publicación, de acuerdo a su autor, se debe a que la difusión práctica del control biológico, con pocas excepciones está dirigida por los

organismos estatales. Por tanto, se intenta que la empresa privada se involucre en el control biológico, mediante la formación de empresas autogestionarias. Este tipo de control aparece como una alternativa segura y limpia, que consiste en el aprovechamiento de otros organismos como agentes de combate de las plagas. Esta ha funcionado con éxito en el control de un grupo de insectos y ácaros en Perú. El documento presenta lineamientos generales de gestión empresarial para laboratorios que producen biocontroladores. Su finalidad es orientar las actividades, esfuerzos y recursos de personas interesadas en convertir el control biológico en una actividad sostenible en el medio rural y también una alternativa permanente y eficaz para el manejo de plagas de los cultivos. Sus temas centrales son: el estudio del mercado de los biocontroladores; el plan comercial, políticas y estrategias para poner a disposición del usuario los productos en la cantidad y en el momento oportuno; programas de producción de la empresa, incluye costos, presupuestos, ingresos, etc; organización de la empresa; organización-gestión empresarial; inversiones para la implementación de un laboratorio y condiciones de financiamiento; elementos de evaluación económica y financiera, rentabilidad. Se resalta el interés de dar un manejo comercial a los laboratorios de producción de biocontroladores y garantizar su permanencia, incluyendo parámetros de calidad de los componentes biológicos del proceso de producción y los factores genéticos de biocontroladores.

(Reseñado por: MBA Orlando Arboleda, Consultor).

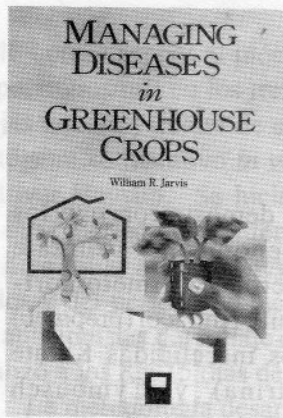


HAWKSWORTH, D.L. (Ed.) 1994. The identification and characterization of pest organisms. Procc. of the Third Workshop on the Ecological Foundations of Sustainable Agriculture (Egham, 1993). CABI. The Systematics Association. 501 p.

Este texto reúne las ponencias del 3º Taller sobre Fundamentos Ecológicos de la Agricultura Sostenible. En el Taller se enfatizaron aspectos relacionados con la identificación y caracterización de organismos plaga.

El contenido está estructurado en cuatro capítulos amplios, que abordan con detalle tópicos relacionados con los servicios de Biosistemática (taxonomía, nomenclatura, identificación, información biológica, etc. de un organismo determinado) enfocada hacia los ámbitos agrícola y veterinario; considerando el desarrollo e implementación de servicios de identificación y caracterización de las plagas. También, se enfatiza el uso de bases de datos como fuente de información y consulta. Se documenta con detalle lo relacionado con la Biosistemática; cuando ésta analiza, mediante técnicas moleculares, microscopía electrónica y morfometría, los caracteres distintivos de un organismo específico. En el ámbito molecular y bioquímico, presenta el uso de hidrocarburos, pruebas enzimáticas, técnicas quimiotaxonómicas, isoenzimas, anticuerpos mono y policlonales, serología, PCR, sondas ADN y RAPD's como herramientas útiles para el estudio y clasificación de organismos.

Finalmente, se discuten una serie de consideraciones a tomar en cuenta para normar las actividades de identificación y caracterización de organismos plaga. Estas se agrupan por prácticas, nomenclatura, recursos humanos, recursos de colección e información para mejorar e integrar los esfuerzos de los científicos que trabajan en esta interesante disciplina biológica. (Reseñado por: M.Sc. Gonzalo Galileo Rivas Platero. CATIE, Area de Agricultura Tropical Sostenible).

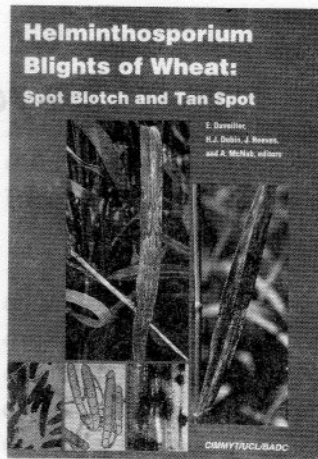


JARVIS R., W. 1993. Managing diseases in greenhouse crops. St. Paul, Minnesota, APS. 288 p.

Documento sobre producción de vegetales, frutas y ornamentales en invernadero, enfocado principalmente a países de clima templado. Sin embargo, dada la importancia que ha tomado el cultivo bajo techo en los países de clima cálido,

este libro constituye una importante obra de consulta, principalmente sobre problemas fitosanitarios más frecuentes en invernadero. La primera parte del documento incluye información general sobre el cultivo en condiciones de invernadero, así como aspectos sobre su construcción. La segunda parte discute el manejo de plagas, que dada las condiciones climáticas dentro de un invernadero, pueden ser muy difíciles de manejar. El autor discute algunas de las estrategias de manejo, con énfasis en la prevención, tales como prácticas culturales y control biológico, dentro del concepto de MIP.

(Reseñado por: Dra. Vera Sánchez. Unidad de Fitoprotección, CATIE).



Helminthosporium Blights of Wheat: Spot Blotch and Tan Spot. 1997. E. Duveiller; H.J. Dubin; J. Reeves; A. McNab (Eds.). México, CIMMYT-UCLBADC. 376 p.

Obra de consulta muy completa sobre las enfermedades de trigo conocidas como helmintosporiasis, tizón o quema de las hojas, causada por *Bipolaris*

sorokiniana y mancha amarilla causada por *Pyrenophora tritici-repentis*. Incluye 58 ponencias en las cuales se discuten temas generales, como la biología, distribución y taxonomía de este grupo de patógenos, así como temas más específicos, como la caracterización de poblaciones de estos hongos mediante el análisis de ADN. También incluye la experiencia en el manejo de estas enfermedades, generada en países como India, Bangladesh, China, Nepal, Canadá, Paraguay, Uruguay, México y Bolivia. El documento está dirigido a técnicos e investigadores que trabajan con este patógeno.

(Reseñado por: Dra. Vera Sánchez, Unidad de Fitoprotección, CATIE).

CATIE MEJORA EL ACCESO ELECTRONICO LOCAL Y REMOTO

CATIE ha mejorado su capacidad de acceso electrónico interno y externo, mediante el aumento del ancho de banda de las líneas dedicadas a Internet, correo electrónico y videoconferencias.

Desde 1997, el Centro ha hecho esfuerzos para la solución de los problemas de transmisión de datos, especialmente, lo referente al tiempo de respuesta en el acceso a Internet.

A partir de 1999, se implementó un nuevo sistema, que permitió pasar de 24 Kbps a 256 Kbps. Esto incluyó también un nuevo proveedor de servicios y la instalación de un enlace de cobre entre CATIE y el ICE (Instituto Costarricense de Electricidad) en la ciudad de Turrialba.

Como resultado de estos cambios CATIE se ha convertido en uno de los nodos de Internet más veloces de Costa Rica. Lo más significativo de este cambio es la mejora en el tiempo de respuesta del acceso a Internet, y la estabilidad de enlace, que facilita a los usuarios externos la consulta de la información disponible en el WEB de la Institución.

Otro cambio significativo ha sido la instalación de una línea de ISDN (Integrated Services Digital Network), que permite la transmisión de voz, datos, video, simultáneamente, en videoconferencias.

En 1999 CATIE implementará un programa de videoconferencias y educación a distancia con el propósito de ofrecer mejores servicios de diseminación de la información generada por el CATIE, así como por las instituciones cooperantes.

TESIS DE POSTGRADO

DURAN M., J. 1998. Uso de *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Deuteromycota: Hyphomycetes) como alternativa de control del picudo del chile *Anthonomus eugenii* Cano (Coleoptera: Curculionidae). Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 110 p.

El uso de hongos entomopatógenos para el control de plagas de importancia agrícola se ha incrementado en los últimos años, debido a los riesgos de contaminación y toxicidad que implica el uso de plaguicidas. Además el empleo de estos hongos reduce los daños al ambiente, procura mejorar la producción; también los resultados de investigaciones sobre el efecto de los plaguicidas en la inhibición de estos hongos son muy promisorios.

El objetivo de este estudio fue evaluar la eficacia del hongo entomopatógeno *B. bassiana* en combinación con el control químico para el control integrado del picudo del chile *A. eugenii* tanto en condiciones de campo como de laboratorio; así como determinar el efecto sinérgico de los plaguicidas sobre el crecimiento de *B. bassiana*.

El efecto de las combinaciones del insecticida Regent (fipronil) con esporas de *B. bassiana* y aceite agrícola para el control de *A. eugenii* se probó en condiciones de campo. La mayor cantidad de frutos se produjo con los tratamientos con aceite agrícola e insecticidas que además redujeron la cantidad de adultos capaces de producir daño.

En las pruebas de laboratorio se determinó que el insecticida Regent (fipronil) sólo o en combinación con *B. bassiana*, y *B. bassiana* en formulación con el aceite agrícola Agrol, fue eficaz para el control de adultos del picudo del chile. El TL de adultos varió de 6,48 para el insecticida Regent + *B. bassiana* a 50,64 para *B. bassiana*. Los tratamientos con insecticidas causaron una mortalidad de 100% de los adultos desde el primer día de la aplicación. El uso de dosis bajas de insecticidas en combinación con *B. bassiana* puede ser una alternativa para el control del picudo del chile porque predispone al insecto al ataque del hongo.

El efecto de los plaguicidas sobre la germinación y el crecimiento de *B. bassiana* se evaluó en

laboratorio. Los resultados demostraron que los fungicidas Benlate (benomyl), Curzate (mancozeb+cymoxanil), Acrobat (dimetomorf-mancozeb), Daconil (clorotalonil), Antracol (propineb) y Dithane (mancozeb), y los insecticidas Karate (karate), Decis (deltametrina) y Cymbusch (cipermetrina) afectaron de manera significativa la germinación y el crecimiento de *B. bassiana*. Por el contrario, los fungicidas Aliette (fosetyl-Al), Previcur (propamocarb) y Kocide (oxicloruro de cobre), los insecticidas Ambush (permetrina), Confidor (imidacloprid), Sevin (carbaryl), Vydate (oxamil), Regent (fipronil), Malation (malation), Tamaron (metamidofos) y Thiodan (endosulfan), así como los coadyuvantes Nufilm (pinolene), NP-7 (alquil aril polimer), Agrol (aceite parafínico), Citowett (alquil-aril poliglicol) y WK (nonoxinol) no afectaron en forma significativa el crecimiento y la germinación del hongo entomopatógeno.

PEREZ MANCIA, J.E. 1998. Efecto de sustratos, celulosa y glucano, sobre antagonistas de *Phytophthora infestans* en tomate. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 84 p.

El tomate es un cultivo rentable y ampliamente distribuido en toda el área centroamericana; sin embargo, su producción se ve limitada por el ataque de patógenos como *P. infestans*, causante del tizón tardío. En este trabajo se evaluó el efecto de dos sustratos: celulosa (1 y 2 g/L) y glucano (40 y 80 g/L de glucano coloidal 0,28% p/v), cinco organismos antagonistas provenientes de la colección de CATIE: *Serratia* sp. (054), *Penicillium* spp. (067 y 071), *Trichoderma* sp. (069) y *Fusarium* sp. (108), sobre el desarrollo de *P. infestans* en los cultivares de tomate Hayslip y Pieraline, en condiciones de invernadero.

Veinticuatro horas después de aplicados los sustratos, se inocularon los antagonistas (10^5 esporas y 10^7 unidades formadoras de colonias de los aislamientos de hongos y bacterias respectivamente)

y 48 horas después el inóculo de *P. infestans* (8×10^3 esporangios/ml) en los tres foliolos terminales de las hojas tercera y cuarta de cada planta. El inóculo del patógeno se mantuvo *in vivo* en hojas de tomate del cultivar Hayslip. Se hicieron observaciones diarias de la severidad de la enfermedad según el porcentaje de área foliar afectada (PAFA) en los foliolos inoculados y del período de incubación. La recuperación de antagonistas del follaje de las plantas inoculadas se realizó a los 8 y 15 días después de la aplicación.

La metodología desarrollada para la inoculación del patógeno, en condiciones de invernadero resultó eficaz, con una excelente infección del hongo en el testigo.

Todos los antagonistas evaluados mostraron un efecto claro de interferencia sobre el desarrollo de la enfermedad en estas condiciones, pues disminuyeron la severidad de la enfermedad en más de 200%, respecto al testigo. *Penicillium* sp. (067) fue el mejor antagonista, presentando la menor severidad cuando fue aplicado con sustratos y no permitió el desarrollo de la enfermedad cuando se aplicó sin sustratos, características que le dan un alto potencial como agente de control biológico de *P. infestans*. Los sustratos ejercieron un efecto negativo sobre *Trichoderma* sp. (069) ya que la severidad de la enfermedad aumentó cuando dicho antagonista se inoculó después de la aplicación de los sustratos.

La severidad observada con los antagonistas fue mayor cuando se aplicó glucano comparada con el uso de celulosa, independientemente de las concentraciones evaluadas. El mejor sustrato evaluado fue celulosa 2 g/L pues se observó el menor nivel de severidad y mayor período de incubación al combinarse con los antagonistas, a excepción de *Trichoderma* sp. (069). No se observó efecto antagónico cuando el sustrato (celulosa 2 g/L) y el antagonista (*Penicillium* sp. 067) fueron aplicados 1 ó 2 semanas antes que el patógeno. La mejor época para recuperar antagonistas del follaje inoculado fue 8 días después de su inoculación. El cultivar Perialine presentó tolerancia al ataque de *P. infestans* pues no presentó síntomas de la enfermedad.

En condiciones de campo, la formulación con aceite y agua favoreció el efecto antagonista, de *Fusarium* sp. (108), únicamente. Los resultados obtenidos aportan información importante para el control biológico de *P. infestans* y sugieren la necesidad de continuar investigando con otros antagonistas y combinaciones de sustratos.

ROJAS A., L. 1998. Diversidad de especies de Auchenorrhyncha, (Homoptera) en cafetales con diferentes tipos de sombra, en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 82 p.

Entre los sistemas agroforestales predominantes en Mesoamérica y el Caribe, se destaca el café (*Coffea arabica* L.). Los árboles de sombra que lo acompañan cumplen funciones importantes en dichos agroecosistemas, como la incorporación de materia orgánica, la fijación de nitrógeno, la recirculación de nutrientes y la disminución de la erosión del suelo. En Costa Rica y otras regiones del mundo, dichos agroecosistemas han mostrado gran estabilidad en las poblaciones de insectos herbívoros, pero se desconoce la importancia de la sombra en dicha estabilidad. Estudios recientes han demostrado que el componente arbóreo en esos agroecosistemas es factor importante en la alta diversidad de especies.

Por tanto, para valorar la importancia de la sombra en la diversidad de especies se eligió un grupo de homópteros (suborden Auchenorrhyncha) bien conocido taxonómicamente, del cual se estudiaron sus patrones de diversidad y similitud de especies en tres sistemas contrastantes: café sin sombra, café-poró y café-poró-laurel. Para ello se seleccionaron tres parcelas comerciales de cada tipo de sistema, en la región de Turrialba, Costa Rica. En cada una de ellas se efectuaron tres muestreos en cada componente (café, poró y laurel), se muestrearon 400 plantas y 20 de poró y laurel por parcela. En el laboratorio se separaron las especies y se contabilizó el número de individuos por especie para posteriormente graficar las curvas de abundancia de especies y de rarefacción para cada sistema. Se calcularon varios índices de diversidad (Simpson, Shannon-Wiener, Margalef), dominancia (Simpson), equidad y similitud de especies (Sorensen, Jaccard, Simpson y Morisita) para cada sistema componente y parcela; los datos de similitud se complementaron con un análisis de conglomerados.

En los tres tipos de sistemas el 58% de las especies y el 71% de los individuos pertenece a la familia Cicadellidae, la cual fue seguida en abundancia por Membracidae y Cercopidae. En cada sistema hubo una especie predominante: *Graphocephala* sp. en café sin sombra, *Fusigonalia lativittata* en café-poró y *Hebralebra nicaraguensis* en café-poró-laurel; sin embargo, ellas estuvieron poco o nada representadas en los demás sistemas, componentes o parcelas;

solamente *F. lativittata* predominó en el componente de café, independientemente del tipo de sistema.

Tanto la riqueza como la diversidad de especies de homópteros fueron mayores en el sistema de café-poró, mientras que no hubo tendencias claras al respecto para los sistemas de café sin sombra y café-poró-laurel, debido en parte al efecto específico de algunas localidades (parcelas). Sin embargo, el cultivo

de café casi siempre mostró la mayor diversidad de especies, y sus valores se incrementaron en los sistemas mixtos. Los sistemas con mayor similitud de especies entre sí fueron el café-poró y el café-poró-laurel, pero la composición de especies por componente y por parcela (localidad) tuvo una alta variabilidad, dependiente en gran parte de la ubicación geográfica de las parcelas y de la fecha de muestreo.

FUTUROS EVENTOS

Mayo, 1999

5th International Conference on Plant Protection in the Tropics

Información:

Malaysian Plant Protection Society (MAPPS)
N.Z. Radziah
EMail: sivagam@marchi.my
Fax 60-3-656-5251

18 - 21 Mayo, 1999

Congreso Internacional de Producción Orgánica de Hortalizas en el Trópico

Información:

REDCAHOR
Apartado 6742-1000
San José, Costa Rica
Tel.: (506)229-0200
Fax: (506)229-4689
EMail: jechever@iica.ac.cr

21 Mayo - 3 Julio, 1999

International Course on Integrated Pest Management

Información:

International Agricultural Centre
P.O. Box 88
6700 A.B. Wageningen - The Netherlands
Fax: 731-317-418552

3 - 6 Junio, 2000

22nd Brazilian Weed Science Congress
Foz do Iguassu, PR, Brazil

Información:

B.N. Rodrigues
EMail: sbcpd@cnpso.embrapa.br ó noedi@pr.gov.br

1 - 4 Julio, 1999

XVI Congreso Venezolano de Entomología

Información:

Instituto de Zoología Agrícola.
Fac. de Agronomía. Universidad Central de Venezuela
Apartado Postal 4579
Maracay 2101-A Estado de Aragua, Venezuela
Fax: 043 507085
EMail: entomologia@unefm.edu.ve

25 - 30 Julio, 1999

14th International Congress on Plant Protection

Información:

IPPC Secretariat
P.O. Box 50006
Tel Aviv 61500
Israel
Fax: 972-35140077
EMail: ippc@kenes.com

16 Agosto - 8 Octubre, 1999

International Integrated Pest Management Course on Rice

Información

The Director
National Crop Protection Center,
University of Philippines
Los Baños, College,
Laguna 4031
Philippines
Fax: 63-049-536-2409
EMail: ncpc@laguna.net

27 Setiembre - 1 Octubre 1999

X Congreso Latinoamericano de Fitopatología y XXVI Congreso de la Sociedad Mexicana de Fitopatología

Información

Lic. Verónica González Partida
VERAMAR, López Mateos Nte.
1010-9
Guadalajara, Jalisco, México
Fax: 52-3-6427982
EMail: Veramar@vinet.com.mx

17-20 Octubre, 1999

Evaluating indirect ecological effects of biological control, IOBC Symposium

Información:

Montes de Oca
IDBC Symposium, Ave
Agropolis,
34394
Montpellier, Cedex 5, France
EMail: iobc.symp@agropolis.fr
Fax: 33-4-6704-7599

17-22 Octubre, 1999

IV Congreso Mundial del Aguacate

Información:

Dr. Daniel Teliz
Colegio del Postgraduados,
Instituto de Fitosanidad
Montecillo, Texcoco
Edo. México, CP. 562 30
EMail: dteliz@cdpos.colpos.mx

16 - 19 Marzo, 2000

Tizón tardío: un reto para la seguridad alimentaria mundial

Información:

GILB, CIP
Apartado 1558, Lima 12, Perú
Fax: 51-1-349-5638
EMail: m.kearl@cgnet.com

18 - 19 Marzo, 2000

Symposium on Biological Control in the Tropics

Información:

Symposium Organizing Committee, MARDI
P.O. Box 12301, 50774 Kuala Lumpur, Malasia
Tel.: 60-03-948-7639
Fax: 60-03-943-7432
EMail: anwar@mardi.my

19 - 21 Mayo, 2000

World Neem Conference

Información:

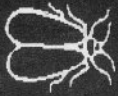
M.B. Isman
Dept. of Plant Science
University of British Columbia
Vancouver, B.C. V6T 1Z4,
Canadá
Fax: 1-604-822-8640

20 - 26 Agosto, 2000

21st International Congress of Entomology

Información:

D.L. Gazzoni
Iguassu Falls, Brazil.
EMail: francovi@sercomtel.com.br
Web site: www.embrapa.br/ice



MOSCA BLANCA AL DIA

Coordinador: Luko Hilje
(lhilje@catie.ac.cr)



No. 26

Marzo, 1999

NOTA EDITORIAL



No hay razón para no estar bien informado acerca de moscas blancas y geminivirus. Esto se muestra claramente en el contenido del presente boletín: redes, talleres, bibliografías, boletines y grupos de discusión. ¿Qué falta? Pensamos que, sobre todo, la coordinación y acción necesarias para transformar este conocimiento en tecnologías útiles para los agricultores del continente, que tanto requieren nuestros aportes. Hoy celebramos la constitución de la Comisión Nacional en Argentina, e instamos a las de los demás países a intensificar sus acciones, para que en el VIII Taller demostramos que cada vez estamos más cerca de nuestros agricultores.

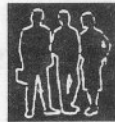
ARGENTINA



Recientemente se conformó la Comisión Nacional de Mosca Blanca en Argentina, en la cual participan funcionarios del INTA de las provincias de Córdoba, Tucumán y Buenos Aires. Su coordinadora es Mariana Mabel Viscarret, cuya dirección es: Insectario de Investigaciones para Lucha Biológica, INTA. CC. 25 (1712), Castelar, Buenos Aires. Tel 4814320/4420. Fax 6210670.

mviscarret@cica.inta.gov.ar

VIII TALLER



El VIII Taller Latinoamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas y Geminivirus se realizará en Recife, Brasil, del 17 al 20 de octubre de 1999. Ya se ha conformado el Comité Organizador, que está muy activo. Oportunamente incluiremos información detallada. Contacto: **José Renato Bahia de Oliveira** (EMBRAPA/IPA). Av. Gal. San Martín,

1371-Bonji. CEP 50761-000 Recife, Pernambuco, Brasil.
Tel (081) 445-2200 (ext. 259). Fax: (081) 445-3939.
mosca@ipa.br

PLAN DE ACCION



En la revista *Manejo Integrado de Plagas* No. 49, apareció el artículo **Un modelo de colaboración agrícola internacional para el manejo de moscas blancas y geminivirus en América Latina y el Caribe**, escrito por Luko Hilje. Contiene una síntesis crítica del primer lustro de nuestro *Plan de Acción para el Manejo de Moscas Blancas y Geminivirus en Latinoamérica y el Caribe*, que incluye el origen del Plan, así como su estrategia, objetivos, metas, logros, fortalezas, debilidades y perspectivas. Está disponible como separata gratuita, así como en el sitio electrónico de la revista: <http://www.catie.ac.cr.80/~cicmip/>

REDCAHOR

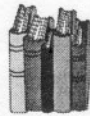


Aprovechando el VII Taller, en Nicaragua, se constituyó el **Grupo de Trabajo para el Manejo Integrado del Complejo Mosca blanca-geminivirus en América Latina y el Caribe**, de REDCAHOR. Su énfasis será el desarrollo de cultivares de tomate, chile y ayote con resistencia a geminivirus, y adaptados a condiciones locales. En esta reunión inicial participaron colegas de Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, República Dominicana y Cuba, así como Pamela Anderson y Francisco Morales (Proyecto Mundial MB-CIAT); no obstante, la participación está abierta para otros interesados.

Se acordó solicitar el apoyo económico a REDCAHOR para efectuar sus actividades, así como para el establecimiento de

una página electrónica referida al Grupo (integrantes, actividades y logros), que permita el intercambio ágil y rápido de ideas y experiencias. Las próximas actividades serán: **a)** Solicitar germoplasma con resistencia reportada a geminivirus a programas de mejoramiento de varios países, para evaluarlos con los geminivirus nativos; **b)** Definir las zonas donde se deberían realizar las evaluaciones de campo, en los diferentes países; **c)** Elaborar una metodología uniforme para las evaluaciones de resistencia; **d)** Colaborar en los esfuerzos de caracterización de geminivirus nativos; **e)** Definir las necesidades y temáticas de capacitación; y **f)** Definir las prioridades de investigación para los próximos dos años (1999-2000).

Para mayor información, contactar a: **Ing. Jorge Hernán Echeverri** (REDCAHOR-IICA). Tel. (506) 2160259. Fax (506) 2294689 o 216 0258. jechever@iica.ac.cr



BIBLIOGRAFIA

En enero de 1999 apareció el cuarto *addendum*, con 422 nuevas referencias, del documento *Bibliography of Bemisia tabaci (Gennadius) and Bemisia argentifolii Bellows and Perring*. (S.E. Naranjo, G.D. Butler y T.J. Henneberry), y se puede conseguir de manera sencilla y gratuita, junto con la lista completa hasta diciembre de 1998.

Ambos documentos se pueden obtener por correo electrónico, en el siguiente sitio: <http://pwa.ars.usda.gov/wcrl/>. Se pueden acceder en ProCite (2.11 para DOS y 4.03 para Windows 95), Word 7.0, o formato de ASCII. Otra opción es que usted envíe un diskette en blanco y le será devuelto con el contenido de los documentos, para lo cual debe enviar su solicitud al Dr. Steve Naranjo: *Western Cotton Research Laboratory, 4135 E. Broadway Phoenix, AZ 85040*. Fax 602-379-4509, snaranjo@ix.netcom.com



Bemisia NEWSLETTER

Recientemente apareció el boletín No. 11, el cual contiene los siguientes temas: estatus de mosca blanca mundialmente; síntesis sobre el simposio mundial en Puerto Rico; establecimiento de la Red Europea para el Estudio de la Mosca Blanca (EWSN); nuevos problemas en algodón, en Africa Occidental; publicaciones recientes; e instrucciones para afiliarse al Grupo de Discusión sobre Mosca Blanca, por internet (ver próxima sección). Las direcciones de sus

editores son: Dr. Walker A. Jones (USDA, Texas, w-jones@pop.tamu.edu) y Dr. Dan Gerling (Israel, dangr@ccsg.tau.ac.il). Además, el boletín se puede acceder en el siguiente sitio:

<http://165.95.55.206/biru/bemisia11.htm>



GRUPO DE DISCUSION

Es posible participar en el Grupo de Discusión sobre Mosca Blanca, por internet, para enviar y recibir información con colegas de todo el mundo. Es gratuito, y el procedimiento es muy sencillo, como se indica a continuación.

Envíe un mensaje, sin texto alguno, a listserv@listserv.tamu.edu, y en el cuerpo del mensaje escriba **subscribe whitefly-l sunombre**; cuando desee retirarse escriba **unsubscribe whitefly-l sunombre**. Cuando usted quiera enviar información hágalo a whitefly-l@tamu.edu. Si necesita ayuda, contacte a Reyes García III, quien es el administrador de este servidor electrónico.



PLAN EE.UU.

En enero se efectuó en Albuquerque, Nuevo México, la **Sétima Reunión Anual sobre el Plan Quinquenal de Moscas Blancas para los EE.UU.** Pronto será publicada la memoria *Silverleaf Whitefly. National Research, Action and Technology Transfer Plan, 1997-2001: Second Annual Review of the Second 5-Year Plan*, sobre lo cual informaremos oportunamente.



ESTE BOLETIN ESTA DISPONIBLE POR CORREO ELECTRONICO, EN LA SIGUIENTE DIRECCION:

<http://www.catie.ac.cr.80/~cicmip/>

POR FAVOR, FOTOCOPIE ESTE BOLETIN Y ENVILO RAPIDAMENTE A TODOS LOS INTERESADOS QUE CONOZCA

Este boletín es copatrocinado por:

CATIE





ACCIONES MIP EN HORTALIZAS

CRÍA DE *Plutella xylostella* PARA MULTIPLICACIÓN DE SUS PARASITOIDES

Freddy Miranda Ortiz*
Jossué Brenes Blanco**
Helen Pérez Jirón***

INTRODUCCION

Uno de los principales problemas del cultivo del repollo en Centroamérica es la palomilla del dorso de diamante (*Plutella xylostella* L.). Esta es un plaga cosmopolita, que también causa daños en cultivos como brócoli, rábano, coliflor y mostaza. En esta región, su daño es mayor porque durante todo el año hay plantas hospedantes y temperaturas óptimas (25-35°C) que favorecen su desarrollo y multiplicación. El daño de este insecto ocurre principalmente durante su estado larval, al alimentarse del cogollo, cabeza y hojas externas de las crucíferas.

El control de esta plaga ha sido objeto de múltiples investigaciones que incluyen desde su biología y ecología hasta tácticas de manejo. Sin embargo, su control es difícil

porque la plaga puede adaptarse a diversos ambientes, tipo de alimentación críptica, alta prolificidad, generaciones cortas y capacidad migratoria, además la cerocidad de la hoja del repollo hace menos eficiente la aspersión de insecticidas, a los cuales la plaga ha mostrado gran capacidad para desarrollar resistencia.

En todos los países de Centroamérica se han implementado programas de Manejo Integrado de Plagas del cultivo de repollo, que incluyen numerosos trabajos sobre *P. xylostella*. A partir de 1998, la Red Colaborativa de Investigación y Desarrollo en Hortícolas (REDCAHOR) apoya al Grupo Interinstitucional e Interdisciplinario sobre Sistemas Hortícolas (GIISH) y la Universidad Nacional Agraria (UNA) de Nicaragua en un programa de cría de los parasitoides *Cotesia plutellae* y *Microplitis plutellae* para el control de *P. xylostella*.

Para la multiplicación de estos parasitoides es necesario previamente criar la plaga. En este artículo

*Docente Investigador Escuela de Sanidad Vegetal, UNA. Nicaragua.

**Estudiante Escuela de Sanidad Vegetal, UNA. Nicaragua.

***Estudiante tesista de la Escuela de Sanidad Vegetal, UNA. Nicaragua.

se presentan algunos aspectos de la biología de *P. xylostella*, la metodología para su cría así como del establecimiento de plantas de repollo en invernadero, que son utilizados como hospedante de la plaga.

BIOLOGIA DE *P. xylostella*

Huevos: Recién ovipositados son amarillos, luego se tornan verde claro con un punto negro, que será la cabeza de la larva. De forma esférica, pero con una parte plana, miden aproximadamente 0,5 mm. Durante el proceso de incubación no cambian de tamaño.

Larvas: Cambian de tamaño y color según su estadio. Su color varía de amarillo claro en los primeros estadios hasta verde oscuro el último. Su cuerpo es más ancho en el centro y llegan a medir hasta 12 mm.

Pupas: Su tamaño aproximado es de 9 mm de largo y se localizan siempre en el envés de las hojas. Cubiertas con una malla fina de seda de color verde, que se torna café amarilla cuando el adulto va a emerger.

Adultos: Su color es café grisáceo, con amarillo en el

margen interior de alas anteriores, lo cual forma tres diamantes cuando doblan las alas en estado de reposo. Las hembras ponen un huevo a la vez durante un período de 10 días de vida, llegando a ovipositar entre 150 y 360 huevos.

Bacillus thuringiensis y botánicos como Nim.

Otra opción de manejo es la introducción de parasitoides originarios de Europa a áreas donde no existen. Esta alternativa ha sido probada en países como Australia, Nueva Zelanda, Indonesia, Malasia, Taiwán y Filipinas, donde se introdujo *Diadegma semiclavum* (Hellen), que redujo el daño ocasionado por las poblaciones de *P. xylostella*. En estos países, el uso de insecticidas para combatir la palomilla y otras plagas de las crucíferas es mucho menor que en regiones donde no se han introducido estos parasitoides.

ESTABLECIMIENTO DE PLANTAS DE REPOLLO EN INVERNADERO.

Para la multiplicación de *P. xylostella* es necesario cultivar plantas de repollo para alimentar sus larvas. El semillero se prepara en bandejas de 40 x 60 x 10 cm, colocando aproximadamente 200 semillas por bandeja. El suelo utilizado para el semillero debe ser desinfectado. La fertilización y riego se aplica según las necesidades del semillero.

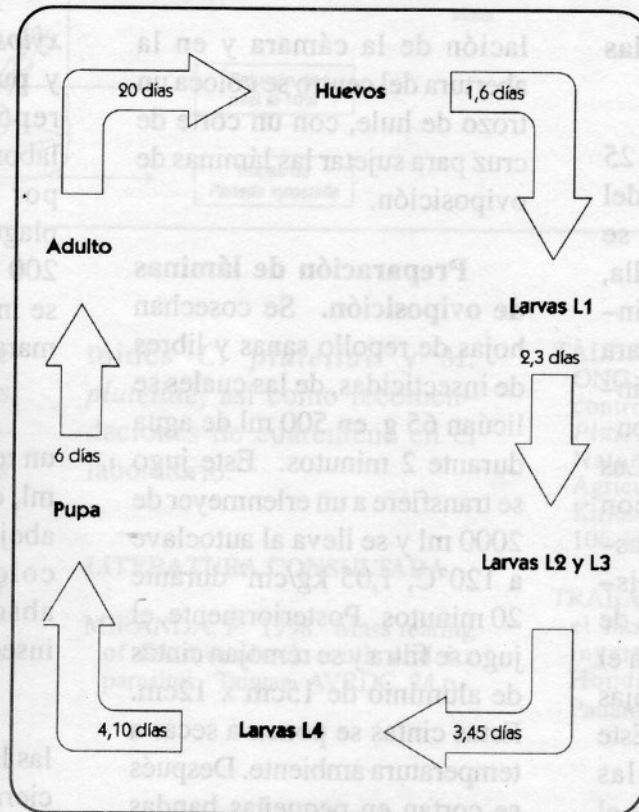


Fig. 1. Ciclo de vida de *Plutella xylostella*, promedio en días de cada una de las fases en condiciones de laboratorio.

El ciclo de vida de *P. xylostella* en condiciones de laboratorio, 28°C y 55 HR, fue de 37,4 días en promedio (Fig. 1).

Manejo: En el trópico esta plaga se reproduce aceleradamente, lo cual ha obligado a los agricultores al uso excesivo de insecticidas. En los últimos años, como parte de los programas MIP se han utilizado productos biológicos como

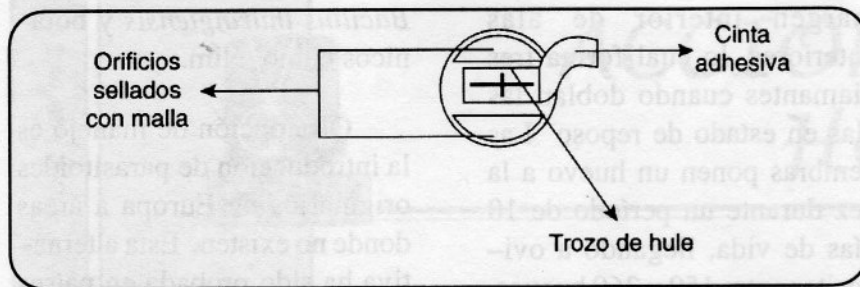


Fig. 2. Preparación de la tapa de la cámara de oviposición.

Trasplante y manejo de las plantas de repollo

El trasplante se realiza 25 días después de la siembra del semillero. Las plántulas se siembran en macetas de arcilla, las cuales se colocan en un invernadero o lugar seguro para evitar que otros patógenos o insectos las dañen y evitar la contaminación del laboratorio. Las plantas son fertilizadas con urea, 8 días después del trasplante y se aplica riego sistemático según la exigencia de la planta, hasta que alcanzan el tamaño óptimo (12 a 14 hojas verdaderas bien formadas). Este estado de desarrollo de las plantas es fundamental para el éxito de la cría de la palomilla.

CRÍA DE *P. xylostella*

Preparación de la cámara de oviposición. La cámara de oviposición se construye con un recipiente plástico transparente de 3L de capacidad, con tapa del mismo material. A la tapa se le hacen tres aberturas como se indica en la figura 2, en dos de estas se colocan mallas para la venti-

lación de la cámara y en la abertura del centro se coloca un trozo de hule, con un corte de cruz para sujetar las láminas de oviposición.

Preparación de láminas de oviposición. Se cosechan hojas de repollo sanas y libres de insecticidas, de las cuales se licúan 65 g. en 500 ml de agua durante 2 minutos. Este jugo se transfiere a un erlenmeyer de 2000 ml y se lleva al autoclave a 120°C, 1,05 kg/cm² durante 20 minutos. Posteriormente, el jugo se filtra y se remojan cintas de aluminio de 15cm x 12cm. Estas cintas se ponen a secar a temperatura ambiente. Después se cortan en pequeñas bandas (2 cm x 10 cm) y se almacenan en refrigeración hasta su uso.

Dieta para adultos de *P. xylostella*. Los adultos pueden ser alimentados con una solución natural a base de miel de abeja pura y disuelta en agua destilada hasta tener una solución al 10%.

También se puede utilizar una solución artificial preparada con 65 g de sacarosa disuelta en 500 ml de agua, a la

que se agregan 2-3 gotas de colorante amarillo vegetal. A esta solución debe agregarse vitamina E para estimular la reproducción. Ambas soluciones también pueden ser utilizadas para alimentar a los adultos de los parasitoides.

Multiplicación de *P. xylostella*. Se recolectan larvas y pupas en plantaciones de repollo, evitando llevar al laboratorio material infectado por bacterias, hongos, o plaguicidas. Cuando se tienen 200 pupas aproximadamente, se introducen dentro de la cámara de oviposición (Fig. 3).

En la cámara se introduce un recipiente con capacidad 50 ml, con la solución de miel de abeja. En este recipiente se coloca una banda de tela absorbente, por la cual los insectos tomarán el alimento.

Posteriormente, se colocan las láminas de oviposición y se cierra la cámara. La cámara se coloca en un lugar oscuro o se tapa con una tela negra. Después de 24 horas se retiran las láminas de oviposición con huevos y se desinfectan. Para esto se introducen en una solución de formalina al 10% durante 30 minutos. Se lavan con agua durante 15 minutos para remover la formalina y se secan a temperatura ambiente.

Estas láminas pueden utilizarse para continuar la cría del hospedante, colocándolas en

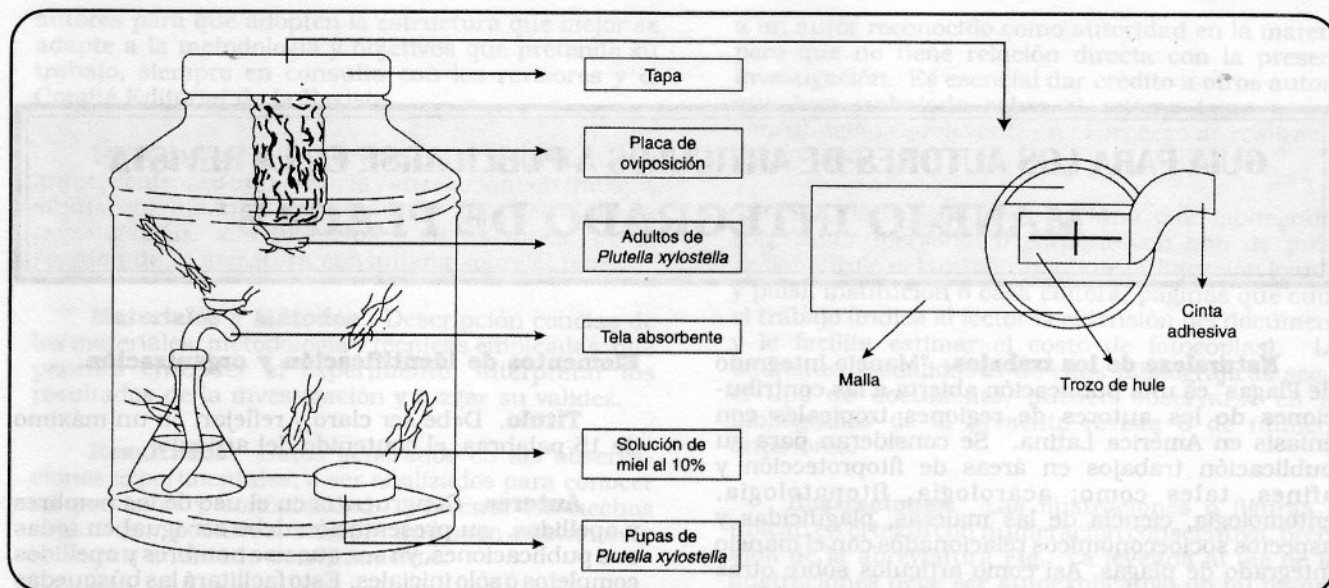


Fig. 3. Cámara de oviposición.

plántulas de repollo en jaulas de 50 cm x 50 cm x 50 cm. Las láminas también pueden almacenarse a 4°C durante 15 días sin afectar su viabilidad.

En el siguiente número de este Boletín se incluirán las características de los parasi-

toides *C. plutellae* y *M. plutellae*, así como recomendaciones de cuarentena en el laboratorio.

LITERATURA CONSULTADA

MIRANDA, F. 1998. Mass rearing of Diamondback moth and its parasites. Taiwan, AVRDC. 24 p.

TALEKAR, N.S.; YANG, M.Y.; ONG, P.C. Use of parasitoids to control the Diamondback moth, *Plutella xylostella*. In Use of Natural Enemies to Control Agricultural Pest. O. Mochida; K. Kiritani (eds.). Taiwan, AVRDC. p. 106-114.

TRABANINO, R. 1998. Guía para el manejo integrado de plagas invertebradas. Tegucigalpa, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. s.p.

CONGRESO INTERNACIONAL DE PRODUCCION ORGANICA DE HORTALIZAS EN EL TROPICO

18-21 Mayo 1999, Antigua, Guatemala

Dirigido a:

Productores, agricultores, exportadores, científicos, técnicos y estudiantes.

Objetivo:

Compartir ideas y experiencias para promover la producción de hortalizas orgánicas.

Metodología:

Conferencias, presentación de posters, foros de negocios, giras de campo y talleres.

Información:

REDCAHOR. Tel. (506)229-0222. Fax: (506)229-4689. EMail: jechever@iica.ac.cr

BIOLOGIA, DAÑO Y MANEJO DE *Oebalus insularis*, LA CHINCHE DE LA ESPIGA DEL ARROZ

Falguni Guharay*

Biología y Ecología

Chinches de la espiga es el nombre dado a insectos de varias familias del orden Hemiptera. El género *Oebalus*, perteneciente a la familia Pentatomidae, es uno de los más importantes por el daño que causa al cultivo del arroz en Centroamérica. El ciclo de vida de este insecto incluye tres etapas: huevos ninfa y adulto.

Los huevos, cilíndricos de 0,5 mm de largo son ovipositados en hileras dobles (Fig 1A), sobre el haz de las hojas y las panículas. Al inicio son verdes, pero se tornan rosados cerca de la eclosión. Las ninfas (Fig. 1 B y C) durante el primer estadio son negras con rojo

y de hábito gregario. En los siguientes estadios son más claras y redondas; y se mantienen dispersadas en el campo. Los adultos (Fig. 2) miden de 8-10 mm de largo, color rojizo claro a café amarillento, con marcas amarillas en el escutelo.

Este insecto, normalmente, se distribuye en el campo en forma agregada o en parches. Con frecuencia, se concentran en los bordes del cultivo. Es muy importante conocer el patrón de su distribución, para calcular las poblaciones promedio en toda la plantación, con base en muestreos realizados en los bordes (Foster et al. 1989).

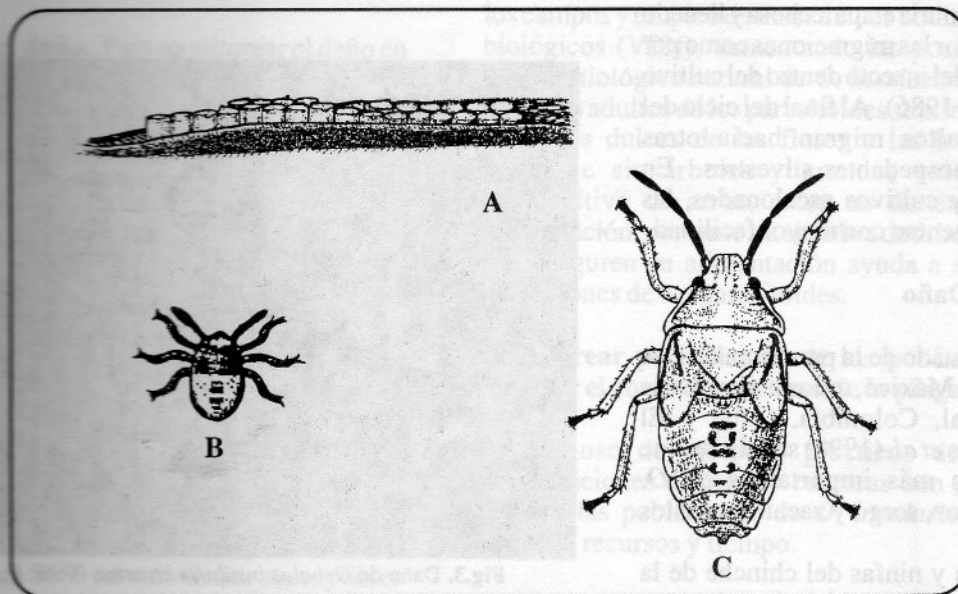


Fig.1. (A) Huevo, (B) y (C) Ninfas de *Oebalus insularis*.

*Proyecto MIP/CATIE. Apartado P-116. Managua, Nicaragua. EMail: catienic@ibw.com.ni

Los chinches pueden sobrevivir y multiplicarse en varios hospedantes silvestres de la familia Gramineae (*Digitaria* spp., *Echinochloa* spp., *Eleusine indica*, *Panicum muticum*, *Sorghum bicolor* y *Sorghum halepense*) y Cyperaceae (*Cyperus iria*). En los campos de arroz enmalezados, las poblaciones de chinche son 2-3 veces mayor, que en las plantaciones sin malezas (Fraqui *et al.* 1988).



Fig.2. Adulto de *Oebalus insularis*.

Los adultos invaden el cultivo desde los hospedantes silvestres. Pueden observarse desde el inicio del cultivo, pero la migración aumenta significativamente durante el inicio de la floración (Fig. 3). Las poblaciones se incrementan durante la etapa lechosa y llenado del grano, tanto por las migraciones como por la reproducción del insecto dentro del cultivo (Jones y Cherrey 1986). Al final del ciclo del cultivo, los adultos migran hacia otras plantaciones u hospedantes silvestres. En zonas donde hay cultivos escalonados, las poblaciones aumentan con mayor facilidad.

Distribución y Daño

Se ha informado de la presencia de esta plaga en Florida, México, todos los países de América Central, Colombia, Cuba y El Caribe. Saunders *et al.* (1998) señalaron que los hospedantes más importantes de *O. insularis* son arroz, sorgo y zacates o pastos silvestres.

Los adultos y ninfas del chinche de la espiga succionan los jugos del grano de arroz

durante el estado de llenado y maduración del grano, ocasionando granos vanos, muy claros o estériles y manchados. Los granos manchados son consecuencia del ataque de hongos. Los granos dentro de la cáscara quedan deformados o debilitados y se quiebran durante el proceso del trillado, bajando la calidad del producto.

O. insularis, normalmente es una plaga de menor importancia en Centroamérica. Sin embargo, dependiendo de los factores climáticos y del manejo, puede aumentar sus poblaciones en grandes densidades, causando pérdida hasta del 50% de la producción de arroz. En Cuba esta plaga es grave y se realizan grandes esfuerzos para disponer de un plan de manejo integrado.

Control Biológico Natural

Existen varios insectos que pueden controlar a *O. insularis*, entre ellos, dos especies de la familia Scelionidae, *Telenomus podissi* y *T. latifrons*. Ambos, parasitoides de huevos, son los controladores naturales más comunes de esta plaga en Centroamérica. Estas avispidas ovipositan dentro de los huevos del chinche, donde se desarrollan las larvas del parasitoides, eliminando las ninfas de la chinche.

En plantaciones de arroz, el parasitismo natural puede llegar hasta 95%. Sin embargo, aún con estos niveles, en algunos sitios las poblaciones del chinche son altas (Ruelas y Carrillo 1978).



Fig.3. Daño de *Oebalus insularis* en arroz (Foto: F. Ramírez).

También existen otros agentes de control biológico natural como el hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* que puede producir epizootias naturales en el campo reduciendo la población de este insecto (Martins *et al.* 1986).

Monitoreo de la población y daño

Los chinches permanecen en las espigas o sobre las plantas de arroz en las primeras horas de la mañana o al final del día. En las horas más calientes del día, se mueven a la parte baja de las plantas y es difícil observarlos. Por lo tanto, el muestreo debe realizarse temprano en la mañana o en la tarde, cuando los insectos están sobre las espigas. Existen varios métodos prácticos para realizar los conteos del insecto y determinar el nivel poblacional. Algunos de ellos son:

Muestreo visual. En Texas, EE.UU para estimar la población se utilizan binoculares, lo cual permite contar los chinches desde fuera de la plantación. Se revisan 100 espigas y el umbral de acción es de 10 insectos para el total de las espigas revisadas (Drees 1996).

Muestreo de red de barrido. La captura de insectos se realiza con redes. Para determinar el nivel de incidencia se realizan 10 barridas de red, en 10 pasos consecutivos y se cuenta el número de adultos o ninfas maduras capturadas. El umbral de acción para el inicio de la floración es de 4-5 insectos en las 10 barridas y para la etapa de llenado del grano es de 10 insectos en las 10 barridas (Jones *et al.* 1998).

Monitoreo del daño. Para monitorear el daño en el grano, se pueden sumergir los granos en una solución caliente (54°C) de ácido hidro-clórico (0,03 – 1,5 N) durante 1 minuto con el objetivo de oscurecer los puntos manchados, lo cual facilita el conteo de los granos dañados (Wilbur *et al.* 1970).

Estrategias para el manejo integrado

El manejo integrado de *O. insularis* puede realizarse mediante diferentes estrategias, entre las que están:

Fortalecer la planta para resistir el daño. En algunas líneas resistentes de arroz como Stg 709494, Stg 70M7046 y Stg 69M5164 (Stuttgart, Arakansas, EE.UU) *O. insularis* reduce la producción en 10%, 12% y 14%, respectivamente, en comparación con reducciones de hasta 76% en variedades susceptibles

(Nilakhe 1976, Yanis y Ruiz 1989). Desafortunadamente muchas de estas líneas no tienen características comerciales deseables.

Crear un ambiente favorable para el cultivo y desfavorable para las plagas. La selección de una fecha de siembra que permita evitar al ataque de *O. insularis* constituye una alternativa eficaz. En el caso de Nicaragua, la siembra sincronizada dentro de un ciclo puede evitar los daños de la plaga. Sin embargo, para ésto se requiere la organización de los productores y la disponibilidad de suficiente maquinaria agrícola en la zona.

La fertilización adecuada y eliminación de malezas favorece el crecimiento de las plantas, en detrimento de la plaga, y constituye una práctica agronómica importante de manejo del cultivo.

El manejo adecuado de las malezas, al inicio o al final del ciclo del cultivo, reduce el enriquecimiento del banco de semillas, bajando la población de hospedantes alternos de la plaga cercanos al cultivo, y por tanto, la posibilidad de un aumento explosivo de la población del insecto.

Mantener condiciones aptas para los organismos benéficos. *O. insularis* es controlado naturalmente por los parasitoides de huevos *T. podissi* y *T. latifrons*. Sin embargo, los insecticidas sintéticos disminuyen significativamente la sobrevivencia de estos enemigos naturales (Sudarsono *et al.* 1992). Una alternativa es evitar las aplicaciones tempranas de insecticidas químicos para el control de *Spodoptera* spp. y controlar esta plaga mediante alternativas como inundación de los campos y empleo de insecticidas botánicos (Nim) o biológicos (VPN), aumentando las posibilidades de control biológico natural de *O. insularis*.

Los adultos de los parasitoides se alimentan de los exudados dulces de las flores y las hojas. En un ambiente sin árboles y grandes extensiones de monocultivo de arroz, éstos no tienen fuentes de alimentación, por tanto, la siembra de árboles y plantas que aseguren su alimentación ayuda a mantener las poblaciones de los parasitoides.

Monitorear periódicamente las poblaciones para facilitar el control oportuno de la plaga.

El uso de métodos prácticos de monitoreo (observaciones directas o capturas con red) permite estimar las poblaciones de *O. insularis* sin invertir muchos recursos y tiempo.

Al detectar migraciones significativas de adultos durante la etapa más susceptible del cultivo (desde la floración hasta el llenado de grano) se pueden realizar aplicaciones de *M. anisopliae* de 5×10^{12} conidias/ha. Estudios realizados en Brasil y Cuba, mostraron que las aplicaciones apropiadas de este hongo reducen significativamente las poblaciones de esta plaga en arroz (Martins *et al* 1986; García-Rubial *et al.* 1988).

La aplicación de insecticidas químicos como malatión, metamidafos, metil paration, carbaryl o endosulfán pueden ser efectivas para reducir las poblaciones existentes en el campo, pero en migraciones continuas de adultos, las aplicaciones no logran mantener las poblaciones bajas por mucho tiempo. Además, estos productos son altamente tóxicos y afectan la salud humana, los enemigos naturales y el ambiente.

LITERATURA CITADA

- DREES, B.M. 1996. Texas rice production guidelines. Texas Ag Ext. Service. The Texas A & M University System. s.p.
- FOSTER, R.E.; CHERRY, R.H.; JONES, D.B. 1989. Spatial distribution of the rice stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae) in Florida Rice. *Journal of Economic Entomology* 82(2):507-509.
- FRANQUI, R.A.; PANTOJA, A.; MEDINA-GAUD, S. 1988. Host plants of pentatomids affecting rice fields in Puerto Rico. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 72(3):365-369.
- GARCIA-RUBIAL, A.; VASQUEZ, T.; ARIAS, E.; GUTIERREZ, L. 1988. Efectividad del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* sobre *Oebalus insularis* (Heteroptera: Pentatomidae) en condiciones semi-controladas. *Ciencia y Técnica en la Agricultura, Arroz (Cuba)* 11(2):97-99.
- JONES, D.B.; CHERRY, R.H.; LENTINI, R.S. 1998. Rice stink bugs in Florida. Florida Information Service. s.p.
- JONES, D.B.; CHERRY, R.H.; 1986. Species composition and seasonal abundance of stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae) in southern Florida rice. *Journal of Economic Entomology* 79(5):1226-1229.
- SAUNDERS, J.; COTO, T.; KING, A. 1998. Plagas invertebradas en cultivos alimenticios de América Central. London, UK, ODA. 174 p.
- MARTINS, J.F. DA S.; MAGALHAES, B.P.; LORD, J.C.; FERREIRA, E.; ZIMMERMANN, F.J.P. 1986. Efeito do fungo *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. Sobre *Oebalus poecilus* (Dallas 1851) (Heteroptera: Pentatomidae) percevejo do grao do arroz. *Anais da Sociedade Entomologica do Brasil* 16(1):81-91.
- NILAKHE, S.S. 1976. Rice lines screened for resistance to the rice stink bug (*Oebalus pugnax*). *Journal of Economic Entomology* 69(6):703-705.
- RUELAS-AYALA, H.; CARRILLO-SANCHEZ, J.L. 1978. Parasitismo natural causado por *Telenomus* sp., sobre la chinche café del arroz, *Oebalus insularis* (Stal). *Agricultura Técnica (México)* 4(2):137-142.
- SUDARSONO, H.; BEMHARDT, J.L.; TUGWELL, N.P. 1992. Survival of immature *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Scelionidae) and rice stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) embryos after field applications of methyl parathion and carbaryl. *Journal of Economic Entomology* 85(2):375-378.
- WILBUR, D.A.; BELL, K.O.; HOPKINS, H.G. 1970. A test for stink bug and fungal damage in green rice. (*Oebalus poecilus*) *Journal of Economic Entomology* 63(3):982-983.
- YANIS, A.G; RUIZ, E.A. 1989. Screening rice varieties for damage caused by *Oebalus insularis* (Stal). *International Rice Research Newsletter* 14(3):20-21.

CATIE

REVISTA MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

PATROCINADORES

La Revista Manejo Integrado de Plagas se complace en anunciar que como parte de las actividades para generar ingresos que aseguren su sostenibilidad, ha iniciado la vinculación de "Patrocinadores" los cuales serán anunciados en este espacio. (Mayor información para interesados en el patrocinio de la Revista MIP en p. 82).



**Autoridad Sueca
para el Desarrollo
Internacional (ASDI)**

(Contribución vía Presupuesto Básico
de CATIE)



EMPRESA LIDER EN EL
CONTROL DE
MICROORGANISMOS
FITOPATOGENOS

**Buckman
LABORATORIES**

Costa Rica (506) 278-1881 - 573-7041
Nicaragua (505)311-6003
Panamá (507)269-0944
El Salvador (503)260-6152
Honduras (504)552-2508
México (73)21-31-31 al 37
Venezuela (031)948707



Standard Fruit Company de Costa Rica S.A.
Apartado 4595-1000 San José, Costa Rica
Tél: (506)287-3000 - Fax: (506)256-2466

CATIE

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación

Escuela de Posgrado

Más de medio siglo al servicio del desarrollo agrícola,
de los recursos naturales y el bienestar rural de América Latina y el Caribe

Doctorado conjunto (Ph.D.) en:

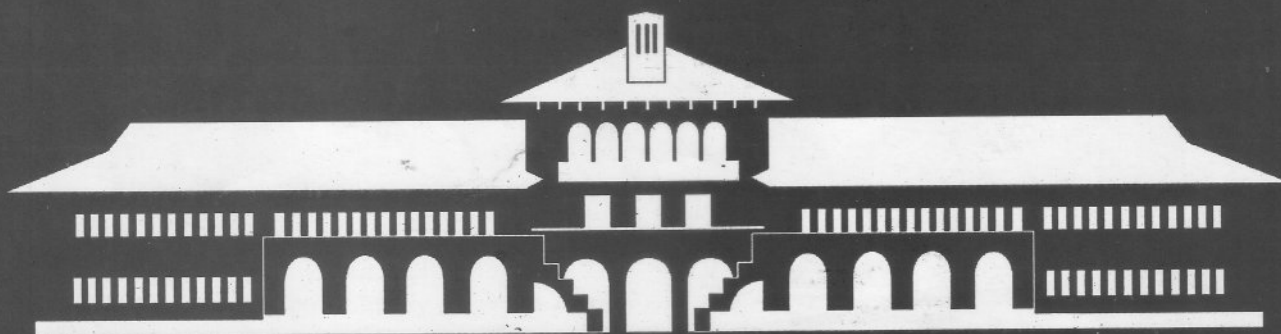
- I. Ciencias Forestales Tropicales
- II. Agroforestería Tropical
- III. Agricultura Tropical

Universidades asociadas al CATIE:

- Universidad Estatal de Colorado (Fort Collins-EUA)
- Universidad Estatal de Louisiana (EUA)
- Universidad Texas A & M (EUA)
- Universidad de Florida (Gainesville - Florida - EUA)
- Universidad de Freiburg (Alemania)
- Universidad de Gottingen (Alemania)

Maestría (M.Sc.) en:

- I. Agricultura Ecológica, con énfasis en:
 - Recursos Fitogenéticos y Biotecnología.
 - Agricultura Tropical Sostenible.
- II. Agroforestería Tropical
- III. Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad, con énfasis en:
 - Manejo de Sistemas de Producción Forestal Diversificado.
 - Conservación de la Biodiversidad.
- IV. Economía Ambiental, con énfasis en:
 - Administración y Gerencia Ambiental.
 - Socioeconomía Ambiental.



Producir conservando, conservar produciendo®

Solicite información a:

Escuela de Posgrado / CATIE, 7170, Turrialba, Costa Rica Tel: (506) 556 1016/6431 Fax: (506) 556 0914/1533
E-mail: posgrado@catie.ac.cr <http://www.catie.ac.cr>