

---

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

---

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

---

ABSTRACT

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

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

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

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

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

INTRODUCCION

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

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

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

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

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

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

## MATERIALES Y METODOS

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

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

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

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

Se hizo aplicación de fertilizante en la siguiente forma:

- La fertilización básica al trasplante de 50-150-50-35 kg/ha de  $N-P_2O_5-K_2O-SO_4$ , respectivamente.
- La segunda a los 30 DDT y consistió en la aplicación de 75-225-75 kg/ha de  $N-P_2O_5-K_2O$ .
- La tercera a los 60 DDT, en la cual se aplicaron 63-18-53-21-7 kg/ha de  $N-P_2O_5-K_2O-MgO-B_2O_3$ , respectivamente.
- La última fertilización se hizo a los 110 DDT, y se aplicaron 67 kg/ha de N.

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

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

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

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

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

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

La unidad experimental consistió de tres surcos de 16 plantas cada uno y del surco medio se tomaron 5 plantas centrales, (1.8 m<sup>2</sup>) para evaluar las poblaciones de mosca blanca. Las unidades experimentales se dispusieron en el campo en un diseño de bloques completos al azar con cinco repeticiones. Todas las unidades experimentales recibieron un trato igual.

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

## RESULTADOS

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

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

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

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

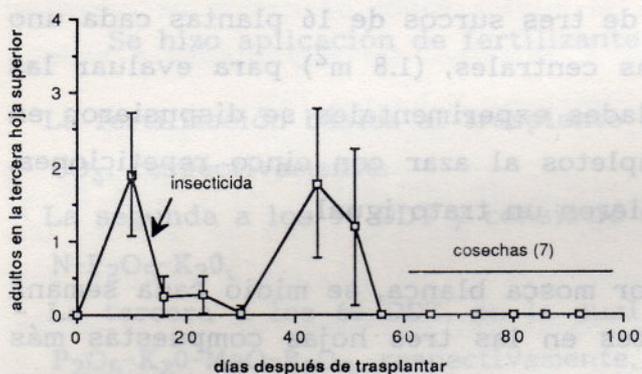


Fig. 1. Dinámica poblacional de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el tomate (+ desviación estándar).

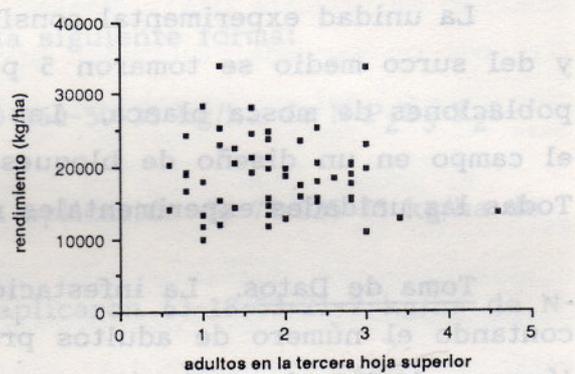


Fig. 2. La relación entre el rendimiento del tomate y la densidad de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) a los 10 días después de trasplantar (DDT).

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

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

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

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

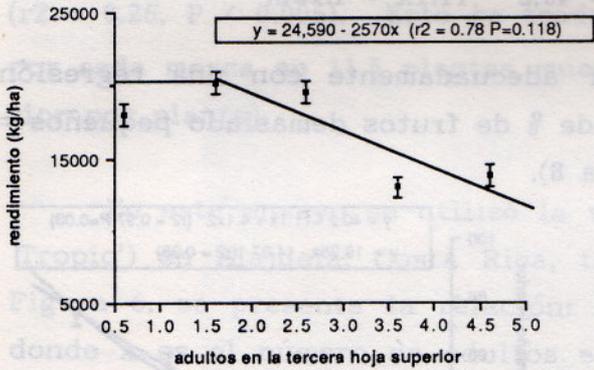


Fig. 3. Regresión de punto de quiebra entre el rendimiento del tomate (+ error estándar global) y las densidades de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) a los 10 DDT, agrupadas por categoría de infestación (categorías = 0,1-1, 1,1-2, 2,1-3, 3,1-4 y 4,1-5, representadas por sus puntos intermedios).

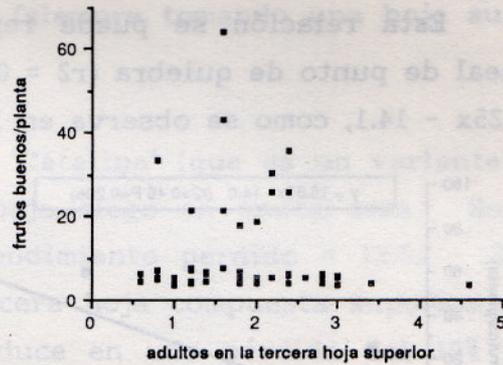


Fig. 4. La relación entre el número frutos de calidad comercial por planta y la densidad de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) a los 10 días después de trasplantar (DDT).

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

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

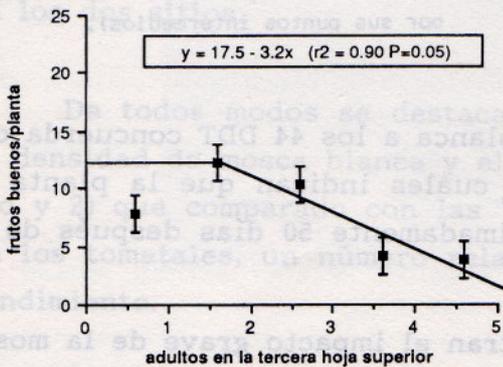


Fig. 5. Regresión de punto de quiebra entre el número de frutos de calidad comercial por planta (+ error estándar global) y las densidades de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) a los 10 DDT, agrupadas por categoría de infestación (categorías = 0,1-1, 1,1-2, 2,1-3, 3,1-4 y 4,1-5, representadas por sus puntos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

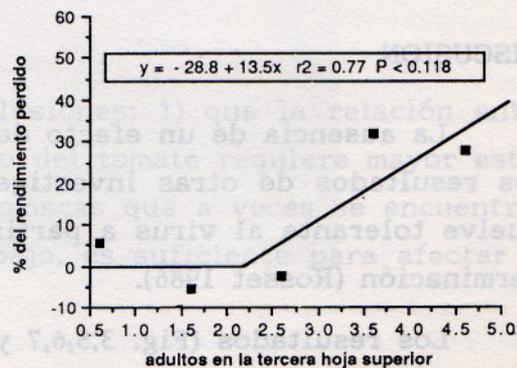


Fig. 6. Regresión de punto de quiebra entre el porcentaje del rendimiento perdido (peso) y las densidades de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) a los 10 DDT, agrupadas por categoría de infestación (categoría = 0,1-1, 1,1-2, 2,1-3, 3,1-4 y 4,1-5, representadas por sus puntos intermedios).

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

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

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

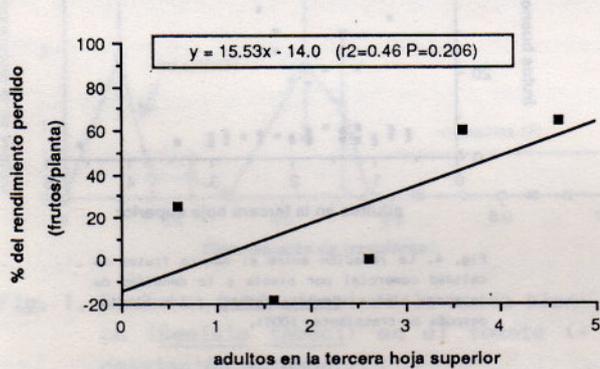


Fig. 7. Regresión entre el porcentaje del rendimiento perdido (cantidad de frutos por planta) y las densidades de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) a los 10 DDT, agrupadas por categoría de infestación (categorías = 0.1-1, 1.1-2, 2.1-3, 3.1-4 y 4.1-5, representadas por sus puntos intermedios).

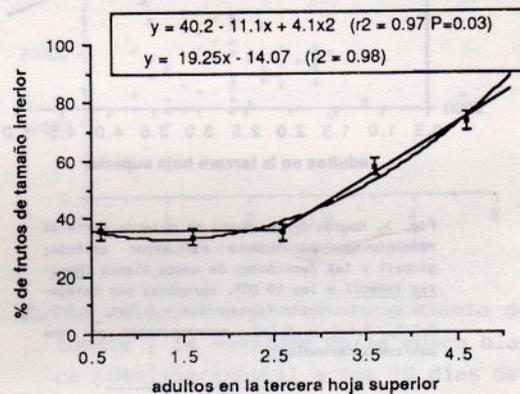


Fig. 8. Regresión cuadrática y regresión de punto de quiebra entre el porcentaje de los frutos que de un tamaño inferior al comercial y las densidades de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) a los 10 DDT, agrupadas por categoría de infestación (categorías = 0.1-1, 1.1-2, 2.1-3, 3.1-4 y 4.1-5, representadas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

## DISCUSION

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

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

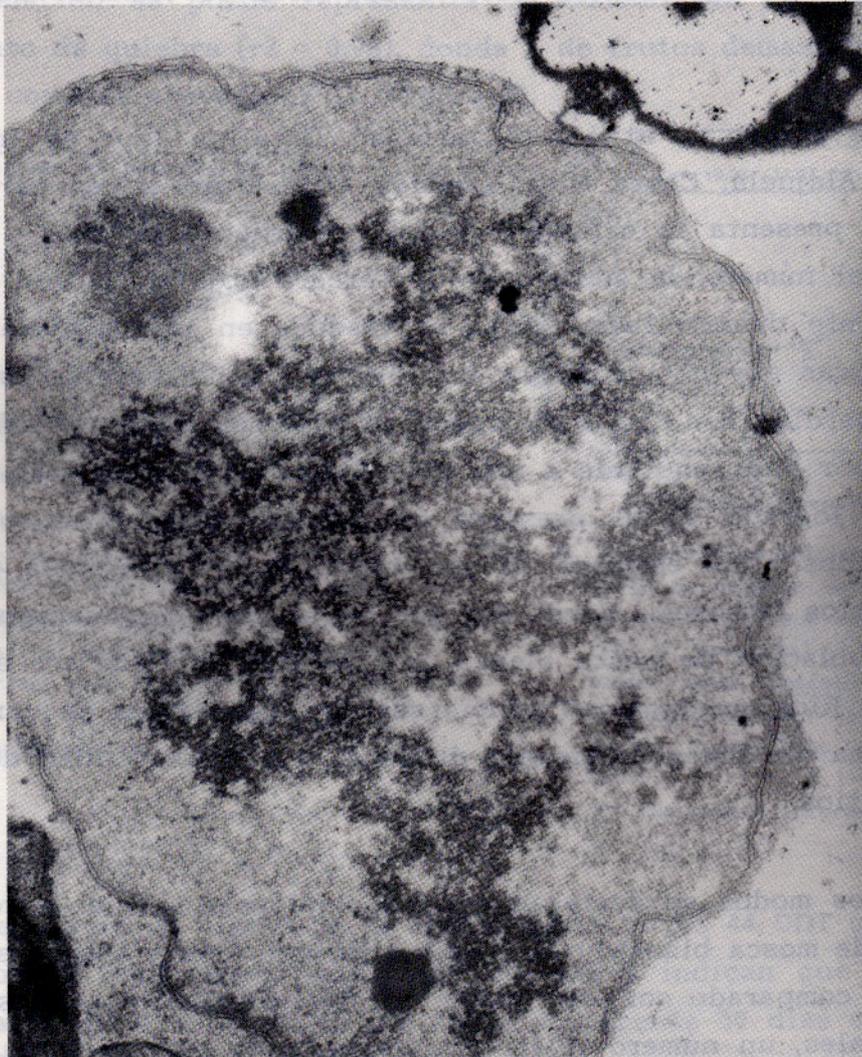
No obstante, una comparación entre los resultados de Rosset (1986) y los presentados en este documento revela algunas discrepancias. Rosset (1986) trabajó con tomate var. 'Tropic' bajo riego en época seca en el Valle de Sébaco, Matagalpa, Nicaragua. Un nuevo análisis de sus datos revela la siguiente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

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

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

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

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



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

## RESUMEN

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

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

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

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

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

### LITERATURA CITADA

- CAPINERA, J.L.; HORTON, D.R.; EPSKY, N.D.; CHAPMAN, P.L. 1987. Effects of plant density and late-season defoliation on yield of field beans. *Environmental Entomology*. 16(1):274-280.
- FLINT, M.L.; VAN DEN BOSCH, R. 1981. Introduction to integrated Pest Management. New York, Plenum, 255 pp.
- HRUSKA, A.J.; ROSSET, P.M. 1987. Estimación de los niveles de daño económico para plagas insectiles. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 5:30-44.
- KRAMER, P. 1966. Serious increase of Cotton Whitefly and virus transmission in Central America. *Journal of Economic Entomology* 59:1531.
- MAILLOUX, G.; BOSTANIAN, N.J. 1988. Economic injury level model for tarnished plant bug, *Lygus lineolaris* (Palisot de Beauvois) (Hemiptera: Miridae), in strawberry fields. *Environmental Entomology* 17(3):581-586.
- MENESES, R.; UZCATEGUI, R.; LASTRA, R. 1989. El Virus del Mosaico Amarillo del Tomate en Costa Rica. Cali, Colombia. XXIX Reunión American Phytopathological Society. Resúmenes. pp 78. (sólo resumen).
- MOLINA, M.; HERNANDEZ, J. 1983. Guía de Producción de Tomate. San José, Costa Rica. Programa de Hortalizas, Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M. 5 pp.
- PEDIGO, L.P.; HUTCHINS, S.H.; HIGLEY, L.G. 1986. Economic levels in theory and practice. *Annual Review of Entomology* 31:341-368.

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

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

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

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

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

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

