

Interferencia en la transmisión del Tomato Venezuela virus (ToVEV) por *Bemisia tabaci* con imidacloprid

Interference of Tomato Venezuela virus (ToVEV) transmission by *Bemisia tabaci* with imidacloprid

D. Chirinos¹, M. Paradiso², R. Dávila², F. Geraud-Pouey¹

¹Unidad Técnica Fitosanitaria, Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia.

²Colegio Nuestra Señora de Chiquinquirá, Hermanos Maristas.

Resumen

Los *Begomovirus* son transmitidos por *Bemisia tabaci* y causan importantes problemas en tomate. Una alternativa para manejarlos es el uso de insecticidas sistémicos efectivos. Durante enero-abril 2010 se evaluó el tratamiento pretrasplante con imidacloprid y su interferencia con la transmisión del ToVEV por *B. tabaci*. El sustrato de las plántulas en semilleros fue embebido en: 1) agua (testigo), ó 2) imidacloprid (0,53 g i.a. L⁻¹), seguido de exposición a 100 adultos virulíferos.planta⁻¹ y luego trasplantadas a macetas. El porcentaje de plantas sintomáticas fue superior en el testigo. Altura de plantas y área foliar fueron inferiores en plantas con ToVEV. Los resultados sugieren que el imidacloprid disminuyó la incidencia de la enfermedad y podría ser utilizado para el manejo de este problema fitosanitario.

Palabras clave: Geminiviridae, transmisión, neonicotenoide.

Abstract

The *Begomovirus* are transmitted by *Bemisia tabaci* and cause major problems on tomato. The selective use of effective systemic insecticides represents a management alternative. Thus, the interference of pre-transplant treatment of tomato seedlings with imidacloprid on the transmission of ToVEV by *B. tabaci* was assessed during January-April 2010. After soaking their substrate with: 1) water (check), or 2) imidacloprid (0.53 g i.a. L⁻¹), seedling were exposed to 100 viruliferous adults.plant⁻¹ and then transplanted to pots. The percentage of

symptomatic plants was higher in the check. Plant height and leaf area were lower on infected plants. The results suggest that the imidacloprid decreases the disease incidence and could be used to manage this healthy problem.

Key words: Geminiviridae, transmission, neonicotenoid.

Introducción

La transmisión de *Begomovirus* por *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) constituye uno de los principales problemas fitosanitarios en el cultivo del tomate, los cuales han adquirido especial relevancia desde fines de los años ochenta en Venezuela y el resto del mundo (Geraud-Pouey *et al.*, 1995; Polston y Andreson, 1997). El virus del mosaico amarillento del tomate (Debrot *et al.*, 1963) era el único *Begomovirus* referido para Venezuela hasta principios de la década de 1990, cuando comenzó a observarse mayor diversidad de síntomas. A partir de entonces, nuevos *Begomovirus* han sido encontrados en el país. De hecho, Guzmán *et al.* (1997) secuenciaron parcialmente el Venezuela tomato geminivirus AV1 y AC1 de muestras de plantas sintomáticas de tomate de la zona central del país, que luego fue tentativamente denominado como Tomato Venezuela virus (ToVEV) (Argüello-Astorga y Ruiz-Medrano, 2001). Dicho *Begomovirus* está ampliamente distribuido en Venezuela (información no publicada). Dentro de este contexto, en la zona norte del estado Zulia, durante el ciclo 1997-1998, alrededor de 300 ha (80% de la producción total) de tomate fueron severamente afectadas por una enfermedad viral transmitida por *B. tabaci* (Romay *et al.*, 2010).

Entre las alternativas para el manejo de estos *Begomovirus*, resal-

Introduction

The transmission of *Begomovirus* by *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) constitute one of the main fitosanitary problems in tomato crops which have adquiere especial relevance since the end of the 1980s in Venezuela and the rest of the world (Geraud-Pouey *et al.*, 1995; Polston y Andreson, 1997). The tomato yellow mosaic virus (Debrot *et al.* 1963) was the only *Begomovirus* referred for Venezuela until early 1990s, when more symptomatic diversity began to be observed. Since then new *Begomovirus* have been found in the country. In fact, Guzmán *et al.* (1997) partially sequenced the Venezuela tomato geminivirus AV1 y AC1 from samples of symptomatic tomato plants from the central región of the country, which later was tentatively denominated as Tomato Venezuela virus (ToVEV) (Argüello-Astorga y Ruiz-Medrano, 2001). This *Begomovirus* is widely distributed in Venezuela (unpublished information). In this context in the northern region of the state of Zulia during the crop season of 1997-1998, around 300 ha (80% of total production) of tomato where severely affected by a viral disease transmitted by *B. tabaci* (Romay *et al.*, 2010).

Among the alternatives to manage these *Begomovirus*, stick out the use of resistant cultivars, production of seed beds protected with

tan el uso de cultivares resistentes, producción de semilleros protegidos con malla de nylon muy tramada y la aplicación de algún insecticida efectivo (Polston y Andreson, 1997), como imidacloprid (Hilje, 2002). Este insecticida del grupo de los neonicotinoides, tiene acción sistémica al penetrar por la hoja o ser absorbido por la raíz, actúa también por contacto, así como veneno estomacal y tiene un largo efecto residual (Ware y Whitacre, 2004). Una forma económica de aplicar imidacloprid consiste en embeber el sustrato en la bandeja semillero con la mezcla insecticida, previo al trasplante. Aquí se evaluó el efecto del tratamiento pretrasplante con imidacloprid para interferir con la transmisión de ToVEV por *B. tabaci*.

Materiales y métodos

El ensayo se realizó durante enero-abril 2010 en la Unidad Técnica Fitosanitaria, Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia. Se sembraron semillas de tomate variedad Río Grande (Petoseed® Co. Inc., Saticoy), en segmentos con 40 receptáculos, de bandejas de germinación de 128 receptáculos, llenos de turba de musgo. Quince días después de la germinación, el sustrato en las bandejas fue embebido durante 24 horas en: 1) agua (testigo) ó 2) imidacloprid (Relevo®), a razón de 0,53 gm i.a. L⁻¹. Luego, las bandejas con todas las plantas fueron colocadas en jaulas entomológicas de madera (0,40 m x 0,40 m x 0,53 m, largo x ancho x alto) para exponerlas por 24 h a moscas blancas virulíferas con ToVEV (unas 100 moscas.planta⁻¹). Dichas moscas blancas provenían de

very fine nylon mesh and the application of some effective pesticide (Polston and Andreson, 1997) like imidacloprid (Hilje, 2002). This insecticide of the neonicotinoid group, has systemic action through leaf penetration or root absorption, acts by contact as well as stomach poison and has a long residual effect (Ware and Whitacre, 2004). One economic way of applying imidacloprid consists on substrate imbibition of the substrate in the germination tray previous to transplant. Here we evaluated the effect of pre-transplant treatment with imidacloprid to avoid the transmission of ToVEV by *B. tabaci*

Materials and methods

The experiment was conducted during January-April 2010 at the Unidad Técnica Fitosanitaria, Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia. Segments of 40 receptacles from germination trays of 128 receptacles, filled with peat moss were sown with tomato Río Grande variety (Petoseed® Co. Inc., Saticoy CA, EE.UU). Fifteen days after germination, the substrate was soaked for 24 h in: 1) water (check) or 2) imidacloprid (Relevo®), at 0,53 gm a.i. L⁻¹. Next, the treated plants in the trays were exposed for 24 h to viruliferous whiteflies with ToVEV (around 100 adults. plant⁻¹), inside wooden entomological cages (0,40 m x 0,40 m x 0,53 m, length x width x height). The whiteflies, came from a laboratory colony maintained on ToVEV infected tomato plants inside the same type of cage, in both cases under 12 h of artificial light without excluding natural light.

una colonia mantenida sobre plantas de tomate infectadas con ToVEV, dentro de jaulas entomológicas similares a las ya descritas, en ambos casos bajo iluminación artificial por 12 horas sin excluir la luz natural.

Seguidamente, 60 plantas.tratamiento⁻¹ fueron individualmente trasplantadas en macetas con aproximadamente 2 kg de suelo (mezcla 2:1 de suelo areno francoso con materia vegetal descompuesta) y colocadas en jaulas umbráculos con estructura de perfiles de aluminio (2,3 m x 1,12 m x 1,0 m; largo x ancho x alto), cerradas con malla de nylon muy fina a prueba de *B. tabaci* (18 x 18 hilos.cm⁻²), ubicadas sobre sus respectivos mesones en el exterior del laboratorio. Cada jaula umbráculo está dividida en dos cubículos de iguales dimensiones, en cada una de las cuales se colocaron 30 plantas (15 testigos y 15 tratadas con imidacloprid).

Una semana después del trasplante y durante las ocho siguientes, se observaron diariamente los ápices de las plantas para confirmar la presencia de síntomas del virus, con lo que se calcularon los porcentajes semanal acumulados de plantas sintomáticas [(número de plantas sintomáticas.número de plantas totales⁻¹) x 100]. A 10 plantas por tratamiento, se les midió su altura y se contaron las ninfas.folíolo⁻¹, en 10 folíolos cortados de la porción de media altura de las plantas, durante tres y cuatro semanas, respectivamente. Al final del ensayo, se tomaron 10 hojas en plantas por tratamiento, las cuales, fueron individualmente fotografiadas con una cámara digital (Nikon D80®), cuyas imágenes fueron procesadas con el pro-

Thereafter, 60 planta.treatment⁻¹ were individually transplanted to pots, containing around 2 kg of soil mixture (2:1 of sandy loam soil and decomposed plant organic matter) and put inside of large cages with aluminum structure (2,3 m x 1,12 m x 1,0 m; length x width x high), covered with very fine nylon mesh against *B. tabaci* (18 x 18 filaments.cm⁻²), on top of their respective benches outside the laboratory. Each cage is equally divided into two cubicles, fitting 30 plants (15 per treatment)

One week after transplanting and during the following eight, daily observation were carried out to detect virus symptoms to calculate accumulated weekly percentages of symptomatic plants [(number of symptomatic plants. number of total plants⁻¹) x 100]. Height was measured on 10 plants per treatment, for three times during the last half of the experiment. During the same time, nymphs were counted on 10 leaflets.treatment⁻¹ taken from the mid portion of the plants four times. At the end digital photographs (Nikon D80®) were taken from 10 mature leves.treatment⁻¹ and leaf area measured with ImagePro versión 4.10 (2008). Analisis of Variance and Tukey test (P<0,05) were performed using the program SAS (1997).

Results and discussion

From the beginning the percentage of symptomatic plants was higher for plants without imidacloprid (check) (table 1, P<0,05). Pretransplant treatment with the insecticide acceptably reduced the

grama ImagePro versión 4.10 (2008) obteniendo así el área foliar. Análisis de varianza y pruebas de Tukey ($P < 0,05$) para las variables fueron realizados utilizando el programa SAS (1997).

Resultados y discusión

Desde el inicio, el porcentaje de plantas sintomáticas fue superior en el testigo (figura 1), lo que en promedio resultó significativo (cuadro 1, $P < 0,05$). El tratamiento pretransplante con imidacloprid en plantas de tomate disminuyó aceptablemente la incidencia de la enfermedad al menos durante las primeras cinco semanas, coincidiendo con investigaciones previas realizadas para el mismo insecto transmitiendo otro virus (Ahmed *et al.*, 2001; Ruiz y Medina, 2001), así como, para otras especies de insectos y las virosis transmitidas a diferentes plantas cultivadas (San Román *et al.*, 1995; Fuentes-Contreras *et al.*, 2007; Burbano y Garces, 2007).

Aunque la población de *B. tabaci* sobre plantas con imidacloprid no comenzó a aumentar sino hasta 30 días después de la aplicación (figura 2) y aún cuando resultó inferior en este tratamiento (cuadro 2, $P < 0,05$) hubo plantas sintomáticas previo a ese tiempo (figura 1). *B. tabaci* sólo necesita de 15-30 minutos alimentándose sobre la planta para transmitirle enfermedades virales como el TYLCV (Placencia y Contreras, 2001). Esto, aunado a la alta presión de transmisión a la cual fueron sometidas (100 moscas virulíferas.planta⁻¹), podría explicar ese todavía apreciable porcentaje de plantas sintomáticas, a pesar

incidence of the disease, at least during the first five weeks, coinciding with previous investigations conducted for the same insect transmitting other begomoviruses (Ahmed *et al.*, 2001; Ruiz y Medina, 2001), as well as other insect species and viruses transmitted to several cultivated plants (San Román *et al.*, 1995; Fuentes-Contreras *et al.*, 2007; Burbano y Garces, 2007).

Although the population of *B. tabaci* on plants with imidacloprid did not begin to increase until 30 days after application (figure 2) and even when they were lower in this treatment (table 2, $P < 0.05$) there were symptomatic plants previous to this time (figure 1). *B. tabaci* only needs 15-30minutes feeding on plant for transmitting viral diseases like TYLCV (Placencia and Contreras,2001). This and the high pressure of transmission at which they were exposed (100 viruliferous flies.plant⁻¹) could explain that still perceptible percentage of symptomatic plants, even though during this period the insect did not survive to form colonies. The later increase of the insect as well as symptomatic plants once decreased the effect of insecticide, could have been originated by adults emerged from control check plants.

Leaf area and plant height were severely reduced in plants with viral symptoms which was more notorious in the check (table 3, $P < 0.05$) were they appeared earlier (figure 1). Thus the earlier the infection the greater the reduction of development and subsequent production. Ruiz and Medina (2001) detected better yield on imidachloprid treated plants with moderate viral incidence. ToVEV

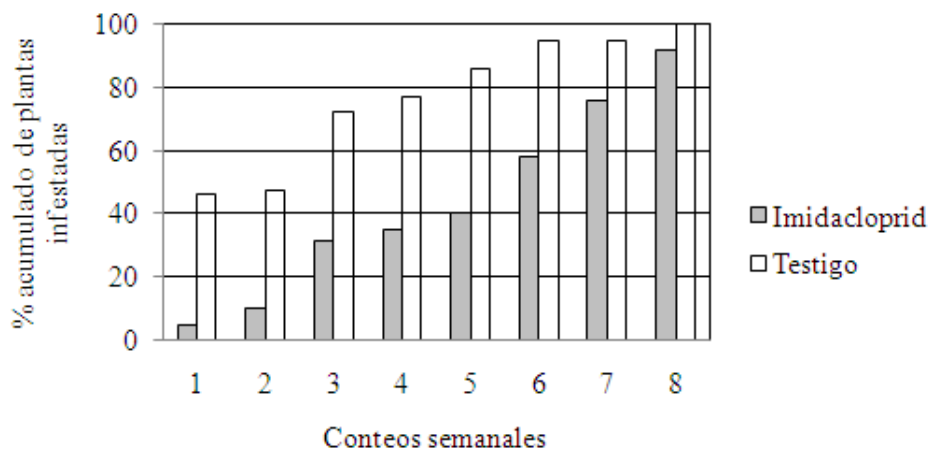


Figura 1. Porcentaje acumulado de plantas de tomate infestadas a través del tiempo para cada tratamiento. Muestréos semanales. Fecha del primer muestreo: 20.2.2010.

Figure 1. Accumulated percentage of tomato plants infested through the time for each treatment. Weekly samples. Date of the first sample: 20.02.2010.

que durante dicho período el insecto no hubiese sobrevivido para formar colonias. El posterior aumento, tanto del insecto como de plantas sintomáticas una vez disminuido el efecto del insecticida pudo originarse por adultos emergidos de las plantas testigos dentro del cubículo.

significantly reduced development of tomato symptomatic plants (R0may *et al.*, 2010)

The effectiveness of imidachloprid to decrease populations of *B. tabaci* as well as the incidence of some viral diseases that it transmit have been referred in several countries

Cuadro 1. Efecto de tratamientos sobre el porcentaje de plantas sintomáticas (%).

Table 1. Effect of treatments on percentage of symptomatic plants (%).

Tratamiento	%	n
Plantas tratadas con imidacloprid	43,4±8,6 ^b	60
Plantas testigos	77,3±6,1 ^a	60

R²: 0,94; CV: 17,7; F: 16,67; P<0,01. Comparaciones de medias hechas con la prueba de Tukey P<0,05. Medias±desviación estándar. Medias con igual letra no difirieron significativamente. n = número de plantas evaluadas.

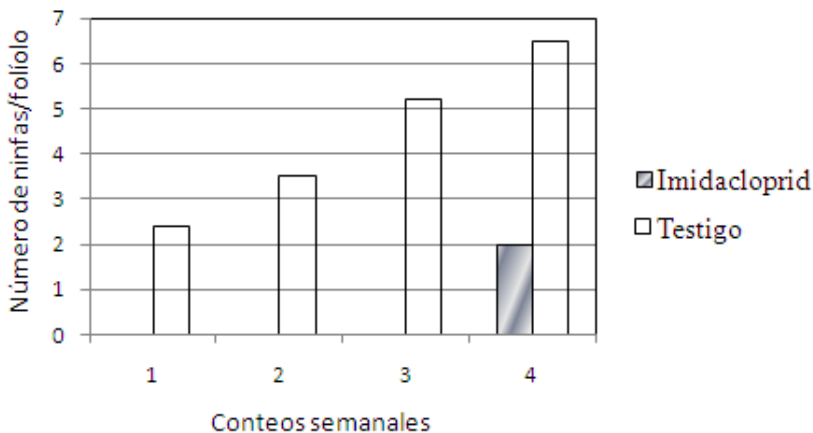


Figura 2. Poblaciones de *Bemisia tabaci* detectadas en los conteos para los tratamientos evaluados. Conteos semanales. Fecha del primer conteo 26.02.2010.

Figure 2. Populations of *Bemisia tabaco* detected in counts for the evaluated treatments. Weekly counts. Dates of the first count: 26.02.2010.

El área foliar y altura de plantas fueron severamente reducidos en aquellas plantas con síntomas virales, lo que fue más notorio en el testigo (cuadro 3, $P < 0,05$) donde aparecieron más temprano (figura 1). Así, que entre más temprano se infecte la planta mayor será la reducción en su desarrollo y subsecuente producción. Ruiz y Medina (2001) detectaron mejores rendimien-

(Ahmed *et al.*, 2001; Ruiz y Medina, 2001; Hilje, 2002; Cuellar y Morales, 2006); however the high cost of this insecticide (Cuellar and Morales, 2006) would increase the crop investment if applications are repeated in the field, besides the risk of disrupting the natural biological control of this and other arthropod species. Therefore the effectiveness of a single pretransplant

Cuadro 2. Poblaciones de *Bemisia tabaci* observadas para cada tratamiento.

Table 2. Populations of *Bemisia tabaci* observed for each treatment.

Tratamiento	Número de ninfas folíolo ⁻¹	n
Plantas tratadas con imidacloprid	0,5±0,3 ^b	40
Plantas testigos	4,1±0,9 ^a	40

R²: 0,50; CV: 26,0; F: 7,8; $P < 0,01$. Medias±error estándar de la media. Medias con igual letra no difirieron significativamente. n = número de folíolos contados.

Cuadro 3. Efecto del tratamiento sobre dos variables de crecimiento de la planta de tomate.

Table 3. Effect of treatment on two growth variables of tomato plant.

Tratamiento	Altura de plantas	Área foliar	n
Plantas tratadas con imidacloprid	37,6±2,9 ^a	29,0±4,1 ^a	10
Plantas testigos	23,0±2,8 ^b	16,6±1,7 ^b	10

R²: 0,64; CV: 21,4; F: 3,1; P<0,01 para altura de plantas y R²: 0,72; CV: 18,1; F: 5,9; P<0,01 para área foliar. Medias±error estándar de la media. Medias con igual letra no difirieron significativamente. n = número de observaciones.

tos de frutos de tomate en parcelas tratadas con imidacloprid con moderada incidencia de virosis. El ToVEV disminuyó significativamente el crecimiento de plantas sintomáticas de tomate (Romay *et al.*, 2010).

La efectividad de imidacloprid para disminuir las poblaciones de *B. tabaci* así como la incidencia de algunas enfermedades virales que transmite, ha sido referida en varios países (Ahmed *et al.*, 2001; Ruiz y Medina, 2001; Hilje, 2002; Cuellar y Morales, 2006); sin embargo, este insecticida tiene un alto costo (Cuellar y Morales, 2006) y realizar aspersiones repetidas incrementaría la inversión para la producción, además de los riesgos de causar desbalances en el control biológico natural de ésta y otras especies de artrópodos en el sembradío. Por tanto, la efectividad de una sola aplicación pretrasplante, podría resultar una alternativa económica y ecológicamente más sana para reducir la incidencia de estas enfermedades virales. Este tratamiento químico tan selectivo, resultaría un buen complemento a la protección física de los semilleros bajo umbráculos, para retrasar el desarro-

to. treatment could be an economic and ecologically sounder alternative to reduce the incidence of these viral diseases. Such a selective chemical treatment would be a good complement to physical protection of seedlings grown under greenhouse in order to delay population development of the insect vector and transmission of *Begomovirus* after transplanting to the field, thus reducing risk of epiphytotics.

Conclusions

These results suggest that the pretransplant application of imidachloprid represents a rational ecological and socioeconomic alternative which together with other management practices could be utilized to lower the incidence of *Begomovirus*, ToVEV among them. New investigatons remain open to evaluate insecticide dosages, imbibitions time, followed by field evaluations within the Integrated Pest Management concept oriented to decrease the economic, ecologic and social impact, consequence of the sole application of

llo de poblaciones de *B. tabaci* y transmisión de *Begomovirus* después del trasplante en campo, reduciendo así los riesgos de epifitias.

Conclusiones

Los resultados sugieren que la aplicación pretransplante de imidacloprid representa una alternativa ecológica y socioeconómicamente racional que junto con otras prácticas de manejo podrían utilizarse para disminuir la incidencia de los *Begomovirus*, entre éstos, el ToVEV. Este trabajo deja abierta las puertas a nuevas investigaciones donde se evalúen diferentes dosis del insecticida, tiempos de imbibición y su posterior evaluación en el campo. Todo dentro de un esquema de Manejo Integrado de Plagas para disminuir el impacto económico, ecológico y social que conlleva la aplicación de insecticidas químicos. Dado el efecto residual del imidacloprid aquí detectado, su aplicación al inicio del desarrollo de la planta de tomate, disminuye considerablemente el riesgo de residuos químicos en los frutos.

Literatura citada

Ahmed, N.E., H.O. Kanan, Y. Sugimoto, Y.Q. Ma y S. Inanaga. 2001. Effect of Imidacloprid on Incidence of *Tomato yellow leaf curl virus*. *Plant Disease* 85:84-87.

Argüello-Astorga, G.R. y R. Ruiz-Medrano. 2001. An iteron-related domain is associated to Motif 1 in the replication proteins of geminiviruses: identification of potential interacting amino acidbase pairs by a comparative approach. *Archives of Virology* 146:1465-1485.

chemical insecticides. Given the considerable residual effect of imidacloprid its application at the early stages of development of the tomato plant represents a low risk of insecticide residues in the fruits.

End of english version

Burbano, C. y F. Garces F. 2007. Control de la Reinfeción del Virus de la Hoja Amarilla (SCYLV) en Plantas de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*) var. B76-78 Mediante la Aplicación de Inductores SAR e Insecticidas Sistémicos en Condiciones de Campo. *Revista Tecnológica ESPOL* 20(1):197-202.

Cuellar, M.A. y F.J. Morales. 2006. La mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) como plaga y vectora de virus en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Colombiana de Entomología* 32:1-9.

Fuentes-Contreras, E., E. Basoalto, C. Sandoval, P. Pavez, C. Leal, R. Burgos C. Muñoz. 2007. Evaluación de la eficacia, efecto residual y de volteo de las aplicaciones pretransplantes de insecticidas nicotenoides y mezclas de nicotenoides-piretrioides para el control de *Myzus persicae nicotianae* (Hemiptera: Aphididae) (Hemiptera: Aphididae) en tabaco. *Agricultura Técnica (Chile)* 67:16-22.

Geraud-Pouey, F., D.T. Chirinos y G. Rivero. 1995. Artrópodos asociados con el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en Venezuela. *Boletín de Entomología Venezolano (Venezuela)* 10:31-49.

Guzmán, P., C.R. Arredondo, D. Emmatty, R.J. Portillo y R.L. Gilberton. 1997. Partial characterization of two whiteflytransmitted geminiviruses infecting tomatoes in Venezuela. *Plant Disease* 81:312.

- Hilje, L. 2002. Manejo de *Bemisia tabaci* en América Central y el Caribe. Un decenio de experiencia. Manejo Integrado de plagas y Agroecología (Costa Rica) 65:102-108.
- Image PRO Plus. 2008. Programa para procesamiento de imágenes 2008. Versión 6.0. EEUU.
- Polston, J.E. y P.K. Anderson. 1997. The emergence of whitefly-transmitted geminiviruses in tomato in the Western Hemisphere. Plant Disease 81(12):1358-1369.
- Placencia, L. y J. Contreras. 2001. Transmisión Capítulo II. Las plagas. pp. 410. Nuez (Ed.). 2da ed. Grupo Mundi Prensa, Madrid, España.
- Romay, G., F. Geraud-Pouey, D.T. Chirinos, E. Herrera, C. Fernández, F. Morales y K.A. Martínez. 2010. Transmisión del Tomato Venezuela Virus (ToVEV) por *Bemisia tabaci* (Gennadius), Hemiptera: Aleyrodidae, en Maracaibo, Venezuela. Neotropical Entomology 39(2):266-274.
- Ruiz, J. y J. Medina. 2001. Avances en el manejo integrado de *Bemisia tabaci* en tomate y chile en Oaxaca, México. Manejo Integrado de plagas y Agroecología (Costa Rica) 59:34-40.
- San Román Pérez, C., A. Ortiz y J. Ayala. 1995. Efecto del imidacloprid en el control de *Myzus persicae* Sulz y *Aphis fabae* Scop. y en la transmisión de Beet yellow virus (BYV) y Beet mild yellowing virus (BMV). Boletín de Sanidad Vegetal Plagas 21:551-558.
- SAS Institute Inc. 1997. Programa estadístico SAS para microcomputadoras. Versión 6.12, EEUU.
- Ware GW, Whitacre DM. 2004. Introducción a los insecticidas. The Pesticide Book, 6th ed*. (2004) Publicado por MeisterPro Information Resources na división de Meister Media Worldwide illoughby, Ohio. 466 p.