

**EFFECTIVIDAD DE ALGUNOS INSECTICIDAS PARA EL CONTROL DE
Bemisia tabaci (GENNADIUS) EN TOMATE, *Solanum lycopersicum* L.**

Laer Flores-Alaña, Francis Geraud-Pouey, Dorys T. Chirinos y Luis Meléndez-Ramírez

RESUMEN

Bemisia tabaci (Hemiptera: Aleyrodidae) representa un importante problema fitosanitario en tomate, principalmente por la transmisión de enfermedades causadas por Begomovirus. Con fines de manejo se establecieron plantas de tomate, previamente infestadas con *B. tabaci*, en macetas bajo aislamiento y sometidas a los siguientes tratamientos: imidacloprid al suelo, imidacloprid al follaje, monocrotofos, buprofezin, azadiractina, Paecilomyces fumoso-rosea, surfactante y un testigo

no tratado. Se contó el número de ninfas vivas y muertas, y se calculó el porcentaje de mortalidad a las 0, 48 y 96h de aplicado el tratamiento, seguido de seis conteos semanales. Las poblaciones disminuyeron en las plantas tratadas con imidacloprid aplicado al suelo, logrando el mayor porcentaje de mortalidad ($P < 0,05$). Los resultados sugieren que imidacloprid podría ser usado racionalmente en programas de manejo integrado de plagas en tomate

Introducción

La mosca blanca del tabaco, *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889), Hemiptera: Aleyrodidae, representa un complejo de especies crípticas ampliamente distribuidas en la mayoría de los continentes, las cuales han sido separadas en varios grupos según sus características biológicas, amplitud de

plantas hospederas, niveles de resistencia a insecticidas y eficiencia para transmitir virus (De Barro *et al.*, 2011). *B. tabaci* se ha convertido en el principal problema fitosanitario de cultivos hortícolas en la faja tropical y subtropical del mundo debido a su capacidad de transmitir más de 100 virus de plantas, siendo los más importantes los

pertencientes al género *Begomovirus* (Familia Geminiviridae), que son exclusivamente transmitidos por este vector de manera circulativa (Nava *et al.*, 2006; Chirinos *et al.*, 2009; Romay *et al.*, 2011).

B. tabaci también causa daños al succionar savia de las hojas, lo que tiende a debilitar a la planta e inyecta

enzimas que interfieren con la uniformidad de maduración de los frutos (Chirinos y Geraud-Pouey, 1996). También, las sustancias azucaradas que excreta (melado), al depositarse sobre la planta, sirven de sustrato para hongos saprofitos comúnmente conocidos como fumagina por el color negruzco de la superficie afectada, lo cual interfiere

PALABRAS CLAVE / *Bemisia tabaci* / Biorracionales / Geminiviridae / Hongos Entomopatógenos / Insecticidas / Neonicotenoideos / Tomate /

Recibido: 01/10/2012. Modificado: 07/01/2015. Aceptado: 08/01/2015.

Laer Flores-Alaña. Ingeniero Agrónomo, La Universidad del Zulia (LUZ), Venezuela. Agroprodutor independiente. e-mail: laerflores@gmail.com
Francis Geraud-Pouey. Ingeniero Agrónomo, LUZ, Venezuela. M.S. y Ph.D. en Entomología, University of

California, Berkeley, EEUU. Profesor, LUZ, Venezuela. e-mail: fgeraup@gmail.com
Dorys T. Chirinos. Técnica Superior Agrícola, Instituto Universitario Tecnológico de Maracaibo (IUTM), Venezuela. Ingeniera Agrónoma, La Universidad del Zulia (LUZ),

Venezuela. Maestría y Doctorado en Entomología, Universidad Central de Venezuela (UCV). Profesora, LUZ, Venezuela. Dirección: Unidad Técnica Fitosanitaria, Facultad de Agronomía, LUZ. Maracaibo, 4005, estado Zulia, Venezuela. e-mail: dchirinos@gmail.com

Luis Meléndez-Ramírez. Ingeniero Agrónomo, LUZ, Venezuela. Productor independiente e-mail: lmelendez23@hotmail.com

EFFECTIVENESS OF SOME INSECTICIDES FOR THE CONTROL OF *Bemisia tabaci* (GENNADIUS) ON TOMATO, *Solanum lycopersicum* L.

Laer Flores-Alaña, Francis Geraud-Pouey, Dorys T. Chirinos and Luis Meléndez-Ramírez

SUMMARY

Bemisia tabaci (Hemiptera: Aleyrodidae) represents an important phytosanitary problem in tomato, mainly due to the transmission of diseases caused by Begomovirus. For management purposes potted tomato plants previously infested with *B. tabaci* under isolation were treated with: imidachloprid to the soil, imidachloprid to the foliage, monocrotopos, buprofezin, azadirachtin, Paecilomyces fumoso-rosea, surfactant and

check. Alive and dead nymphs were counted and percentages of mortality at 0, 48 and 96h after treatment were calculated, followed by six weekly counts. Populations were lower in plants treated with imidachloprid to the soil, where the highest percentages of mortality were detected ($P < 0.05$). The results suggest that imidachloprid could be rationally utilized in integrated pest management programs for tomato crops.

EFETIVIDADE DE ALGUNS INSETICIDAS PARA O CONTROLE DE *Bemisia tabaci* (GENNADIUS) EM TOMATO, *Solanum lycopersicum* L.

Laer Flores-Alaña, Francis Geraud-Pouey, Dorys T. Chirinos e Luis Meléndez-Ramírez

RESUMO

Bemisia tabaci (Hemiptera: Aleyrodidae) representa um importante problema fitossanitário no tomate, principalmente pela transmissão de enfermidades causadas por Begomovirus. Com fins de manejo se estabeleceram plantas de tomate, previamente infestadas com *B. tabaci*, em vasos sob isolamento e submetidas aos seguintes tratamentos: imidacloprid ao solo, imidacloprid na folhagem, monocrotopós, buprofezin, azadiractina, Paecilomyces fumoso-rosea, surfactante e um testemunho

não tratado. Contou-se o número de ninfas vivas e mortas, e se calculou a porcentagem de mortalidade às 0, 48 e 96h de aplicado o tratamento, seguido de seis contagens semanais. As populações diminuíram nas plantas tratadas com imidacloprid aplicado no solo, conseguindo a maior porcentagem de mortalidade ($P < 0,05$). Os resultados sugerem que imidacloprid poderia ser usado racionalmente em programas de manejo integrado de pragas no tomate.

con las funciones de la hoja y desmejora la apariencia externa de los frutos.

Las enfermedades virales transmitidas por *B. tabaci* en el cultivo del tomate en Venezuela han causado daños de importancia económica, especialmente desde fines de la década de 1980 (Geraud-Pouey *et al.*, 1995; Nava *et al.*, 1998; Nava *et al.*, 2006; Chirinos *et al.*, 2009; Faria *et al.*, 2009; Romay *et al.*, 2010; Chirinos *et al.*, 2012). En el estado Zulia durante el ciclo de producción 1997-98, alrededor de 300ha de cultivos de tomate fueron severamente afectadas por una enfermedad viral transmitida por el complejo *B. tabaci* (Romay *et al.*, 2010). En otras regiones, específicamente en los valles Centrales (estados Aragua y Carabobo), el mosaico amarillo del tomate se presentó con mayor frecuencia, lo que causó apreciables daños (Lastra y Uzcategui, 1975) y constituyó un factor limitante en la producción de este cultivo (Franke *et al.*, 1983). En

Brasil, en el ciclo de producción de 1990-91, los costos más los daños resultantes de esta plaga y las enfermedades que transmiten, alcanzaron $\sim 125 \times 10^6$ USD (Fancelli y Vendramim, 2002).

En Venezuela, *B. tabaci* constituye una de las principales razones del uso de insecticidas en tomate, realizándose 2 a 3 aplicaciones semanales en ese cultivo (Chirinos y Geraud-Pouey, 2011). Por otro lado, muchos de los insecticidas utilizados para controlar *B. tabaci* ya no son efectivos debido a que ha desarrollado resistencia, siendo en la mayoría de los casos altamente tóxicos a los humanos y contaminantes del ambiente (Anderson, 2000; Hilje, 2002), sobre todo cuando son usados de manera continua, pudiendo aumentar los problemas de plagas agrícolas al interferir con el control ejercido por los enemigos naturales (Chirinos y Geraud-Pouey, 1996).

Además, cuando las casas comerciales promocionan los insecticidas generalmente se

basan en periodos cortos de evaluación y no permiten apreciar los efectos ulteriores de manera real en el tiempo agronómico requerido por ciclos completos de cultivos. En consecuencia, un producto puede comportarse bien en un momento determinado, pero utilizado de manera irracional, a menudo resulta ser un mayor problema que la propia plaga a controlar (Chirinos y Geraud-Pouey, 1996). Por otro lado, no hay que descartar los casos en los cuales se promueven comercialmente insecticidas sin tener suficientes evidencias de su efectividad en causar mortalidad (Chirinos y Geraud-Pouey, 1996). Por esto resulta necesario hacer estudios experimentales formales que evalúen la eficiencia de aplicaciones de insecticidas por períodos de tiempo más largos.

Aunque los insecticidas nuevos que logran reducir las poblaciones de *B. tabaci* son costosos (Cuellar y Morales, 2006), es pertinente señalar que, en Venezuela, el

insecticida neonicotenoide imidacloprid ha sido recomendado por representantes de empresas comercializadoras de insecticidas químicos, para ser aplicado en el agua de riego, en forma repetida, recomendación que implica costos económicos y ecológicos.

El presente trabajo tuvo como finalidad evaluar la efectividad de una sola aplicación de insecticidas (químicos, biológicos y biorracionales) para reducir poblaciones de *B. tabaci*, tomando en consideración la duración del efecto de estos productos, así como su posible uso en el marco del Manejo Integrado de Plagas (MIP).

Materiales y Métodos

El ensayo se realizó en la Unidad Técnica Fitosanitaria (UTF), Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, Venezuela, en jaulas umbráculos ubicadas en el exterior del laboratorio, temperatura media diaria de $32,2 \pm 3,1^\circ\text{C}$ y humedad relativa de 87% de HR.

Para la producción de plantas se sembraron semillas de tomate cultivar Río Grande (RG; crecimiento indeterminado; Petoseed Co. Inc.; Saticoy, CA, EEUU) en bandejas iniciadoras de polietileno de 27x53cm con 128 receptáculos, sobre sustrato a base de turba de musgo (Sunshine Plug Mix 5; Sun Gro Horticulture Inc.; Bellevue, WA, EEUU) y mantenidas dentro del laboratorio, envueltas en bolsas negras de polietileno utilizadas para conservar la humedad en el sustrato hasta que se produjera la germinación de las semillas, lo que ocurrió en ~4 días. Seguidamente, las bandejas fueron transferidas a una jaula umbráculo (2,4x1,2x1m; largo x ancho x alto) construida con estructura de perfiles de aluminio, cerrada con malla de nylon a prueba de *B. tabaci* (18x18 hilos/cm²), ubicada en el exterior del laboratorio. Cada jaula-umbráculo tiene una división en la mitad formando dos cubículos de 1,2x1,2x1m; largo x ancho x alto. Pasados unos 15 días, las plántulas se trasplantaron a macetas plásticas (capacidad de 4kg) sobre un sustrato compuesto por dos partes de suelo areno-francoso y una de materia orgánica vegetal, para así ser colocadas en las jaulas umbráculos descritas. Se utilizó una frecuencia de riego de dos veces/día y la fertilización se hizo con una solución de fórmula completa de alta solubilidad 18-18-18 a razón de 1g/planta dos veces por semana.

En el ensayo se incluyeron ocho tratamientos: 1) imidacloprid aplicado al suelo; 2) imidacloprid al follaje (Relevo 350, suspensión concentrada (SC), INICA, Cagua, Venezuela, 0,035% ingrediente activo (i.a.) p/v (insecticida químico neonicotinoide sistémico)); 3) monocrotofos (Inisán 60%, concentrado soluble (CS), INICA, Cagua, Venezuela, 0,15% i.a. p/v (insecticida químico organofosforado sistémico)); 4) buprofezin (Applaud, polvo mojabable (PM), Agroisleña C.A., Cagua, Venezuela, 0,063% i.a. p/p (insecticida químico inhibidor de quitina)); 5) azadiractina

(Sukrina 75% concentrado emulsionable (CE), Hering Ecológica S.A. Recursos Ecológicos OIKOS S.A., 0,5% i.a. p/v (insecticida biorracional de contacto)); 6) *Paecilomyces fumoso-rosea* (Bemisin, PROBIOAGRO, S.A., Acarigua, Venezuela., 3x10¹¹ conidios/0,15g (hongo entomopatógeno)); 7) surfactante (Extravón 200, líquido miscible (LM), surfactante-adherente, CIBA-GEIGY S.A., 0,05% i.a. v/v (efecto físico)); y 8) testigo sin aplicación de insecticida. Se realizó una sola aplicación de los tratamientos, inmediatamente después del primer conteo. A los seis primeros tratamientos se les añadió el surfactante a la misma concentración que cuando se aplicó este tratamiento solo. Las aplicaciones fueron hechas con atomizadores manuales con capacidad de 200ml, rociando de una manera uniforme y completa las hojas de las plantas, sin producir apreciable escurrimiento, lo que representó unos 15cc/planta. En el caso del tratamiento 1, se aplicó al suelo 12cc/planta, utilizando una jeringa. La unidad experimental consistió de tres plantas de tomate con cuatro repeticiones, cada una ubicada en un cubículo de jaula umbráculo.

Como indicadores del efecto de los plaguicidas se utilizaron poblaciones de *B. tabaci*, criadas en jaulas umbráculo sobre plantas de algodón (~1,5 meses de edad con 3-4 hojas), de donde se obtuvo un número suficiente de adultos para lograr los niveles de infestación requeridos en el ensayo. Para mantener las colonias, las plantas viejas deterioradas por *B. tabaci* eran eliminadas y repuestas aproximadamente cada mes. Ya ubicadas las plantas (de 55-60 días de edad) en las jaulas umbráculo, en cada cubículo (repetición) se liberaron ~100 adultos de *B. tabaci* por planta, que fueron colectados de la colonia mediante succionadores de boca. Antes de aplicar los diferentes tratamientos se esperó aproximadamente un mes, hasta constatar mediante observación al microscopio estereoscópico una infestación

suficientemente uniforme en todas las unidades experimentales, lo que permitió realizar un primer conteo para estimar la población inicial. Posteriormente se aplicaron los tratamientos, y se realizaron ocho conteos secuenciales, los dos primeros en 48 y 96h y el resto a intervalos semanales.

Para estimar las poblaciones, en cada conteo se tomaron cuatro secciones circulares de foliolo de 1,67cm² por planta, que fueron cortadas de forma directa utilizando un sacabocado. Dos secciones se tomaron de una hoja de la parte alta de la planta (hoja joven), y el otro par de una hoja de la parte media de esta (hoja madura). Utilizando un microscopio estereoscópico y enfocando el envés de dichas secciones, se contó el número de ninfas vivas y muertas. Luego se calculó el porcentaje de mortalidad ((ninfas muertas/ (ninfas vivas + ninfas muertas)) x 100) para los nueve conteos realizados en cada tratamiento/repetición.

Los resultados de los conteos fueron analizados a partir de la aplicación de los tratamientos con el programa estadístico SAS (1997). El análisis de la varianza se realizó con el Modelo Lineal General (GLM) y las comparaciones de medias con la prueba de Tukey-Kramer (P<0,05). Para los análisis, el número de ninfas fue transformado con raíz cuadrada y el porcentaje de mortalidad con la función arcoseno, con lo que posteriormente cumplieron con los supuestos de la normalidad que fueron aplicados con el mismo programa.

Resultados y Discusión

A lo largo de las evaluaciones (52 días), dentro de cada cubículo de las jaulas umbráculos se desarrollaron apreciables poblaciones de *B. tabaci* como consecuencia de las altas infestaciones, tanto en las plantas testigo como en aquellas bajo los tratamientos menos efectivos. En consecuencia, los adultos emergidos durante ese tiempo mantuvieron una constante presión de infestación sobre

todas las plantas dentro de dichos cubículos, lo cual permitió mostrar los efectos de los tratamientos.

En la Figura 1 se observa que el efecto entre tratamientos comenzó a diferenciarse a partir de las 48h post-aplicación. Así, para plantas tratadas con imidacloprid aplicado al suelo, las poblaciones declinaron de 40 (segundo conteo) a ~10 individuos (último conteo). Esta fluctuación poblacional estuvo asociada a altos porcentajes de mortalidad a partir del tercer conteo (amplitud: 55-80%).

En el caso de plantas asperjadas en follaje con imidacloprid, el porcentaje de mortalidad se mantuvo entre 50-60% hasta los 35 días aproximadamente y posteriormente disminuyó hasta ~17%. La alta mortalidad observada, aunada a los bajos niveles poblacionales del insecto, permite inferir que la acción del insecticida se mantuvo durante ese período y al pasar dicho efecto la población se incrementó, alcanzando niveles de unos 90 individuos en el último conteo realizado. Las plantas mantenidas en buen estado, sirvieron como sustrato para soportar el incremento poblacional del insecto; a partir de entonces y hasta el final del ensayo, muy probablemente favorecido por los adultos provenientes de plantas testigos así como de aquellas tratadas con productos menos efectivos, dentro del mismo cubículo.

Estos resultados obtenidos en plantas tratadas con imidacloprid contrastan con los obtenidos por otros investigadores para dos especies de Sternorrhyncha. Imidacloprid resultó inefectivo para el control de las escamas, *Unaspis euonymi* (Homoptera: Diaspididae) sobre plantas ornamentales (Rebek y Sadof, 2003) y *Allokermes kingii* (Hemiptera: Kermesidae) sobre roble (Turner y Buss, 2005). No obstante, coinciden con los encontrados por Chirinos *et al.* (2007) quienes refieren que en dos ensayos realizados para evaluar el efecto de varios tratamientos sobre otro insecto chupador, *Capulinia* sp.

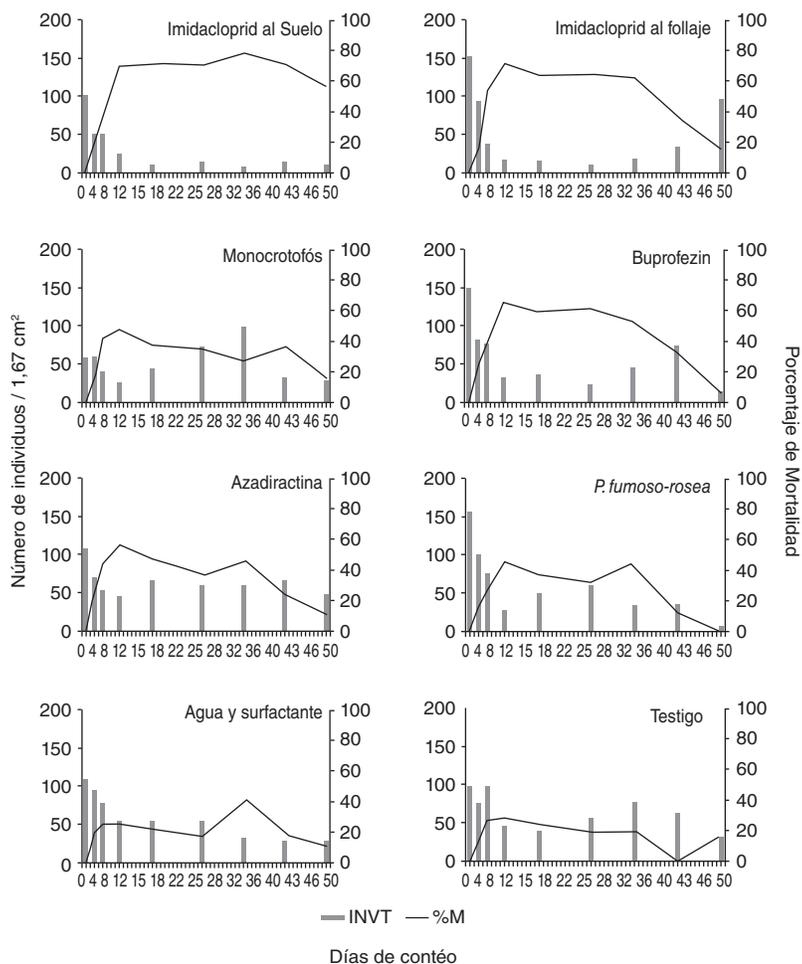


Figura 1. Número de individuos vivos y porcentaje de mortalidad de *Bemisia tabaci* para los diferentes tratamientos.

(Hemiptera; Eriococcidae) en guayabo, imidacloprid resultó un insecticida efectivo para su control.

Varios ensayos han sido realizados utilizando imidacloprid para el control de *B. tabaci* en el cultivo del tomate. Algunos de esos ensayos muestran la alta eficacia de este insecticida para el control de algunas razas del insecto en varias regiones de España, pero baja efectividad para otras razas del mismo insecto en otras regiones de ese país (Elbert y Nauen, 2000). Esmaeily *et al.* (2014) midieron el efecto de insecticidas sobre varios parámetros de vida de *B. tabaci* y observaron alta supervivencia al tratar el insecto con imidacloprid.

En contraste, Ruiz y Medina (2001) encontraron

efectividad del imidacloprid en el control de *B. tabaci* y disminución de enfermedades virales en un ensayo de campo realizado en Oaxaca, México; concluyeron que este insecticida puede ser una alternativa dentro de un programa de manejo integrado de plagas en este cultivo. Chirinos *et al.* (2011) detectaron que el imidacloprid aplicado embebiendo bandejas de germinación antes del trasplante disminuyó la incidencia de este insecto y de uno de los Begomovirus que transmite, en un ensayo realizado en plantas de tomate creciendo en macetas.

Con variaciones, plantas tratadas con monocrotofós, buprofezín, azadiractina, *P. fumoso-rosea* y surfactante mantuvieron altas infestaciones de *B. tabaci* (amplitud: 25 a 100

individuos aproximadamente) durante todo el ensayo. Igual tendencia a plantas tratadas con estos insecticidas, siguieron las infestaciones en aquellas plantas no tratadas (testigo). No obstante, para el último conteo, se observó una reducción poblacional en estos tratamientos, la cual estuvo asociada al visible deterioro de las plantas. Dicho deterioro era una combinación de la infestación (número de individuos) y el consecuente daño directo en los folíolos, junto con el desarrollo de hongos saprofiticos (fumagina) sobre el follaje, teniendo como sustrato la fina cobertura de melado excretado por los insectos.

Estas tendencias en el número de individuos vivos de *B. tabaci* y el porcentaje de mortalidad observadas en los gráficos de la Figura 1, son corroboradas por las diferencias estadísticas mostradas en el Tabla I. Las menores infestaciones y los mayores porcentajes de mortalidad se detectaron

en plantas asperjadas con imidacloprid aplicado al suelo, seguido de aquellas con imidacloprid aplicado al follaje ($P < 0,05$), mientras que las mayores poblaciones fueron detectadas en el resto de los tratamientos, incluyendo el testigo.

En plantas asperjadas con monocrotofós, azadiractina y *P. fumoso-rosea*, el porcentaje de mortalidad siguió similar tendencia (promedio: 28 a 36%, Tabla I). Aunque en plantas tratadas con buprofezín la mortalidad promedio resultó más alta, no estuvo asociada con bajas poblaciones de *B. tabaci*. De hecho, las poblaciones bajo este último tratamiento no mostraron diferencias significativas con respecto a las plantas no tratadas (testigo); aparentemente su acción por contacto fue efectiva del tercero al sexto conteo (Figura 1), pero no se mantuvo hasta el final del ensayo. Los más bajos porcentajes de mortalidad del insecto ocurrieron en aquellas plantas no tratadas (testigo; amplitud: 5-25%, promedio: 16%). Esa mortalidad detectada en plantas testigos podría atribuirse en buena parte al deterioro de las mismas debido a las altas infestaciones alcanzadas por el insecto, lo cual en parte también explica la mortalidad detectada en aquellos insecticidas inefectivos.

En el caso de monocrotofós, los resultados coinciden con los de otros autores. Prabhaker *et al.* (1989) detectaron efecto de este insecticida solo sobre el

TABLA I
NÚMERO DE INDIVIDUOS VIVOS Y PORCENTAJE (%) DE MORTALIDAD GENERALES PARA *Bemisia tabaci* EN TOMATE, BAJO DIFERENTES TRATAMIENTOS CON INSECTICIDAS

Tratamientos	Individuos vivos	% Mortalidad
Imidacloprid al suelo	23,15 ±10,31 b	67,12 ±5,70 a
Imidacloprid al follaje	40,63 ±16,27 ab	52,26 ±4,8 ab
Monocrotofós	50,71 ±12,15 a	32,76 ±3,66 cd
Buprofezín	58,61 ±14,73 a	46,14 ±4,64 bc
Azadiractina	57,89 ±8,3 a	36,16 ±3,72 cd
<i>P. fumoso-rosea</i>	59,85 ±10,05 a	28,35 ±3,71 de
Surfactante	57,74 ±7,88 a	22,39 ±2,43 de
Testigo	64,61 ±11,96 a	16,71 ±2,18 e

Medias ±error estándar de la media. Medias comparadas a través de la prueba de Tukey-Kramer; aquellas con igual letra no difieren significativamente ($P < 0,05$).

primer estadio del insecto en un ensayo realizado sobre algodón creciendo en invernadero. Así mismo, Ahmad *et al.* (2002) refieren moderada resistencia de *B. tabaci* a este insecticida.

Buprofezín es uno de los insecticidas comúnmente usado en Venezuela para controlar *B. tabaci*. No obstante, los presentes resultados no avalan su utilización para estos fines. Esto es similar a la baja eficiencia para disminuir poblaciones de *B. tabaci* observada por Elbert y Nauen (2000). Sin embargo, Ishaaya *et al.* (1988) refieren que en semilleros de algodón cultivados en invernaderos, este insecticida afectó la embriogénesis y los estados inmaduros de este insecto. Por otro lado, aunque buprofezín resultó muy tóxico sobre huevos de *Trialeurodes vaporariorum*, no lo fue sobre sus ninfas (Wang *et al.*, 2003). Esto último también fue observado por Kumar y Rajpal (2014) en un bioensayo realizado con la misma especie, donde buprofezín solo alcanzó mediana toxicidad sobre las ninfas.

Para plantas asperjadas con azadiractina, la baja efectividad que se obtuvo en el control de *B. tabaci* difiere de lo encontrado por Kumar (2005), quien refiere que aplicaciones de este químico tanto al follaje como al suelo causó alta mortalidad (amplitud: 78-100%) de estados inmaduros del insecto. Igualmente, James (2003) señaló que tratamientos con azadiractina incrementaron significativamente la mortalidad del *B. argentifolii*, esta última denominada así por Bellows *et al.* (1994). Sin embargo, la baja efectividad aquí detectada coincide con lo señalado por Simmonds *et al.* (2002), quienes probaron varios insecticidas botánicos para el control de *T. vaporariorum* y observaron que azadiractina fue poco tóxico para el insecto. Igualmente Chirinos *et al.* (2007), en dos experimentos de laboratorio de evaluación de insecticidas, detectaron baja eficiencia de este tratamiento para controlar poblaciones de *Capulinia* sp.

Con respecto a plantas tratadas con la formulación de

P. fumoso-rosea, el bajo efecto observado resultó similar a lo encontrado en un ensayo para el manejo de *T. vaporariorum* en lechuga creciendo en invernadero por Feng *et al.* (2004), quienes detectaron que la población declinó moderadamente cuando fue tratada con formulaciones de este hongo entomopatogénico. No obstante, James (2003) observó que tratamientos con este hongo incrementaron en un 70% la mortalidad en un experimento de laboratorio realizado con *B. argentifolii*.

La inefectividad de *P. fumoso-rosea* aquí detectada, pudiese estar relacionada con la explicación suministrada por Federici (1999), quien sostiene que los hongos representan uno de los grupos más comunes de patógenos observados en el campo que en condiciones favorables causan grandes epizootias disminuyendo la población de sus huéspedes específicos, razón por la cual se ha generado mucho interés el uso de estos hongos en el control biológico de insectos por más de cien años. Así, este investigador refiere que se ha considerado el potencial como insecticida microbiano de *Beauveria bassiana*, *Metarrhizium anisopliae*, *P. fumoso-rosea*, *Verticillium lecanii*, *Hirsutella thompsonii* y *Nomuraea rileyi*. Sin embargo, según el mismo autor, la producción comercial de ninguno de éstos ha sido exitosa en países desarrollados por razones relacionadas con sus propiedades biológicas, tales como: la producción de conidios y de fragmentos miceliales que son usados como ingredientes activos de las formulaciones comerciales, las cuales son muy costosas debido a que se necesitan grandes cantidades para lograr un aceptable nivel de control, así como la poca duradera viabilidad de los hongos debido a la fragilidad de las conidios.

Conclusiones

Los resultados muestran la efectividad de imidacloprid para disminuir las infestaciones

por *B. tabaci*, especialmente cuando es aplicado al suelo. Ello deja abierta la posibilidad de evaluar su efecto como protector contra la transmisión de enfermedades virales por este vector en el campo. Dado que este insecticida es costoso, realizar aspersiones repetidas o aplicar a través del agua de riego (como ha sido recomendado en Venezuela) incrementaría los costos, además de los riesgos de contaminación y el efecto en el control natural de ésta y otras especies asociadas con el cultivo del tomate. En consecuencia, la efectividad de una sola aplicación para retardar el desarrollo de poblaciones de *B. tabaci*, en más de treinta días, resultaría una alternativa económica, así como, social y ecológicamente más sana.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a FONACIT el financiamiento parcial a través de las subvenciones G-200001610 y del proyecto 'Diseño de un Esterilizador de Suelos', a Fundacite-Zulia el apoyo a nuestras investigaciones, a la Red Temática No. 111RT0433 y al CONDES, este último por su subvención a través del Proyecto VAC-CONDES-0669-10.

REFERENCIAS

- Ahmad M, Arif MI, Ahmad Z, Denholm I (2002) Cotton whitefly (*Bemisia tabaci*) resistance to organophosphate and pyrethroid insecticides in Pakistan. *Pest Manag. Sci.* 58: 203-208.
- Anderson PK (2000) La mosca blanca vectora: *Bemisia tabaci* (Gennadius). En Morales Garzón FJ (Ed.) *El Mosaico Dorado y Otras Enfermedades del Frijol Común Causadas por Geminivirus Transmitidos por Mosca Blanca en la América Latina*. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Palmira, Colombia. pp. 107-127.
- Bellows TSJr, Perring TM, Gill RJ, Headrick DH (1994) Description of species of *Bemisia* (Homoptera: Aleyrodidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 87: 195-206.
- Chirinos D, Geraud-Pouey F (1996) Efectos de algunos insecticidas sobre entomofauna del cultivo del tomate, en el noroeste del estado Zulia Venezuela. *Interciencia* 21: 31-36.

- Chirinos DT, Geraud-Pouey F (2011) El manejo de plagas agrícolas en Venezuela. Reflexiones y análisis sobre algunos casos. *Interciencia* 36: 192-199.
- Chirinos DT, Geraud-Pouey F, Bastidas L, García M, Sánchez Y (2007) Efecto de algunos insecticidas sobre la mota blanca del guayabo, *Capulinia* sp. (Hemiptera: Eriococcidae). *Interciencia* 32: 547-553.
- Chirinos D, Güerere P, Geraud F, Romay G, Santana M, Bastidas L (2009) Transmisión experimental de *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV) por *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) a algunas solanáceas en Venezuela. *Rev. Col. Entomol.* 35: 22-27.
- Chirinos D, Paradiso MG, Dávila R, Geraud-Pouey F (2011) Efecto del imidacloprid sobre la transmisión de un Begomovirus por *Bemisia tabaci* en tomate. *Rev. Fac. Agron. LUZ* 28 (Supl. Esp. 1): 73-82.
- Chirinos DT, Geraud-Pouey F, Romay G, Franco MA, Galindo-Castro I (2012) Evaluación de genotipos comerciales de tomate por su resistencia a Begomovirus. *Interciencia* 37: 451-456.
- Cuellar MA, Morales FJ (2006) La mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) como plaga y vectora de virus en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Rev. Col. Entomol.* 32: 1-9.
- De Barro PJ, Liu S, Boykin LM, Dinsdale AB (2011) *Bemisia tabaci*: A statement of species status. *Annu. Rev. Entomol.* 56: 1-19.
- Elbert A, Nauen R (2000) Resistance of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) to insecticides in southern Spain with special reference to neonicotinoids. *Pest Manag. Sci.* 56: 60-64.
- Esmaily S, Amin M, Zarab M, Jafarbeigi (2014) Sublethal effects of some synthetic and botanical insecticides on *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). *J. Plant Prot. Res.* 54: 172-178.
- Fancelli M, Vendramim JD (2002) Development of *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) biotipe B on *Lycopersicon* spp. genotipos. *Sci. Agric.* 59: 665-669.
- Faría AE, Nava A (2009) Detección por PCR de Begomovirus en el cultivo del tomate en las áreas productoras de los Andes venezolanos. *Rev. Fac. Agron. LUZ* 26: 179-195.
- Federici (1999) A perspective on pathogens as biological control agents for insect pests. En Bellows TS, Fischer TW (Eds) *Handbook of Biological Control*. Academic Press. San Diego, CA, EEUU. pp. 517-548.

- Feng M, Chen B, Ying SH (2004) Trials of *Beauveria bassiana*, *Paecilomyces fumoso-rosea* and Imidacloprid for management of *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) on Greenhouse Grown Lettuce. *Biocontr. Sci. Technol.* 14: 531-544.
- Franke G, Van Balen L, Debrot E (1983) Efecto de la infección por el mosaico amarillo sobre el rendimiento del tomate. *Rev Fac Agron LUZ* 6: 741-743.
- Geraud-Pouey F, Chirinos DT, Rivero G (1995) Artrópodos asociados con el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en Venezuela. *Bol. Entomol. Venez.* 10: 31-49.
- Hilje L (2002) Manejo de *Bemisia tabaci* en América Central y el Caribe. Un decenio de experiencia. *Manejo Integr. Plagas* 65: 102-108.
- Ishaaya I, Mendelson Z, Melamed-Madjar V (1988) Effect of buprofezin on embryogenesis and progeny formation of sweet potato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae). *J. Econ. Entomol.* 81: 781-784.
- James RR (2003) Combining azadirachtin and *Paecilomyces fumoso-rosea* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) to control *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). *J. Econ. Entomol.* 96: 25-30.
- Kumar P (2005) Effects of application methods of azadirachtin against sweet potato whitefly *Bemisia tabaci* Gennadius (Hom., Aleyrodidae) on tomato plants. *J. Appl. Entomol.* 129: 489-497.
- Kumar A, Rajpal (2014) Bioefficacy of some insecticides against the greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum*, Westwood (Homoptera; Aleyrodidae) on tomato. *Bioscan* 9: 1073-1076
- Lastra JR, De Uzcátegui RC (1975) Viruses affecting tomatoes in Venezuela. *Phytopath. Z.* 84: 253-258.
- Morales FJ (2006) History and current distribution of begomoviruses in Latin America. *Adv. Virus Res.* 67: 127-162.
- Nava A, Trujillo G, Chirinos D, Rivero G (1998) Detección de virus en zonas productoras de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en Venezuela. III. Estados centro occidentales (Lara, Portuguesa, Barinas, y Cojedes). *Rev. Fac. Agron. LUZ* 15: 23-29.
- Nava A, Patte CP, Giebert E, Polston JE (2006) Detection and variability of begomoviruses in tomato from the Andean states of Venezuela. *Plant Dis.* 90: 61-66.
- Prabhaker N, Toscazo NC, Coudriet DL (1989) Susceptibility of the immature and adult stages of the sweet potato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) to selected insecticides. *J. Econ. Entomol.* 82: 983-988.
- Rebek EJ, Sadof CS (2003) Effects of pesticide applications on the euonymus scale (Homoptera: Diaspididae) and its parasitoid, *Encarsia citrina* (Hymenoptera: Aphelinidae). *J. Econ. Entomol.* 96: 446-452.
- Romay G, Geraud-Pouey F, Chirinos DT, Herrera E, Fernández C, Morales F, Martínez KA (2010) Transmisión del Tomato Venezuela virus (ToVEV) por *Bemisia tabaci* (Gennadius), Hemiptera: Aleyrodidae, en Maracaibo, Venezuela. *Neotrop. Entomol.* 39: 266-274.
- Romay G, Geraud-Pouey F, Chirinos DT, Santana MA, Galindo-Castro I, Marquez L (2011) Microsatellites reveal widespread predominance of an invasive over an indigenous *Bemisia tabaci* in Venezuela. *Phytoparas* 39: 419-428.
- Ruiz J, Medina J (2001) Avances en el manejo integrado de *Bemisia tabaci* en tomate y chile en Oaxaca, México. *Manejo Integr. Plagas* 59: 34-40.
- Simmonds SJ, Manlove JD, Blaney WM (2002) Effects of selected botanical insecticides on the behaviour and mortality of the glasshouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* and the parasitoid *Encarsia formosa*. *Entomol. Exp. Appl.* 102: 39-47.
- SAS (1997) *Programa Estadístico SAS para Computadoras*. Versión 6.1. SAS Institute. Cary, NC, EEUU.
- Turner LJC, Buss EA (2005) Biology and management of *Allokermes kingii* (Hemiptera: Kermesidae) on Oak Trees (*Quercus* spp.). *J. Arboricult.* 31: 198-202.
- Wang K, Kong X, Jiang X, Yi M, Liu T (2003) Susceptibility of immature and adult stages of *Trialeurodes vaporariorum* (Hom., Aleyrodidae) to selected insecticides. *J. Appl. Entomol.* 127: 527-533.