

## Estrategia MIP para el control de *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) en melón y tomate

IPM strategy for the control of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) on melon and tomato

CARLOS ESPINEL C.<sup>1</sup>, MARÍA DENIS LOZANO<sup>2</sup>, LAURA VILLAMIZAR R.<sup>3</sup>,  
ERIKA GRIJALBA B.<sup>4</sup> y ALBA MARINACOTES P.<sup>5</sup>

**Resumen:** *Bemisia tabaci* es una plaga de importancia económica en cultivos de melón y tomate. El centro de investigaciones Corpoica desarrolló productos para su control con resultados promisorios en laboratorio, surgiendo la necesidad de evaluarlos en campo. El objetivo del presente trabajo fue evaluar un esquema de manejo integrado de plagas (MIP) en melón y tomate en El Espinal (Tolima) utilizando un preformulado con base en *Paecilomyces fumosoroseus* comparado con un bioplaguicida con base en *Lecanicillium lecanii*. Otros componentes de manejo del insecto se integraron, como trampas amarillas y manejo de patógenos como solarización del suelo y la aplicación de *Trichoderma koningii*. Las parcelas MIP (con los bioplaguicidas) se compararon con un tratamiento tradicional agricultor. Se determinaron la presencia de adultos y estados inmaduros semanalmente y la producción total en la cosecha. En el melón se realizaron seis aplicaciones de los productos biológicos y en tomate diez. La producción de melón en la parcela aplicada con *L. lecanii* fue de 29,4 t/ha, mientras que en el tratamiento *P. fumosoroseus* y agricultor, fue de 27,3 t/ha y 25 t/ha, respectivamente. La mayor producción en tomate cherry se obtuvo con el tratamiento con *P. fumosoroseus* (14,7 t/ha), seguida por la parcela aplicada con *L. lecanii* (13,8 t/ha) y por el tratamiento agricultor (13,6 t/ha). Se sugiere que los productos biológicos con base en los entomopatógenos evaluados, introducidos dentro de un esquema de manejo integrado del cultivo, son promisorios para el manejo de *B. tabaci*.

**Palabras clave:** Mosca blanca. Bioplaguicida. Entomopatógenos.

**Abstract:** *Bemisia tabaci* is an economically important pest in melon and tomato crops. The Corpoica research center developed biopesticides for its control with promising results under laboratory conditions, leading to a need to evaluate them under field conditions. The objective of the present work was to evaluate a strategy of integrated pest management (IPM) on melon and tomato crops in El Espinal (Tolima) using a preformulation based on *Paecilomyces fumosoroseus* and a biopesticide based on *Lecanicillium lecanii*. Other components of insect management were integrated, such as yellow traps and pathogen management like soil solarization and the application of *Trichoderma koningii*. IPM plots (with biopesticides) were compared with a traditional farmer treatment. The presence of adults and immature stages were determined weekly and the total yield at harvest. Six applications of the biological products were carried out in melon and ten in tomato. Melon production in plots treated with *L. lecanii* was 29.4 t/ha, while in the plots treated with *P. fumosoroseus* and farmer treatment it was 27.3 t/ha and 25 t/ha, respectively. The highest production obtained in cherry tomato was in the treatment with *P. fumosoroseus* (14.7 t/ha), followed by *L. lecanii* treated plots (13.8 t/ha) and the farmer treatment (13.6 t/ha). These results suggest that the biological products based on the evaluated entomopathogens, introduced into a strategy of integrated crop management, are promising for *B. tabaci* control.

**Key words:** Whitefly. Biopesticide. Entomopathogens.

### Introducción

Las moscas blancas son consideradas la principal plaga a nivel mundial (Rodríguez y Cardona 2001). Dentro de éstas, *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae) es una de las más limitantes considerando el gran número de hospedantes que ataca, los daños directos e indirectos que ocasiona, su amplia distribución geográfica y la ineficiencia que han mostrado los insecticidas químicos para su control (Rodríguez y Cardona 2001).

Los daños ocasionados por el insecto se pueden dar por la succión de savia y por la inyección de toxinas a través de la saliva, ocasionando el debilitamiento de la planta y la formación de manchas cloróticas (Infoagro 2004). En ataques intensos se producen síntomas de deshidratación, disminución o detención del crecimiento. De igual forma, la excreción de

miel de rocío sobre hojas, flores y frutos, proporciona el medio adecuado para el establecimiento del hongo *Capnodium* sp., que disminuye la fotosíntesis y la respiración de la planta y en consecuencia deteriora la calidad de la cosecha y genera mayores gastos de producción (Infoagro 2004). Así mismo, *B. tabaci* es transmisora de virus patógenos en diversos cultivos, tales como el virus del encrespamiento amarillo de la hoja del tomate (TYLCV), el virus del mosaico dorado del tomate (TGMV), el virus moteado del tomate (ToMoV) y del virus del mosaico dorado del frijón (BGMV) (Infoagro 2004). En algunos cultivos como el tomate, la presencia de un solo adulto de mosca blanca por planta es suficiente para causar 100% de infección por geminivirus (Faria y Wraight 2001).

Actualmente se ha demostrado que *B. tabaci* es resistente a varios de los insecticidas usados para su control (Cardona et al. 2001), lo cual tiene serias implicaciones económicas y

<sup>1</sup> Investigador. M. Sc. Entomología. Corpoica. A.A 240142 Parque Central Bavaria Las Palmas, Bogotá. [cespinel@corpoica.org.co](mailto:cespinel@corpoica.org.co). Autor para correspondencia.

<sup>2</sup> Investigadora. M. Sc. Microbiología. Corpoica. C.I Nataima. Km. 9 vía Espinal-Chicoral (Tolima). [mlozano@corpoica.org.co](mailto:mlozano@corpoica.org.co).

<sup>3</sup> Investigadora. M. Sc. Microbiología. Corpoica. A.A 240142 Parque Central Bavaria Las Palmas, Bogotá. [lvillamizar@corpoica.org.co](mailto:lvillamizar@corpoica.org.co).

<sup>4</sup> Investigadora. Química Farmacéutica. Corpoica. A.A 240142 Parque Central Bavaria Las Palmas, Bogotá. [egrijalba@corpoica.org.co](mailto:egrijalba@corpoica.org.co).

<sup>5</sup> Investigadora. Ph. D. Fitopatología. Corpoica. A.A 240142 Parque Central Bavaria Las Palmas, Bogotá. [acotes@corpoica.org.co](mailto:acotes@corpoica.org.co).

ambientales, debido a que los agricultores usan mayores dosis de plaguicidas de síntesis, elevando los costos de producción y generando mayor contaminación al ambiente. Los problemas asociados con moscas blancas han alcanzado magnitud mundial en los últimos años, por lo que los esfuerzos en investigación básica y aplicada se han enfocado al desarrollo de métodos alternativos de control (Quintero *et al.* 2001). Es así como el control biológico basado en el conocimiento básico y aplicado sobre los tres principales grupos de enemigos naturales: parasitoides, depredadores y hongos entomopatógenos, se presenta como una de las alternativas más promisorias dentro de los programas de Manejo Integrado de Plagas (MIP) (López-Ávila 1994; López-Ávila *et al.* 2001). En ese sentido, el Laboratorio de Control Biológico de Corpoica desarrolló un bioplaguicida con base en un aislamiento nativo de *L. lecanii* que produjo resultados promisorios para el control de *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae) en cultivos de habichuela y tomate bajo invernadero (Jiménez 2002; Garzón 2004).

Con el fin de contar con un insecticida microbiano como alternativa para el control de *B. tabaci*, se realizó una colección de microorganismos en cuatro departamentos de Colombia y se seleccionó un aislamiento del hongo *P. fumosoroseus* (Wize) Brown & Smith por ocasionar el 91% de mortalidad bajo condiciones controladas (Espinel *et al.* 2004; Espinel *et al.* 2006a). Con este microorganismo se desarrolló un preformulado que presentó resultados promisorios en el control de esta mosca blanca bajo condiciones de laboratorio. Como una etapa posterior de desarrollo de este bioplaguicida, surge la necesidad de evaluar su eficacia bajo condiciones de campo dentro de una estrategia MIP. Por tal razón, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el preformulado con base en *P. fumosoroseus* y el bioplaguicida con base en *L. lecanii* (Zimmerman) Gams & Zare dentro de un esquema de manejo integrado de *B. tabaci* en cultivos de melón y tomate.

## Materiales y Métodos

### Evaluación sobre el cultivo de melón

Con el propósito de evaluar la eficacia del preformulado con base en *P. fumosoroseus* y del insecticida microbiano con base en *L. lecanii* dentro de un esquema MIP, se llevó a cabo un ensayo en un cultivo de melón de la variedad Cantaloup, en el municipio de El Espinal (Departamento del Tolima), finca Canaima, ubicada a 414 msnm (4°12'01"N, 5°00'03"W). La finca seleccionada se caracteriza por la siembra predominantemente de melón a nivel industrial y de pimentón y de papaya en menor proporción.

En noviembre de 2005 se sembró una parcela de 800 m<sup>2</sup>, en la cual se contaba con ocho surcos de 90 m de largo x 1 m de ancho; a esta parcela se le denominó MIP, debido a que se realizaron una serie de prácticas biológicas y culturales para el manejo integrado del cultivo y de *B. tabaci*. Para el control de patógenos, se realizó una solarización del suelo cubriéndolo por 15 días con un plástico negro y manteniéndolo a capacidad de campo, y se llevó a cabo la aplicación al suelo de un bioplaguicida con base en *Trichoderma koningii* Oudem desarrollado por el Laboratorio de Control Biológico; esta aplicación se realizó a la concentración de 1x 10<sup>6</sup> conidios/ml recomendada en el momento del trasplante, luego cada semana durante un mes y posteriormente cada 15 días hasta el final del cultivo.

Para registrar la presencia de *B. tabaci* se incluyeron trampas amarillas de 12 x 16 cm con pegante, ubicadas en el perímetro de la parcela, a una altura de 40 cm el suelo. En el interior de la parcela se ubicaron diez trampas en un trazado en "W" las cuales también permitieron hacer el seguimiento de la presencia de adultos. Asimismo, para el control de los adultos del insecto se ubicaron trampas plásticas amarillas de 1,20 cm de largo por 80 cm de ancho, cada 200 m<sup>2</sup>. Con el fin de comparar las estrategias de control biológico, el lote se subdividió en cuatro surcos a los que se les aplicó el bioplaguicida con base en *L. lecanii* y en los cuatro restantes se aplicó el preformulado con base en *P. fumosoroseus* teniendo como criterio la presencia de adultos de *B. tabaci* en el cultivo. Los dos productos consistieron en un polvo mojable para aplicación con una bomba de espalda marca Guarany Super 3 (0404-11 SP), la concentración aplicada de cada producto fue de 10<sup>7</sup> conidios/ml. Se realizaron seis aplicaciones de los productos biológicos, durante los primeros 40 días del cultivo (5, 12, 19, 26, 33 y 40 días después de la siembra dds.) y ocho aplicaciones de insecticidas químicos en el tratamiento agricultor.

Paralelamente se contó con una parcela de igual dimensión a la anterior, denominada tratamiento agricultor, la cual se encontraba distanciada de la parcela MIP por 10 surcos. A esta parcela se le realizó solarización y aplicación del producto con base en *Trichoderma koningii* en semillero y se continuó con el manejo tradicional del cultivo según el esquema de producción industrial ejecutado por la empresa Grajales S.A. Con el fin de determinar la población de mosca blanca, también se contó con las trampas amarillas en el perímetro y cinco trampas en el interior de la parcela, distribuidas como se explicó anteriormente.

Se determinó la población de los estados inmaduros de mosca blanca, mediante muestreos semanales en dos plantas aleatorias a cada una de las trampas del interior de las parcelas MIP y Agricultor. De cada planta se tomaron dos hojas del tercio final del tallo y en el laboratorio se realizó el conteo mediante un estereoscopio del número total de huevos y ninfas en un área de 4 cm<sup>2</sup>. La fluctuación semanal de la abundancia adultos de mosca blanca se determinó mediante la ubicación de una malla o cuadrícula móvil, contando y promediando el número de individuos presentes en cinco cuadros, cada uno con un área de 10 cm<sup>2</sup> (Fig. 1). La eficacia de los tratamientos se determinó comparando la producción total (t/ha) al momento de la cosecha. Se recogieron los frutos de todas las plantas y se calcularon los rendimientos cuantificando los costos de producción mediante el índice beneficio-costo, entendido como el ingreso bruto sobre los costos de producción (Calvo 1996).

### Evaluación sobre el cultivo de tomate

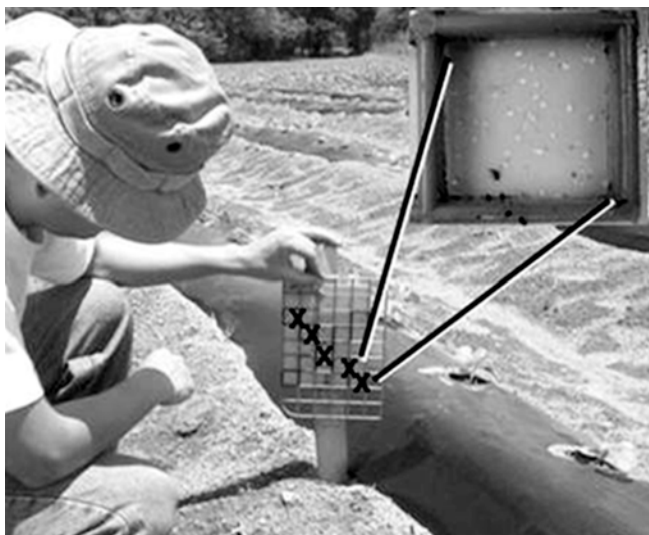
El esquema MIP basado en la aplicación del preformulado con base en *P. fumosoroseus* y el insecticida microbiano con base en *L. lecanii* se evaluó en un cultivo de tomate Cherry variedad Nahomy, ubicado en el municipio de El Espinal (Departamento del Tolima), finca El Higuierón, ubicada a 411 msnm (04°12'6"N, 75°01'11"W). El cultivo se desarrolló con la tecnología empleada por el agricultor, comprendiendo tomate bajo cubierta plástica, siembra individual de las plantas en bolsas con sustrato de cascarilla de arroz quemada y nutriente y un sistema de riego por goteo.

La evaluación se realizó en un área de 816 m<sup>2</sup>, la cual se dividió en dos parcelas que contenían ocho surcos de 45 m de

largo cada una, para un total de 16 surcos. Una parcela de ocho surcos se denominó MIP, debido a que en ella se realizaron una serie de prácticas biológicas y culturales para el manejo integrado del cultivo y de la plaga blanco (*B. tabaci*). Los otros ocho surcos se denominaron parcela agricultor, puesto que su manejo se hizo siguiendo las prácticas convencionales del agricultor. En el tratamiento MIP, se aplicó un bioplaguicida con base en *T. koningii* desarrollado por el laboratorio de control biológico para el control de fitopatógenos del suelo y foliares. Con este bioplaguicida se realizaron dos aplicaciones en semillero; la primera se hizo dos días antes de la siembra y la segunda a los 15 días después de la siembra. Posteriormente, se aplicó al suelo al momento del trasplante y luego cada semana durante un mes y a partir de allí se realizaron aplicaciones foliares cada 15 días hasta el final del cultivo.

Como en el caso del cultivo de melón, se incluyeron trampas amarillas de 12 x 16 cm con pegante, ubicadas cada 5 m en el perímetro de la parcela. En el interior del cultivo se ubicaron diez trampas en "W", con el fin registrar la presencia de adultos de mosca blanca. Otra estrategia de manejo consistió, en la eliminación de "hojas bajas" en las plantas con el propósito de reducir la presión de población de instares ninfales finales de *B. tabaci*. Para el control microbiológico, el lote de ocho surcos se dividió en cuatro surcos a los que se les aplicó el bioplaguicida con base en *L. lecanii* y a los cuatro surcos restantes se les aplicó el preformulado con base en *P. fumosoroseus*, teniendo como criterio la presencia de adultos de *B. tabaci* en el cultivo. La determinación de la presencia de adultos y de estados inmaduros, se realizó de la misma forma que en el cultivo de melón, tomando los foliolos del último tercio de la planta.

En el tratamiento MIP, se realizaron diez aplicaciones de los productos con base en *P. fumosoroseus* y *L. lecanii* a partir del quinto día después de trasplante y hasta el día 82. En el tratamiento agricultor, también se realizaron diez aplicaciones en el mismo período de tiempo, usando principalmente el agroquímico Actara® (i.a. Tiametoxan). La eficacia de los tratamientos se determinó de igual forma que para el cultivo de melón, comparando la producción total (t/ha) al momento de la cosecha y cuantificando los costos de producción mediante el



**Figura 1.** Conteo de adultos de *B. tabaci* mediante la cuadrícula móvil en el cultivo de melón.

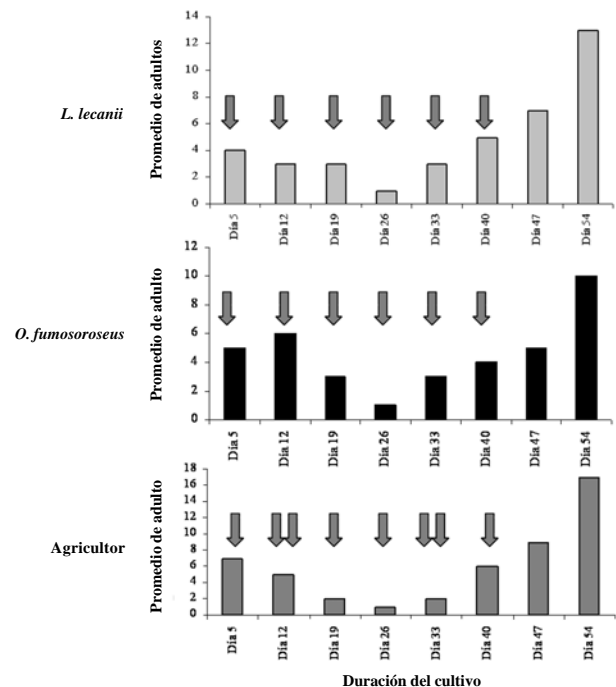
índice beneficio-costos, entendido como el ingreso bruto sobre los costos de producción (Calvo 1996).

## Resultados y Discusión

### Evaluación sobre el cultivo de melón

La temperatura promedio durante el ensayo fue de 32°C, con mínimas de 23°C y máximas de 41°C.

Las aplicaciones se hicieron cada semana debido a que durante este tiempo hubo adultos de *B. tabaci*, aunque se mantuvo por debajo de los seis individuos por 10 cm<sup>2</sup>. Esta población se incrementó durante las dos semanas de la cosecha (47 y 54 dds), estando entre ocho individuos por 10 cm<sup>2</sup> en el tratamiento con el hongo *P. fumosoroseus*, 10 individuos por 10 cm<sup>2</sup> en el tratamiento con el hongo *L. lecanii* y en 13 individuos por 10 cm<sup>2</sup> en el tratamiento Agricultor (Fig. 2). Aunque autores como Palumbo *et al.* (1994), citados por Ellesworth y Martínez-Carillo (2001), establecieron un umbral de acción para melón de tres adultos por hoja, los mayores trabajos de umbrales se han realizado en el cultivo de algodón. Tal es el caso de Yee *et al.* (1996), quienes mencionan que entre 10 y 20 adultos por hoja ejercen una reducción en los procesos fotosintéticos de las plantas. Por tal razón, se decidió tomar como modelo este umbral para el cultivo en estudio, teniendo en cuenta que el daño producido por este insecto puede ser muy severo induciendo desórdenes fisiológicos como el platingo de las cucurbitáceas (Costa *et al.* 1993). Por otro lado, según Orozco-Santos *et al.* (2000) en un trabajo de control de *B. tabaci* en cultivos de melón con siete aplicaciones de un bioplaguicida con base en *B. bassiana*, tomaron como referencia para hacer las aplicaciones más de tres ninfas por hoja, debido al daño severo que este estado de desarrollo puede ocasionar. Por tal motivo, se decidió aplicar semanalmente los productos biológicos debido a que la población de huevos y ninfas en las hojas tuvo un máximo de seis individuos por 4 cm<sup>2</sup>.



**Figura 2.** Presencia de adultos de *B. tabaci* en trampas amarillas en el cultivo de melón. Las flechas indican aplicaciones de los bioplaguicidas.

La mayor producción (29,4 t/ha, con una rentabilidad de \$10'504.514 pesos) se observó en la parcela en que se aplicó el bioplaguicida con base en *L. lecanii*; seguida por el tratamiento con *P. fumosoroseus* (27,3 t/ha y una rentabilidad de \$ 8'959.114 pesos) y por último el tratamiento Agricultor (25 t/ha y una rentabilidad de \$ 7'342.854 pesos). El índice beneficio/costo fue superior en las parcelas con tratamiento MIP, siendo para el tratamiento con *L. lecanii* de 1,9 y con *P. fumosoroseus* de 1,7, a su vez, el tratamiento agricultor presentó un índice B/C de 1,6 (Tabla 1). Los resultados con el bioplaguicida con base en *L. lecanii* dentro de la estrategia MIP, lo presentan como una alternativa promisoría para el manejo de cultivos en donde se encuentran las dos especies de mosca blanca con mayor importancia económica, y teniendo en cuenta que su principio activo es un aislamiento proveniente de *T. vaporariorum*, especie que se controló eficientemente en cultivos de habichuela y tomate en trabajos previos (Jiménez 2002; Garzón 2004).

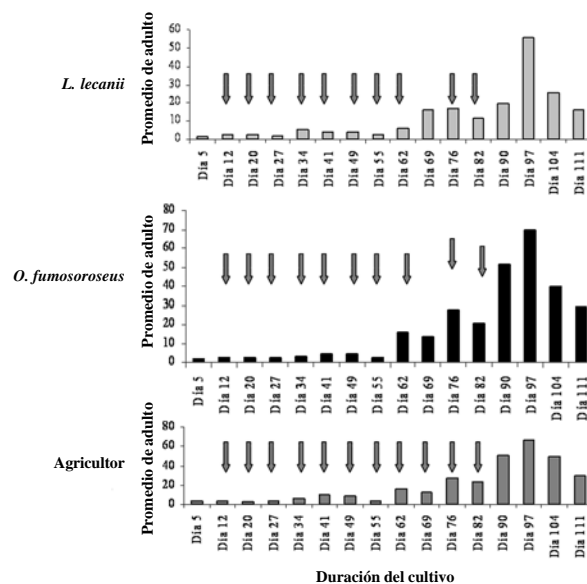
Asimismo, los resultados del presente trabajo permiten sugerir que el hongo entomopatógeno *P. fumosoroseus* es un agente promisorio para el manejo de *B. tabaci*, debido a su gran versatilidad y a su capacidad infectiva (Vidal *et al.* 1998; Wraight *et al.* 1998; Faria y Wraight 2001), y el preformulado desarrollado se convierte en otra alternativa para el manejo de esta plaga dentro de esquemas MIP.

### Evaluación sobre el cultivo de tomate

La temperatura promedio durante el ensayo fue de 28°C, con mínimas de 23°C y máximas de 35°C. Como en el caso del cultivo de melón, se tuvieron que realizar las aplicaciones de los bioplaguicidas cada semana debido a la abundancia de adultos de *B. tabaci*. La población de adultos estuvo en un rango entre cuatro a 30 individuos por 10 cm<sup>2</sup> hasta los 82 días después del trasplante, entre el día 90 y 93 hubo un incremento presentándose entre 20 y 70 individuos por 10 cm<sup>2</sup> y en el día 111 empezó a disminuir hasta niveles por debajo de 30 individuos por 10 cm<sup>2</sup> (Fig. 3). La alta presión de adultos de mosca blanca y el incremento hacia el día 90, pudo deberse a que aproximadamente a 150 m del lote del ensayo, se encontraba un lote de melón de 50 días de sembrado dos hectáreas aproximadamente el cual había sido abandonado debido al alto grado de infestación y daño producido por *B. tabaci*. Este lote se constituyó en un foco de infestación, considerando la gran habilidad que tiene la mosca blanca para desplazarse y su capacidad de dispersión con o sin ayuda de los vientos. Se ha encontrado que *B. tabaci* puede tener la capacidad de movilizarse en el campo hasta una distancia de 5,5 km, e incluso posee muchas características en las que se le puede considerar como migratoria (Byrne 1999).

A pesar de la mayor presencia de adultos, durante todo el período del cultivo la población de los estados inmaduros (huevos y ninfas) fue baja, con una máxima de cuatro individuos por 4 cm<sup>2</sup>. Sin embargo, dado el daño potencial y directo que puede ejercer un individuo, se mantuvo la precaución de realizar las aplicaciones semanales. La baja presencia de ninfas, pudo deberse a que los bioplaguicidas ejercieron algún control (no cuantificado) sobre los estados de desarrollo iniciales. Según Espinel *et al.* (2006b), en un estudio realizado en laboratorio, el aislamiento de *P. fumosoroseus* puede infectar incluso el estado de huevo de *B. tabaci*, causando un 44,3% de mortalidad. En el mismo trabajo, los estados de desarrollo iniciales (instar 1 y 2) fueron los más susceptibles a este microorganismo, con 65 y 95% de mortalidad. Este caso fue similar al que se presenta con el bioplaguicida con base en *L. lecanii*, aunque éste último tiene una acción menor sobre el estado de huevo, produciendo tan sólo el 10% (Espinel *et al.* 2006b).

Aunque no se cuantificó la infección producida por los bioplaguicidas, en algunas evaluaciones se infirió la infección de ninfas por *P. fumosoroseus*, debido a que se observó su momificación y coloración anaranjada (Shannon 1996). En el caso del manejo de poblaciones de insectos con las características de las moscas blancas es muy importante tener en cuenta la influencia que tiene el microclima, principalmente la humedad bajo las superficies de las hojas en ambientes cubiertos o en invernaderos. Este es un factor que puede influir en el éxito



**Figura 3.** Presencia de adultos de *B. tabaci* en trampas amarillas en el cultivo de tomate cherry. Las flechas indican las aplicaciones de los bioplaguicidas.

**Tabla 1.** Parámetros económicos por tratamiento por hectárea del cultivo de melón.

Tratamiento	Producción (t/ha)	Costo de producción	Ingreso bruto	Rentabilidad	I B/C*
<i>Lecanicillium lecanii</i>	29,4	\$11'597.786	\$22'138.786	\$10'540.414	1,9
<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	27,3	\$11'597.786	\$20'556.900	\$ 8'959.114	1,7
Agricultor	25	\$11'482.146	\$18'825.000	\$7'342.854	1,6

\* I B/C = Índice beneficio/costo.

de una estrategia de manejo con insecticidas microbianos, debido a que las ninfas de mosca blanca se encuentran en el mismo nicho de los microorganismos. Boulard *et al.* (2002), estimaron el microclima de la superficie del envés de las hojas de tomate bajo invernadero mediante termografía y sus implicaciones en el control de las moscas blancas. Encontrando un aumento de la humedad durante el día, cuando la tasa de transpiración del cultivo es máxima, lo que podría favorecer la acción de los microorganismos entomopatógenos.

De otro lado, se pudo observar una alta población de huevos y diferentes instares ninfales de *B. tabaci* en las hojas de *Phyllanthus niruri* L. (Euphorbiaceae) o “viernes santo”, una herbácea presente en el cultivo. Este aspecto podría indicar una preferencia de la mosca blanca por esta planta y surge la inquietud de su uso como hospedera alterna de la plaga o como cultivo trampa, dentro de las prácticas de manejo recomendadas por autores como Hilje y Cubillo (1996) e Hilje (2002). Esta planta además tiene un valor agregado, ya que cuenta con un uso medicinal utilizándose para combatir la hepatitis B y se dice que ayuda en la eliminación de cálculos renales (Rain-Tree Nutrition 1996).

La mayor producción de tomate cherry, se obtuvo en la parcela en la que se aplicó el bioplaguicida con base en *P. fumosoroseus* con 14,7 t/ha y una rentabilidad de \$17'226.304 pesos; seguida por *L. lecanii* con una producción de 13,8 t/ha y una rentabilidad de \$16'326.304 pesos, y por último el tratamiento Agricultor con 13,6 t/ha y una rentabilidad de \$14'278.687 pesos. De igual forma, el índice beneficio-costo fue superior en las parcelas con tratamiento MIP, el cual, para el tratamiento con *P. fumosoroseus* y con *L. lecanii* fue de 3,7 y 3,5 respectivamente, mientras que con el tratamiento agricultor se obtuvo un índice B/C de 2,8 (Tabla 2).

En general existen muchas experiencias de esquemas de manejo integrado de las moscas blancas sobre diferentes cultivos en el mundo. Naranjo (2001), menciona que en estrategias MIP implementadas en los Estados Unidos dentro del control biológico, se han usado principalmente los parasitoides, seguido por los depredadores y por último, los hongos entomopatógenos. Además, resalta que en estudios en cultivos de algodón en Arizona, la integración de enemigos naturales con insecticidas químicos selectivos, además del uso del control biológico de conservación, resultó en una estrategia promisorio para el manejo de *B. tabaci*.

Dentro de las experiencias de manejo de las moscas blancas en campo basado en el uso de bioplaguicidas se encuentran resultados variables. Según Faria y Wraight (2001), la eficacia de los bioplaguicidas bajo condiciones de campo no es tan buena como en invernaderos, esto explica el bajo número de productos aplicados en estos agroecosistemas. Esto se pue-

de deber a las condiciones ambientales limitantes para los microorganismos y a que los cultivos son vulnerables a cambios de la vegetación que la rodea o de campos cosechados. Wraight *et al.* (2000), aplicaron *P. fumosoroseus* y *B. bassiana* contra ninfas de mosca blanca en melón y pepino, encontrando niveles de control entre el 86 y 98% realizando entre tres a cinco aplicaciones con intervalos de cuatro a siete días. Jiménez (2002) evaluó el bioplaguicida desarrollado por Corpoica con base en *L. lecanii* sobre *T. vaporariorum* en un cultivo de habichuela. En este ensayo, se aplicaron diferentes dosis del producto biológico según escalas de daño, comparándolas con un tratamiento agricultor. Dentro del esquema MIP se hizo una aplicación de un insecticida químico granulado y trampas amarillas. En la parcela MIP del cultivo de habichuela la eficacia del insecticida microbiano fue del 77%, la producción fue de 11,6 t/ha y los ingresos netos para el agricultor fueron de \$7'466.675 pesos, en comparación con la parcela manejo agricultor en la que no hubo control, el rendimiento fue de 7,7 t/ha y los ingresos netos fueron de \$2'803.200 pesos.

Por otra parte Garzón (2004), evaluó un esquema MIP en un cultivo de tomate versus una parcela con manejo dado por el agricultor. Dentro de este esquema, incluyó el uso del bioplaguicida con base en *L. lecanii* sobre *T. vaporariorum*, aplicaciones de insecticidas químicos y trampas amarillas para la vigilancia de la población de la mosca blanca. En el tratamiento con el esquema MIP se presentó un 68,1% de infección en ninfas y una producción de 67,2 t/ha, y una utilidad neta de \$12'382.018, mientras que en la parcela manejo agricultor la producción fue de 64,4 t/ha y la rentabilidad de \$10'008.514 pesos.

En los dos cultivos, se evidenció un aumento en pequeña medida de la producción y rentabilidad respecto al tratamiento agricultor. Según Cardona (1995), el sistema MIP no está hecho para aumentar rendimientos, sino para mantener los niveles de producción tradicionalmente obtenidos por los agricultores de la zona, porque de no ser así, las posibilidades de su adopción son mínimas.

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede concluir que el uso del preformulado con base en *P. fumosoroseus* y del bioplaguicida con base en *L. lecanii* dentro de un esquema MIP, proporcionó una mayor eficacia y rentabilidad en los cultivos de melón y tomate, y se constituyó en una estrategia promisorio y viable bajo las condiciones evaluadas, surgiendo la necesidad de evaluarlo en otras zonas agroecológicas del país. Además, se observó que el bioplaguicida con base en *L. lecanii* desarrollado para el control de *T. vaporariorum*, también puede ser eficaz para el manejo de *B. tabaci*.

**Tabla 2.** Parámetros económicos por tratamiento por hectárea del cultivo de tomate cherry.

Tratamiento	Producción (t/ha)	Costo de producción	Ingreso bruto	Rentabilidad	I B/C*
<i>Lecanicillium lecanii</i>	22,7	\$6'373.696	\$22'700.000	\$16'326.304	3,5
<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	23,6	\$6'373.696	\$23'600.000	\$ 17'226.304	3,7
Agricultor	21,9	\$7'621.313	\$21'900.000	\$14'278.687	2,8

I B/C = Índice beneficio/costo.

### Agradecimientos

Los autores agradecen a Fontagro por la financiación del presente trabajo.

### Literatura citada

- BOULARD, T.; MERMIER, M.; FARGUES, J.; SMITS, N.; ROUGIER, M.; ROY, J. 2002. Tomato leaf boundary layer climate: implications for microbiological whitefly control in greenhouses. *Agricultural and Forest Meteorology* 110: 159-176.
- BYRNE, D. 1999. Migration and dispersal by the sweet potato whitefly *Bemisia tabaci*. *Agricultural and Forest Meteorology* 97 (4): 309-316.
- CALVO, G. 1996. Análisis de datos económicos, pp. 104-111. En: Hilje, L. (ed.). Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus. CATIE: Unidad de Fitoprotección. Turrialba, Costa Rica. 133 p.
- CARDONA, C. 1995. Manejo de *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) en frijol en la zona Andina: aspectos técnicos, actitudes del agricultor y transferencia de la tecnología. CEIBA 36 (1): 53-56.
- CARDONA, C.; RENDÓN, F.; GARCÍA, J.; LÓPEZ-ÁVILA, A.; BUENO, J. M.; RAMÍREZ, J. 2001. Resistencia a insecticidas en *Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) en Colombia y Ecuador. *Revista Colombiana de Entomología* 27 (1-2): 33-38.
- COSTA, H.; ULLMAN, D.; JOHNSON, M.; TABASHNIK, B. 1993. Squash silverleaf symptoms induced by immature, but not adult, *Bemisia tabaci*. *Phytopathology* 83: 763-766.
- ELLESWORTH, P.; MARTÍNEZ-CARRILLO, J. 2001. IPM for *Bemisia tabaci*: a case study from North America. *Crop Protection* 20: 853-869.
- ESPINEL, C.; TORRES, L.; GARCÍA, J.; GONZÁLEZ, V.; COTES, A. 2004. Aislamiento y selección de hongos entomopatógenos para el control de *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae), p. 99. En: Resúmenes del XXXI Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología. Bogotá.
- ESPINEL, C.; TORRES, L.; GONZÁLEZ, V.; COTES, A. 2006a. Selección de hongos entomopatógenos para el control de *Bemisia tabaci*. *Revista de Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*. En prensa.
- ESPINEL, C.; TORRES, L.; COTES, A. 2006b. Efecto de preformulados con base en hongos entomopatógenos sobre estados de desarrollo de *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) y determinación de su eficacia aplicados en forma combinada, pp. 56. En: Resúmenes del XXXIII Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología. Manizales.
- FARIA, M.; WRAIGHT, S. 2001. Biological control of *Bemisia tabaci* with fungi. *Crop protection* 20: 767-778.
- GARZÓN, I. 2004. Evaluación de un insecticida microbiano con base en *Lecanicillium lecanii* aplicado con un equipo neumático, para el control de *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). Trabajo de grado. Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 48 p.
- HILJE, L. 2002. Coberturas vivas para el manejo de la mosca blanca N° 5. En: Pérez, L. (ed.). Colección Folletos de Agricultura Ecológica para Productores. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 12 p.
- HILJE, L.; CUBILLO, D. 1996. Prácticas Agrícolas, pp. 51-59. En: Hilje, L. (ed.). Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus. CATIE: Unidad de Fitoprotección. Turrialba, Costa Rica. 133 p.
- INFOAGRO. 2004. Métodos de control de la mosca blanca *Bemisia tabaci*. <<http://www.infoagro.com/abonos/moscablanca.html>>.
- Fecha última revisión: 15 octubre 2006. Fecha último acceso: 1 diciembre 2006.
- JIMÉNEZ, L. 2002. Evaluación de técnicas de aplicación de un bioplaguicida con base en *Verticillium lecanii*, para el control de la mosca blanca de los invernaderos *Trialeurodes vaporariorum* en un cultivo de habichuela. Trabajo de grado Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 83 p.
- LÓPEZ-ÁVILA, A. 1994. Avance y perspectivas del control biológico de las moscas blancas, pp. 42-53. En: Memorias del seminario Manejo Integrado de Mosca Blanca y Técnicas de Aplicación de Pesticidas. Socolen. Comité Regional de Cundinamarca. Bogotá. Colombia. 75 p.
- LÓPEZ-ÁVILA, A.; CARDONA, C.; GARCÍA, J.; RENDÓN, F.; HERNÁNDEZ, P. 2001. Reconocimiento e identificación de enemigos naturales de las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en Colombia y Ecuador. *Revista Colombiana de Entomología* 27 (2-3): 137-141.
- NARANJO, S. 2001. Conservation and evaluation of natural enemies in IPM systems for *Bemisia tabaci*. *Crop Protection* 20: 835-852.
- OROZCO-SANTOS, M.; FARIAS-LARIOS, J.; LÓPEZ-PÉREZ, J.; RAMÍREZ-VÁZQUEZ, N. 2000. Uso de *Beauveria bassiana* para el control de *Bemisia argentifolli* en melón. *Revista Manejo Integrado de Plagas* 56: 45-51.
- QUINTERO, C.; RENDÓN, F.; GARCÍA, J.; CARDONA, C.; LÓPEZ-ÁVILA, A.; HERNÁNDEZ, P. 2001. Especies y biotipos de moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en cultivos semestrales de Colombia y Ecuador. *Revista Colombiana de Entomología* 27 (1-2): 27-31.
- RAIN-TREE NUTRITION, Inc. 1996. Data base file for: Chanca piedra. <<http://www.rain-tree.com/chanca.html>> Fecha última revisión: 15 octubre 2006. Fecha último acceso: 1 diciembre 2006.
- RODRÍGUEZ, I.; CARDONA, C. 2001. Problemática de *Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) como plagas de cultivos semestrales en el Valle de Cauca. *Revista Colombiana de Entomología* 27 (1-2): 21-26
- SHANNON, P. 1996. Hongos entomopatógenos, pp. 60-68. En: Hilje, L. (ed.). Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus. CATIE: Unidad de Fitoprotección. Turrialba, Costa Rica. 133 p.
- VIDAL, C.; OSBORNE, L.; LACEY, L.; FARGUES, J. 1998. Effect of host plant on the potential of *Paecilomyces fumosoroseus* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) for controlling the silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolli* (Homoptera: Aleyrodidae) in greenhouses. *Biological Control* 12: 191-199.
- WRAIGHT, S.; CARRUTHERS, R.; BRADLEY, C.; JARONSKI, S.; LACEY, L.; WOOD, P.; GALINI-WHAIGHT, S. 1998. Pathogenicity of the entomopathogenic fungi *Paecilomyces* spp. and *Beauveria bassiana* against the silverleaf whitefly *Bemisia argentifolli*. *Journal of Invertebrate Pathology* 71: 217-226.
- WRAIGHT, S.; CARRUTHERS, R.; JARONSKI, S.; BRADLEY, C.; GARZA, C.; GALAINI-WRAIGHT, S. 2000. Evaluation of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces fumosoroseus* for microbial control of the silverleaf whitefly *Bemisia argentifolli*. *Biological Control* 17: 203-217.
- YEE, W.; TOSCANO, N.; CHU, CH.; HENNEBERRY, T.; NICHOLS, R. 1996. *Bemisia argentifolli* (Homoptera: Aleyrodidae) action thresholds and cotton photosynthesis. *Environmental Entomology* 25 (6): 1267-1273.