Bioplaguicida con base en *Lecanicillim lecanii* para el control de la mosca blanca de los invernaderos *Trialeurodes vaporariorum*

Alba Marina Cotes P.[1]
Laura Fernanda Villamizar R.[2]
Carlos Espinel C.[3]
Javier García G.[4]
Luis Guillermo Jiménez[5]
Ilán Garzón J.[6]
Aristóbulo López A.[7]

Introducción

Las moscas blancas son consideradas como la principal plaga a nivel mundial. Entre las casi 1.200 especies de moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae), la mosca blanca del algodonero, *Bemisia tabaci*, y la mosca blanca de los invernaderos, *Trialeurodes vaporariorum*, han sido las más estudiadas (Figura 1). Ambas especies son cosmopolitas y polífagas: *B. tabaci* habita en 506 especies de plantas huéspedes agrupadas en 74 familias (Greathead, 1986) y *T. vaporariorum* en 249 (Vet *et al.*, 1980). *T. vaporariorum* afecta los cultivos debido al daño mecánico que ocasiona y a la excreción de melazas que favorece el desarrollo de fumagina causada por el hongo *Capnodium* sp. (Byrne *et al.*, 1990) y a la transmisión de virus.

Recientemente se ha encontrado que los virus transmitidos por *T. vaporariorum* son especies de Crinivirus, dentro de los que hasta el momento hay cuatro especies identificadas y relacionadas con esta mosca blanca. Dichos virus producen síntomas que incluyen amarillamiento intervenal de las hojas, lo cual está asociado con la reducción de la capacidad fotosintética de la planta, hojas quebradizas, reducción en los rendimientos y senescencia prematura. Las mencionadas especies de virus incluyen el virus pseudoamarillo de la remolacha (BPYV), el virus de la palidosis de la fresa (SPaV), el virus infeccioso de la clorosis del tomate (TICV), el virus de la clorosis del tomate (ToCV) (Wintermantel, 2005) y el virus del amarillamiento de las venas de la papa (Díaz *et al.* 1991).

Figura 1. Mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* a. adultos b. ninfas.

Aunque es difícil cuantificar en forma adecuada el impacto de las moscas blancas sobre la producción, está demostrado que *B. tabaci* es responsable de pérdidas anuales por más de US $ 500 millones en la producción agrí-

[1] Ph. D. Investigadora. Laboratorio de Control Biológico de CORPOICA. C. I. Tibaitatá. E-mail: acotes@corpoica.org.co
[2] M. Sc. Investigadora. Laboratorio de Control Biológico. C. I. Tibaitatá. E-mail: laurafernandav@yahoo.es
[3] M. Sc. Investigador. Laboratorio de Control Biológico. C. I. Tibaitatá. E-mail: cespinel@corpoica.org.co
[4] M. Sc. Investigador. Laboratorio de Entomología. C. I. Tibaitatá. E-mail:jgarcia@corpoica.org.co
[5] I. A. Universidad Nacional de Colombia.
[6] I. A. Universidad Nacional de Colombia. E-mail: ilangarzonj@yahoo.com
[7] Ph. D. Investigador. Laboratorio de Entomología. C. I. Tibaitatá. E-mail: alopez@corpoica.org.co

cola de USA, durante los últimos 15 años (Byrne y Bellows, 1991; Perring *et al.*, 1993; Gerling, 2002). En el caso de *T. vaporariorum*, en Colombia los cultivos más afectados son fríjol, tomate, habichuela, cucurbitáceas y papa, entre otros (Bustillo *et al.*, 1986; Rodríguez *et al.*, 1996; López-Ávila y García, 2000; Quintero *et al.*, 2001). A campo abierto, se ha reportado que la mosca blanca *T. vaporariorum* es una plaga de importancia económica en la región del Sumapaz y se calculan pérdidas de 13 t/ha (48% de la producción total) en habichuela y de 10.8 t/ha (28% de la producción total) en tomate, cuando no se ejerció ningún control sobre la plaga (Cardona *et al.*, 1993; Rodríguez *et al.*, 1996).

No obstante, a las pérdidas *per se* puede sumarse el aumento en los costos de producción, sobre todo por el uso de insecticidas, pues un diagnóstico realizado en Colombia reveló que los productores hacen 12 o más aplicaciones de insecticidas con 32 diferentes ingredientes activos (40% de organofosforados, 11% de carbamatos, 12% de piretroides y 29% de insecticidas de nueva generación). Así mismo, el 46% de los agricultores encuestados abandonó, alguna vez, su cultivo por las pérdidas, y cerca del 40% tuvo pérdidas de 50-100% (Rendón *et al.*, 2001). En la actualidad, *B. tabaci* es muy resistente al metomil (en 9 de 13 localidades) y al metamidofos (en toda la Costa Atlántica) y medianamente resistente a la cipermetrina en tres localidades de esta región (Cardona *et al.*, 2001).

Los problemas con moscas blancas son de magnitud mundial en los últimos años, lo cual ha demandado grandes esfuerzos en investigación básica y métodos de control (Quintero *et al.*, 2001). Es así como el control biológico resulta ser una de las alternativas más promisorias dentro de los programas de Manejo Integrado de Plagas (MIP), soportados por los éxitos logrados hasta ahora, y en el avance del conocimiento básico sobre los tres principales grupos de enemigos naturales: parasitoides, depredadores y hongos entomopatógenos (López-Ávila, 2000; López-Ávila, 2001).

En ese sentido, el Laboratorio de Control Biológico del Programa MIP de CORPOICA ha dedicado importantes esfuerzos de investigación relacionados con el aislamiento y la evaluación de microorganismos entomopatógenos, y con la producción, la formulación y la evaluación en campo de los mismos. Esto ha conducido al desarrollo de un bioplaguicida que además de ser muy eficiente en el control de la mosca blanca en condiciones comerciales de producción de habichuela y de tomate, tanto en invernadero como en campo, produce bajo impacto ambiental contra enemigos naturales del tipo depredadores y parasitoides que podrían coadyuvar en el control de la plaga.

Aspectos del Desarrollo del Bioplaguicida

Para el desarrollo de este bioplaguicida se realizó, en principio, la selección de 46 aislamientos de *Lecanicillium (Verticilium) lecanii* procedentes de cultivos de fríjol y habichuela de la provincia del Sumapaz, Cundinamarca, dos de los cuales presentaron alta actividad biocontroladora de la mosca blanca, por lo cual se eligió uno de ellos para la formulación del producto (García, 1996).

Una de las características de la acción del hongo, es que actúa por contacto, es decir, que al caer sobre los insectos (ninfas o adultos), mediante mecanismos enzimáticos empieza a penetrar la cutícula y a crecer dentro de ellos, generándoles una enfermedad y por último la muerte al cabo de unos días. El producto desarrollado es de aplicación foliar, ya que es sobre las hojas donde se encuentra la plaga. Sin embargo, teniendo en cuenta que este microorganismo es bastante susceptible a las condiciones ambientales, en especial a la radiación ultravioleta, se planteó como objetivo desarrollar con base en una de las cepas seleccionadas de este hongo, una formulación estable, fácil de aplicar, de adecuadas características y eficaz contra *Trialeurodes vaporariorum*.

En un comienzo se estandarizó un medio de producción masiva después de evaluar matrices sólidas suplementadas con una solución de nutrientes. Una vez seleccionado el medio con el mayor rendimiento de conidios por gramo de sustrato, éstos se separaron y utilizaron como principio activo del bioplaguicida. Con el uso de diferentes auxiliares de formulación, que mostraron ser compatibles con el hongo (Tabla 1), se diseñó como un polvo

Tabla 1. Compatibilidad de los conidios del hongo *Lecanicillium lecanii* con auxiliares de formulación

Excipiente	Pérdida de viabilidad (%)	Compatibilidad
Filtro 01	18.0 b	+
Filtro 02	15.9 b	+
Surfactante 01	17.7 b	+
Surfactante 02	16.5 b	+
Aceite 01	12.0 b	+
Aceite02	10.0 b	+
Adherente 01	13.0 b	+
Adherente 02	12.6 b	+
Control (conidios sin auxiliares de formulación)	26.0 a	

mojable de aplicación foliar, cuya formulación incluyó un filtro solar y un protectante de secado. Este formulado presentó una concentración de 10^{10} conidios/g, una germinación del 96%, un 4.2% de humedad y un 100% de protección frente a la radiación ultravioleta (Figura 2).

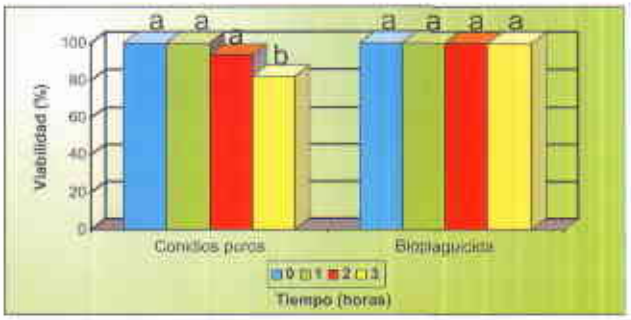

Figura 2. Efecto de la exposición a la radiación ultravioleta tipo C (256nm) sobre la viabilidad de *Lecanicillium lecanii*, formulado y sin formular.

Eficacia del Bioplaguicida sobre un Cultivo de Habichuela

Con el propósito de generar recomendaciones de uso de este producto, se evaluaron distintas dosis y equipos de aplicación; también se realizó un experimento en un cultivo de habichuela *Phaseolus vulgaris*, en el municipio de Arbeláez (Cundinamarca), bajo un diseño de Bloques Completos al Azar con dos equipos (aspersoras de espalda Super E® y de presión constante retenida Calimax LEO 10®), dos dosis de bioplaguicida, (5 y 3 gramos por 20 litros de agua, denominadas dosis recomendada y dosis baja, respectivamente), un tratamiento agricultor y un testigo absoluto (Tabla 2). El bioplaguicida se aplicó de acuerdo con los niveles de población definidos por Prada *et al.* (1994). Las variables consideradas fueron de tipo físico, de cobertura y biológico, la población de ninfas del insecto, la población infectada y la producción.

Al analizar el comportamiento general de la infección de ninfas de mosca blanca con el hongo entomopatógeno *L. lecanii*, se observó que los tratamientos T3 y T4, aplicados con el equipo Calimax Leo 10®, en la dosis recomendada y reducida, en su orden, *mostraron los mayores niveles* de infección (Tabla 2). Estos mejores resultados, respecto a los tratamientos T1 y T2, se debieron al efecto de factores importantes en el uso de los bioplaguicidas que son la adecuada cobertura en la aplicación con el equipo de aspersión, la permanencia del producto y las condiciones ambientales durante y después de la aplicación.

En relación con el equipo de aspersión, vale decir que, el de presión constante retenida (Calimax Leo 10®) ofrece

Tabla 2. Eficiencia del bioplaguicida aplicado con diferentes tipos de bombas y en dos dosis para el control de *Trialeurodes vaporariorum*, en un cultivo de habichuela ubicado en Arbeláez, Cundinamarca.

Tratamiento Tipo de bomba y dosis de producto	Eficiencia de control (Henderson y Tilton)	Rendimientos (t/ha)	Costo/ ha	Ingreso Total	Ingreso Neto
T1 (Calimax Súper E®, 5 g/20 l)	73.3%	9.08	$ 3.761.825	$ 8.781.500	$ 5.019.675
T2 (Calimax Súper E®, 3 g/20 l)	69%	7.36	$ 3.761.825	$ 7.141.000	$ 3.379.175
T3 (Calimax Leo ®, 5 g/20 l)	76.7%	11.66	$ 3.823.825	$ 11.290.500	$ 7.466.675
T4 (Calimax Leo ®, 3 g / 20 l)	74.7%	9.46	$ 3.823.825	$ 9.167.500	$ 5.343.675
T5 (Agricultor)	3%	6.98	$ 3.951.800	$ 6.755.000	$ 2.803.200
T6 (Absoluto)	0	5.21	$ 2.757.200	$ 5.018.000	$ 2.260.800

Precio de venta: $ 965,0/kg de habichuela

BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

una aplicación de calidad y una cobertura suficiente (entre 71 y 200 gotas/cm²) en el envés de las hojas del estrato medio, lo cual es adecuado para productos insecticidas que actúan por contacto. La calidad de la aplicación se favoreció con el uso de la boquilla de cono hueco Conejet® TXVK8, la cual resultó apropiada para la aplicación del producto biológico. Según el análisis estadístico se presentaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos para la variable producción en la cosecha. Todos los tratamientos con el producto biológico *L. lecanii* produjeron rendimientos superiores al del tratamiento Agricultor.

El bioplaguicida tiene una concentración de 10^{10} conidios/g y un 100% de protección frente a la radiación ultravioleta

El mayor rendimiento significativamente diferente al generado por los otros tratamientos, se obtuvo con el tratamiento biológico T3 y el empleo del equipo de espalda Calimax Leo 10®, en las dosis recomendadas de bioplaguicida. El rendimiento que arrojó el T3 (11.7 t/ha) supera el promedio regional de 10 t/ha. Los rendimientos con los tratamientos T4 (Calimax Leo 10, dosis reducida) y T1 (Calimax Súper E, dosis recomendada), fueron similares entre sí y superiores al reportado con el T2 (Calimax Súper E, dosis reducida). Con el tratamiento Agricultor T5 la producción fue de 7.0 t/ha, que representa una disminución en la producción, cercana al 40% con respecto al tratamiento biológico T3. El tratamiento T6 (testigo absoluto) logró un rendimiento de 5.21 t/ha, el cual concuerda con los estimativos de pérdida para esta zona de hasta un 50% cuando no se efectúan controles adecuados de la plaga, según Prada *et al.* (1994).

De acuerdo con el análisis visual de calidad del producto que se cosechó determinado por los agricultores, esta fue buena en los tratamientos T3, T4 y T1, por el aspecto fresco, sano, limpio y el tamaño normal, mientras que en el tratamiento T6 el producto presentaba fumagina, tamaño pequeño, y mal aspecto, así como mayor dificultad de mercadeo y comercialización.

La aplicación del bioplaguicida se efectuó cuando la plaga alcanzó el nivel de daño 3 (presencia de ninfas en el tercio inferior de la planta), buscando que el estado ninfal más susceptible (ninfa II) fuera alcanzado por la aplicación del producto. Esto implica mantener una mayor supervisión del cultivo, con el objeto de determinar el comportamiento poblacional de cada estado de la plaga que permita un uso oportuno del producto.

Eficacia del Bioplaguicida sobre un Cultivo de Tomate bajo Invernadero

La permanencia del producto, necesaria para ejercer un control adecuado de la plaga en el tiempo, depende principalmente de la dosis de aplicación, de la cobertura en el follaje y de las condiciones ambientales presentes en el momento de la aspersión. El tratamiento T3, que manifestó los mayores niveles de infección de la mosca blanca por parte del hongo, fue el tratamiento con la mejor calidad de aplicación y en el que se empleó la dosis recomendada del producto.

Para establecer la eficacia del bioplaguicida desarrollado con base en el hongo *L. lecanii* para el control de *T. vaporariorum* en un cultivo de tomate bajo invernadero en Pasca, provincia del Sumapaz, se evaluaron los siguientes tratamientos: 1) aplicación del bioplaguicida cada 15 días calendario, a partir de la aparición de huevos o adultos, 2) aplicación del bioplaguicida, y del insecticida químico Acetamiprid, según los niveles de la población, 3) MIP (Manejo Integrado de Plagas), que incluyó trampas amarillas, aplicación de Thiamethoxan a partir de la aparición de ninfas en el tercio inferior de la planta, aplicación del bioplaguicida y de Acetamiprid, de acuerdo con los niveles de la población y 4) testigo agricultor (manejo convencional). Ocho días después de cada aplicación del bioplaguicida, se evaluó el porcentaje de infección de ninfas de *T. vaporariorum* y al finalizar el ciclo de cultivo se midió el rendimiento (Figura 3).

Figura 3. Aplicación del bioplaguicida en tomate bajo invernadero.

En la Tabla 3 se registran los resultados de la prueba de Duncan para los promedios de ninfas infectadas en los tratamientos aplicados, en los cuales hubo diferencias significativas, detectadas entre los tratamientos 2, 3 y 4, que incluyeron el uso del bioplaguicida y el tratamiento del agricultor. En la misma Tabla se observa que los mayores niveles de infección correspondieron al tratamiento 3, consistente en la aplicación del bioplaguicida cada 15 días, resultado que puede relacionarse con el número de aplicaciones realizadas (11 aplicaciones) (Figura 4). Como lo muestra la Tabla 3 en el tratamiento 1 (Agricultor) se observó un bajo nivel de infección, quizás debido a una diseminación de la infección por adultos infectados por el bioplaguicida, provenientes de los tratamientos donde éste se aplicó, o por la diseminación de los conidios del hongo *L. lecanii* a través del viento (contaminación cruzada), o también por infección natural de hongo.

La prueba Duncan, empleada para los resultados del efecto de los tratamientos sobre producción, no indicó diferencias significativas (Tabla 3). Este resultado hace pensar que el manejo dado a la plaga *T. vaporariorum* en todos los tratamientos fue adecuado. Sin embargo, el manejo de la mosca blanca en el tratamiento 3 (biológico), sólo con base en el bioplaguicida, fue el que obtuvo la más alta producción con 68.010 kg/ha, comparado con los demás tratamientos (Tabla 3). Los tratamientos 2 (Biológico + Químico) y 4 (MIP), que incluyeron aplicaciones de control biológico y químico para el control de la plaga alcanzaron producciones de 67.840 y 67.262 kg/ha, respectivamente, las cuales fueron mayores que las obtenidas con el tratamiento 1 (Agricultor), en el cual se aplicaron exclusivamente productos químicos, y se obtuvieron 64.439 kg/ha.

Con base en las producciones logradas, se sugiere que se incluya el bioplaguicida dentro de un manejo integrado de la mosca blanca. Cabe destacar que no se detectaron diferencias entre los tratamientos evaluados, en cuanto a la calidad del producto cosechado. El producto resultó de buena calidad, con un aspecto fresco, sano, limpio y tamaño normal en todos los tratamientos. Además, el producto fue bien recibido por parte de la cooperativa de tomateros de Fusagasugá (Cundinamarca), que es la responsable de hacer la respectiva comercialización del producto.

Tabla 3. Efecto del bioplaguicida utilizado en diferentes tratamientos para el control de *Trialeurodes vaporariorum* en un cultivo de tomate bajo invernadero ubicado en Pasca, Cundinamarca.

Tratamiento	Efecto de Control biológico (% de infección en ninfas)	Producción (kg/ha)	Costos/ha ($)	Ingreso Neto ($)	Utilidad Neta ($)
1. Agricultor	1.3 d	64.439	41.542.506	51.551.020	10.008.514
2.Biológico +Químico	36.6 b	67.840	41.440.506	54.272.109	12.831.603
3.Biológico	68.1 a	68.010	41.515.506	54.408.163	12.892.657
4.MIP	25 c	67.262	41.427.506	53.809.524	12.382.018

* Precio de venta promedio: $ 800/kg de tomate

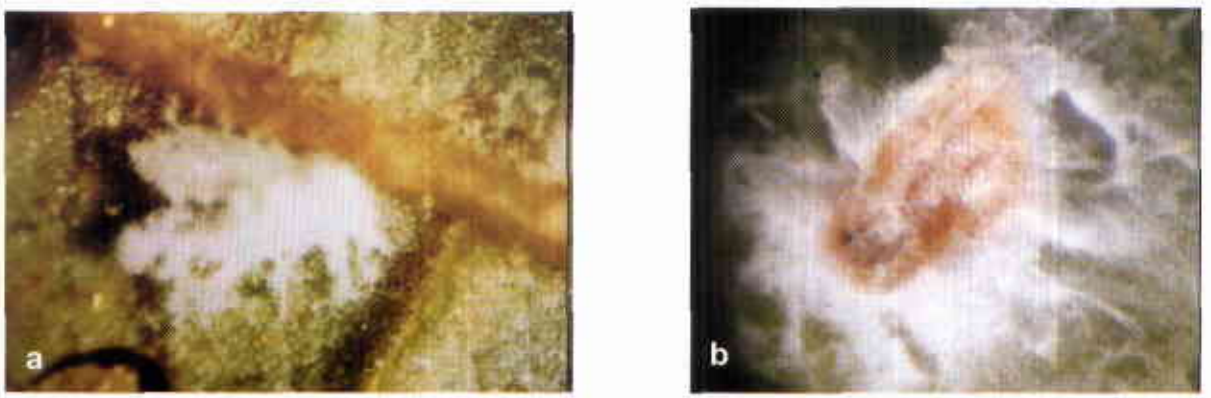

Figura 4. Insectos infectados con *Lecanicillium lecanii*. a. Adulto. b. Ninfa.

Según los datos contenidos en la Tabla 3, el tratamiento 4 (MIP) que incluyó trampas amarillas y aplicaciones de productos biológico y químico, presentó los costos de producción más bajos que fueron de $ 41.427.506, debido a los menores precios de los insumos y al reducido número de jornales utilizados para el control de la plaga. En el tratamiento 1 (Agricultor), el cual involucró aplicaciones de productos químicos, fueron más altos los costos de producción, equivalentes a $ 41.542.506, ocasionados por los insumos utilizados para el control de la plaga *T. vaporariorum*. Aunque los costos de producción por hectárea fueron similares en todos los tratamientos, a causa de las diferencias en la producción (kg/ha), que fue mayor al emplearse siempre el bioplaguicida, la utilidad neta para los agricultores fue superior, si se tiene en cuenta que para los tratamientos 2, 3 y 4 fue mayor de $ 12.300.000, mientras que para el tratamiento agricultor estuvo cerca de $ 10.000.000.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo, se puede concluir que el bioplaguicida con base en *Lecanicillium lecanii* desarrollado, es un eficiente componente dentro de una estrategia de manejo integrado de la mosca blanca, porque mostró ser eficaz al utilizarse sólo o intercalado con insecticidas químicos en cultivos comerciales producidos bajo invernadero y en campo abierto.

Referencias Bibliográficas

Bustillo, A.; González, J.; Tamayo, P. 1986. Evaluación del hongo *Verticillium lecanii* en el control de la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* en fríjol. Revista Colombiana de Entomología. 23 (2): 26-31.

Byrne, N. D.; Bellows, T.; Parrella, M. 1990. Whiteflies in agricultural systems. *En:* D. Gerling (Ed). Whiteflies: *Their bionomics, pest status and management.* Athenaeum Newcastle, UK. p. 227-262.

Byrne, D.; Bellows, T. 1991. Whytefly biology. Annual Review Entomology. 36: 431-457.

Cardona, C.; Rodríguez, A.; Prada, P. 1993. Umbral de acción para el control de la mosca blanca de los invernaderos *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae), en habichuela. Revista Colombiana de Entomología. 19 (1): 27-33.

Cardona, C.; Rendón, F.; García, F.; López-Avila, A.; Bueno, J.; Ramírez, J. 2001. Resistencia a insecticidas en *Bemisia tabaci y Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) en Colombia y Ecuador. Revista Colombiana de Entomología. 27 (2): 3-7.

Díaz, C.; Pulgarín, M.; Saldarriaga, A. 1991. Métodos para probar transmisión transovárica de patógenos por Trialeurodes vaporariorum y resultados con el causante del amarillamiento de venas de la papa. Revista Colombiana de Entomología. 17 (1-2): 33-38.

García González, J. 1996. Evaluación de cepas nativas de *Verticillium lecanii* (Zimm) Viegas (Deuteromicetes: Moniliales) en el control de la mosca blanca de los invernaderos *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. Bogotá. p. 119. (Tesis para optar al titulo de Ing. Agrónomo).

Gerling, D. 2002. Una reinterpretación sobre las moscas blancas. Revista Manejo Integrado de Plagas. Costa Rica. 63: 13-21.

Greathead, A. 1986. Host plant. Charper 3 p. 17-25. Em *Bemisia tabaci* a literature survey on the cotton whitefly with annotated bibliografy. In Cock. M. H, W (ed.) *Bemisia tabaci*

López-Ávila, A. 2000. Control biológico componente fundamental del MIP; origen, definiciones y conceptos básicos. *En:* López-Ávila (Ed). Control biológico; componente fundamental del manejo integrado de plagas en una agricultura sostenible. Bogotá, Corpoica. p. 9-20.

López-Ávila, A.; García, J. 2000. Manejo integrado sostenible de moscas blancas como plaga y vectores de virus en los trópicos; reconocimiento, diagnóstico y caracterización de especies de mosca blanca como plagas en el trópico alto de América Latina. Convenio Danida–Corpoica–CIAT. Santafé de Bogotá, Corpoica. p. 43. (Informe Final. Programa Nacional de Manejo Integrado de Plagas).

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.

Prada, P.; Rodríguez, A; Cardona, C. 1994. Evaluación de un sistema de manejo integrado de plagas en habichuela en la provincia de Sumapaz. *En:* Seminario Manejo Integrado de Mosca Blanca y Técnicas de Aplicación de Plaguicidas. Bogotá, Corpoica. p. 42

Perring, T. M.; Cooper, A. D.; Rodriguez, R. J.; Farrar, C.A.; Bellows, T. S. 1993. Indentification of a whitefly species by genomic and behavioral studies. *Science* 259: 74-77.

Quintero, C.; Rendón, F.; García, J.; Cardona, C.; López-Ávila, A.; Hernández, P. 2001. Especies y biotipos de moscas blancas (Homóptera: Aleyrodidae) en cultivos semestrales de Colombia y Ecuador. Revista Colombiana de Entomología. 27(1-2): 27-31.

Rendón, F.; Cardona, C.; Bueno, J. 2001. Pérdidas causadas por *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) y *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripdae) en habichuela en el Valle del Cauca. Revista Colombiana de Entomología. 27 (1): 39-43.

Rodríguez, A.; Hiller, M.; Williams, E. 1996. Umbral de acción para la mosca blanca de los invernaderos, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae), en tomate. Revista Colombia de Entomología. 22 (1): 87-92.

WINTERMALTEL, W. 2005. Emergence of greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) transmitted criniviruses as threats to vegetable and fruit production in North America. E-mail: wwintermantel@pw.ars.usda.gov