

**Manejo de mosca blanca
de los invernaderos**

***Trialeurodes
vaporariorum***
y la cría de su biocontrolador
Encarsia formosa





UNIVERSIDAD MILITAR
NUEVA GRANADA



Ministerio de Agricultura
y Desarrollo Rural

MANEJO DE LA MOSCA BLANCA

DE LOS INVERNADEROS *Trialeurodes vaporariorum*
Y LA CRÍA DE SU BIOCONTROLADOR *Encarsia formosa*

Junio de 2011



UNIVERSIDAD MILITAR
NUEVA GRANADA



Ministerio de Agricultura
y Desarrollo Rural

COMITÉ CIENTÍFICO DE LA UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

Docentes Facultad de Ciencias Básicas:

Fernando Cantor Rincón Ph.D.
Daniel Rodríguez cPh.D.
Jose Ricardo Cure Hakim Ph.D.

Asistentes de Investigación:

Andrea Carolina Wanumen cM.Sc
Johanna Bajonero Cuervo cM.Sc.
Laura Muñoz cM.Sc
Diana Elizabeth Pérez Maldonado cM.Sc.
Alex Escobar cM.Sc.

Contacto:

ecologia@unimilitar.edu.co

© Universidad Militar Nueva Granada

ISBN: 978-958-8403-60-1
Primera edición: junio de 2011
Tiraje: 2.000 ejemplares

Producción editorial:
Diagramación, impresión y encuadernación



www.produmédios.org

Diseño gráfico: *Dannhtte*

Impreso en Colombia
Printed in Colombia

AGRADECIMIENTOS	4
PRESENTACIÓN	5
INTRODUCCIÓN	6
1. TIPOS DE CONTROL DE MOSCA BLANCA	7
Control químico	7
Control cultural	7
Control etológico	8
Control biológico	8
2. DAÑO CAUSADO POR MOSCA BLANCA	9
3. CICLO BIOLÓGICO DE LA MOSCA BLANCA DE LOS INVERNADEROS	10
4. CRITERIOS DE LIBERACIÓN DE <i>Encarsia formosa</i>	11
5. COMPATIBILIDAD DE <i>Encarsia formosa</i> CON INSECTICIDAS Y HONGOS ENTOMOPATÓGENOS	12
6. CRÍA DE <i>Encarsia formosa</i> PARA EL CONTROL BIOLÓGICO DE LA MOSCA BLANCA DE LOS INVERNADEROS	13
Propagación	14
Infestación	14
Parasitación	15
Cosecha	16
BIBLIOGRAFÍA	19

AGRADECIMIENTOS

- Al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) por la financiación del proyecto 2007P4172-138.
- A la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad Militar Nueva Granada.
- A Helí Hernandez y Asointo; Liliam Reyes, Finca “El Curro”; Germán Russi, Empresa Hortifresh; Miguel Cortés, finca “Villa Yoli”; Ani Hernandez, Finca “La Escuela”; Ing. Harold Ubaque; Mery Rosso; Javier Vega; Estudiantes de pregrado y postgrado del grupo de Ecología.



La Facultad de Ciencias Básicas de la Universidad Militar Nueva Granada (UMNG), presenta este ejemplar como propuesta para el conocimiento básico de la Mosca Blanca de los Invernaderos, *Trialeurodes vaporariorum* y su controlador natural, el endoparasitoide *Encarsia formosa*.

De igual forma, se presenta una metodología básica para mantener un pie de cría del parasitoide, teniendo en cuenta la biología tanto de la plaga, como de su controlador. Se espera que la implementación de esta propuesta, pueda ser realizada por los agricultores de la región productora de tomate del país.

El objetivo es permitir un suministro constante del parasitoide en los cultivos donde se desea realizar el control biológico de *T. vaporariorum*. De lograrse esta producción y posterior implementación en los cultivos de la región, se estaría disminuyendo los daños secundarios presentados por el control químico, principal método para el control de plagas en el país.



¿Qué es la mosca blanca de los invernaderos?

Es una plaga cosmopolita que afecta cultivos frutícolas, hortícolas y ornamentales a nivel mundial. Causa daños directos al alimentarse de la savia, e indirectos al secretar mielecilla que es una sustancia azucarada, que favorece la presencia del hongo conocido como fumagina sobre hojas y frutos de la planta. Además de servir de vector para algunos virus.

¿Cuáles son sus métodos de control?

El método de control más utilizado es el químico. Sin embargo, estudios realizados por el CIAT han registrado la resistencia generada por la plaga a algunos productos utilizados frecuentemente, además de tener efectos secundarios en los productores, consumidores y a nivel ambiental. Por lo anterior el uso de prácticas limpias como el control biológico con parasitoides ha cobrado importancia, siendo *Encarsia formosa* uno de las parasitoides más promisorios.

¿Qué se ha realizado?

Actualmente, el grupo de Control Biológico de la UMNG, ha adelantado estudios acerca de la biología y producción de *Encarsia formosa*. Con el uso de este controlador, se ha alcanzado un

control hasta del 72% en condiciones comerciales. Por lo anterior es considerado un controlador con gran potencial en las regiones productoras de tomate en nuestro país.

¿Qué falta por realizar?

Para poder implementar un programa de control biológico de la mosca blanca de los invernaderos en campo, es necesario realizar liberaciones periódicas en los cultivos. Para lo cual, se requiere una producción constante del parasitoide y su liberación en grandes volúmenes. Sin estas características, no es factible la implementación de este tipo de control, ni la garantía de sus beneficios.



Encarsia formosa

1. TIPOS DE CONTROL DE MOSCA BLANCA

CONTROL QUÍMICO

Este tipo de control es el más utilizado por parte de los agricultores. Las aplicaciones se realizan desde la primera semana de siembra y se pueden realizar de forma sistémica o foliar

Para la mosca blanca de los invernaderos, se realizan aplicaciones de productos de síntesis química de tipo calendario, lo que genera resistencia por parte de la plaga. Se encuentran reportes de resistencia a los productos organofosforados metamidofos (Tamaron, Monitor), malathion (Malathion), monocrotofos (Azodrin) y dimetoato (Roxion, Sistemin). Algunos carbamatos como carbofuran (Furadan) y carbosulfan (Elthra) y Piretroides como cipermetrina (Cymbush) y cialotrina (Karate).



CONTROL CULTURAL

El control cultural consiste en el uso de prácticas que afectan la capacidad de reproducción y dispersión de la plaga. En tomate se pueden emplear:

- Destrucción de residuos de cosecha
- Rotación de cultivos que no son afectados por la plaga, como maíz, cebolla y zanahoria
- No sembrar de forma escalonada cultivos hospederos de la plaga
- Limpiar las plantas con agua jabonosa



- Ubicación de plantas repelente como cilantro, clavel chino o caléndulas, cerca o dentro del cultivo

CONTROL ETOLÓGICO

Este tipo de control consiste en el uso de técnicas de captura de insectos plaga, aprovechando el comportamiento y hábitos de vida del insecto para su control. En el caso de la mosca blanca, las trampas amarillas son empleadas para atraer y capturar a los adultos. Realizando un monitoreo de constante de las poblaciones.

El grupo de Control Biológico de la UMNG, ha implementado el uso de trampas amarillas de 10 cm. X 10 cm en cultivos comerciales. Teniendo en cuenta los estudios de Hernández *et al.*, (2007), para una mayor captura se debe ubicar la trampa a 20 cm por debajo del ápice entre los 30 a 58 días después de la siembra. Pasado este tiempo, se debe ubicar a 60 cm por debajo del ápice de la planta.

CONTROL BIOLÓGICO

El control biológico es una de las alternativas más promisorias en el país para el control de plagas de importancia agrícola, teniendo en cuenta que presenta ventajas en la reducción del uso de productos químicos, no generación de poblaciones de insectos plaga resistentes, disminución en los efectos al medio ambiente y reducción en los costos de producción.

Existen varios enemigos naturales de mosca blanca dentro de los cuales se encuentra el parasitoide *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae), el cual ha demostrado ser de los enemigos naturales más promisorios en el control de esta plaga.

E. formosa se alimenta de la mielecilla y ninfas de mosca blanca de primer y segundo instar (host feeding), y parasita ninfas de tercer y cuarto instar.

El grupo de Control Biológico de la UMNG, ha estandarizado los criterios de liberación (Tello *et al.*, 2007), evaluación de la efectividad de *E. formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) (Aragón *et al.*, 2007) y el radio de acción del parasitoide (Pérez, 2008). Siguiendo estas recomendaciones se ha alcanzado un porcentaje de parasitismo del 80%, en condiciones de campo (Aguilar *et al.*, 2010).



2. DAÑO CAUSADO POR MOSCA BLANCA

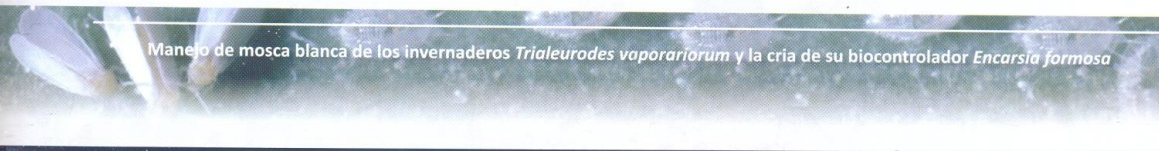
Esta plaga causa daño directo e indirecto. El primer caso ocurre en el proceso de alimentación del estado de ninfa, el cual consiste en fijar su aparato bucal sobre la epidermis del envés de las hojas de tomate, perfora el parénquima y realiza la extracción de la savia de la planta. De esta forma, introduce toxinas, lo que produce el debilitamiento de la planta, al igual de la disminución del área fotosintética, afectando drásticamente el desarrollo fenológico del cultivo y la calidad del fruto.



Como producto de la excreción de las ninfas de esta especie, se genera una sustancia azucarada llamada mielecilla. Esta sustancia favorece el desarrollo de un hongo del género *Cladosporium* sp. que se conoce con el nombre de fumagina, el cual disminuye la superficie foliar afectando de forma directa el proceso de fotosíntesis. También puede cubrir la superficie de los frutos, afectando el producto a comercializar.



Manejo de mosca blanca de los invernaderos *Trialeurodes vaporariorum* y la cría de su biocontrolador *Encarsia formosa*



3. CICLO BIOLÓGICO DE LA MOSCA BLANCA DE LOS INVERNADEROS

Presenta una metamorfosis incompleta (Hemimetábolo) pasando por los estados de huevo, ninfa (cuatro instares ninfales) y adulto (Cardona *et al.*, 2005).

Se puede reproducir sexualmente o de forma partenogénica, de tipo arrenotoquica (huevos fecundados generan hembras, huevos no fecundados, machos). Las hembras colocan los huevos en el envés de las hojas, al emerger la ninfa puede migrar buscando el lugar para alimentarse. Los últimos instares ninfales son los más voraces causando el mayor daño.

El tiempo de desarrollo de huevo a adulto puede variar dependiendo del hospedero (Tabla 1).

Tabla 1. Tiempo de desarrollo de *T. vaporariorum* sobre plantas de zapatillo y tomate (Tomada de López *et al.*, 1999).

Estadio de desarrollo	Zapatillo	Tomate
Huevo – Ninfa 1	5,89 ± 0,20	6,20 ± 0,08
Ninfa 2	3,11 ± 0,08	4,29 ± 0,19
Ninfa 3	3,79 ± 0,17	3,37 ± 0,18
Ninfa 4	2,78 ± 0,22	2,64 ± 0,21
Prepupa	2,00 ± 0,16	1,32 ± 0,08
Pupa	2,28 ± 0,09	2,18 ± 0,09
Adulto	19,56 ± 0,26	20,05 ± 0,28

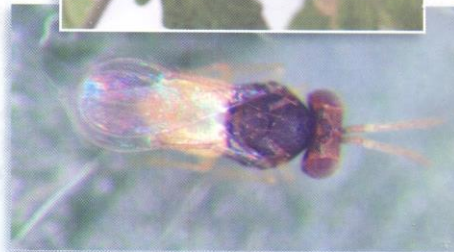


4. CRITERIOS DE LIBERACIÓN DE *Encarsia formosa*

Los criterios de liberación, ayudan a la toma adecuada de decisiones en el manejo de mosca blanca, permitiendo reducir el uso excesivo de agroquímicos, disminuyendo el impacto ocasionado por estos.

Trabajos realizados en la Universidad Militar han dado como resultados los siguientes criterios de liberación:

- **Dosis de liberación:** Para obtener un control cercano al 80% se debe liberar un parasitoide por cada 17 ninfas de mosca blanca de tercer instar, evaluando el control después de 35 días.
- **Frecuencia de liberación:** Una liberación dosificada en tres momentos por semana aumenta los porcentajes de parasitación en relación cuando se realiza uno o dos liberaciones por semana.
- **Radio de acción:** El radio de acción de *Encarsia formosa* es de 8 a 10 m con un parasitismo máximo de 47.27%.



5. COMPATIBILIDAD DE *Encarsia formosa* CON INSECTICIDAS Y HONGOS ENTOMOPATOGENOS

Hongos entomopatógenos	Insecticidas
<i>Aschersonia aleyrodís</i>	Sunfire®
<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	Chess®
<i>Verticillium lecani</i>	Plenum®
<i>Beauveria bassiana</i>	Applaud®
<i>Metarhizium anisopliae</i>	Actara®
	Actellic®
	Guardian®
	Karate King®
	Productos a base de <i>Bacillus thuringiensis</i>



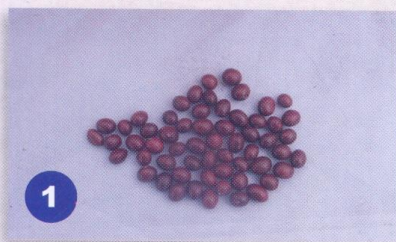
6. CRÍA DE *Encarsia formosa* PARA EL CONTROL BIOLÓGICO DE LA MOSCA BLANCA



PROPAGACIÓN

1. Se siembran semillas de frijol en semilleros con turba.
2. Con el fin de garantizar un alto porcentaje de emergencia, se llevan a condiciones controladas de laboratorio.
3. Las plántulas germinadas, se trasnplantan a materas con sustrato hasta obtener plantas de frijol, con el par de hojas cotiledonares.

En esta fase inicia el proceso de fertilización de las plantas de frijol.



INFESTACIÓN

En el momento que las hojas cotiledonares alcanzan su máximo tamaño, se deben colocar las plantas limpias dentro de jaulas cerradas totalmente. Al interior de las jaulas, se liberan los adultos en cantidad suficiente para cubrir mínimo el 90% del envés de las hojas.

Durante este proceso los adultos de la mosca blanca se ubican en el envés de las hojas para alimentarse y depositar sus huevos. El periodo de incubación de estos depende principalmente de la calidad nutricional de la planta, temperatura y humedad relativa. En días soleados y cálidos se obtienen más posturas que en días oscuros y/o fríos.



Con el fin de garantizar los mayores índices en las posturas de huevos, se debe dejar por un período de tiempo de 24 horas. Posteriormente se deben sacar las plantas de las jaulas, de esta forma se interrumpe la oviposición de las hembras y se obtienen posturas de la misma edad.



Una vez se sacan las plantas de las jaulas de infestación, se debe permitir el tiempo de desarrollo de huevos a ninfas. El cual inicia cuando del huevo emerge una ninfa móvil, que se desplaza activamente sobre la hoja, al encontrar un lugar para alimentarse clava su aparato bucal en el parénquima foliar, succiona la savia y permanece fija hasta finalizar su estadio de ninfa.



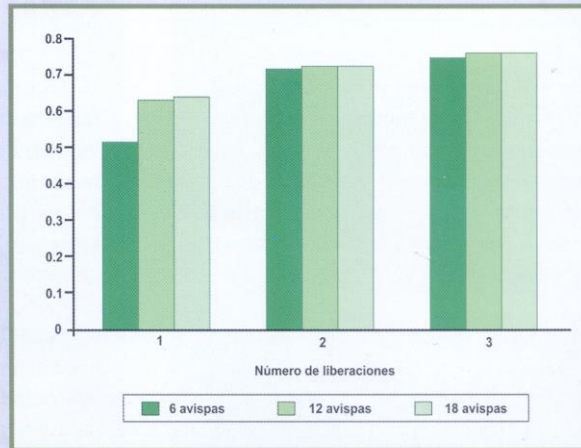
PARASITACIÓN

En esta fase las avispas buscan las ninfas de la mosca blanca para parasitarlas, colocando un huevo dentro de cada ninfa de tercer instar. El huevo del parasitoide pasa por un periodo de incubación que demora en promedio tres días, este dato varía según las condiciones de temperatura del lugar.

Cuando la larva del parasitoide emerge, inicia el proceso de alimentación de la parte interna de la ninfa de la plaga. La larva del parasitoide crece a medida que consume los fluidos y órganos de la ninfa, razón por la cual termina matándola.



Trabajos anteriores realizados por el Grupo de Control Biológico de la UMNG demuestran que para garantizar mayores índices de parasitación se recomienda hacer liberaciones de la avispa en tres momentos durante una semana (Tello *et al.*, 2007). De igual forma se ha demostrado que al hacer liberaciones del parasitoide en relación 1:17 (Adultos de *E. formosa*: ninfas de tercer instar de la mosca blanca), aumenta los porcentajes de parasitación (Aragón *et al.*, 2007).



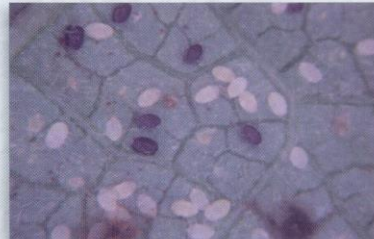
Índices de parasitación para tres cantidades de avispas *E. formosa* liberadas en las tres frecuencias de liberación.

COSECHA

El estado de pupa de *E. formosa* se observa mediante la melanización de las ninfas de mosca blanca.

Con el fin de impedir que los adultos salgan en el laboratorio, las ninfas parasitadas de la mosca blanca se deben recoger o cosechar. Este proceso se realiza separando las ninfas negras que se encuentran adheridas de la hoja de frijol.

Una parte de estas pupas del parasitoide, se utiliza para llevar a cultivos comerciales y protegerlos del ataque de la mosca blanca. La otra parte se reutiliza en la cría, en la fase de parasitación, para darle continuidad al proceso.





La acción del parasitoide se puede ver en la medida que la ninfa de la mosca blanca cambia su coloración de blanca, gris y finalmente negra.

Empaque del producto

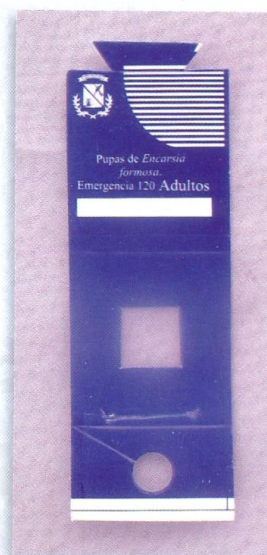
Las pupas del parasitoide que han sido cosechadas, se colocan en un dispensador desarrollado por el Grupo de Control Biológico de la UMNG. En el cual se encuentran 120 pupas de la avispa.

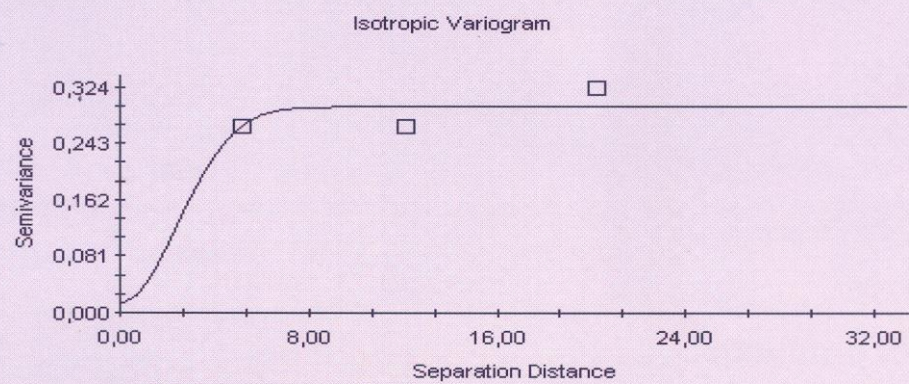
El dispensador está diseñado para preservar las pupas tanto en su transporte como en campo. En uno de sus extremos se ubica un gancho, cuya función es permitir su colgado en la planta. En la parte media, contiene un espacio que está destinado a alojar las pupas del parasitoide.

Estas pupas permanecen protegidas de rayos UV y agua directa, teniendo en cuenta esto, se garantiza una emergencia superior al 80% de las pupas.

En el cultivo

Una vez empacadas las pupas del parasitoide en el dispensador, este debe transportarse a los cultivos en un tiempo máximo de tres días. De lo contrario, las avispas iniciarán el proceso de emergencia antes de llegar al cultivo. Sin embargo, este tiempo se puede controlar manteniendo los dispensadores en condiciones de baja temperatura.





Gaussian model ($C_0 = 0,0144$; $C_0 + C = 0,2958$; $A_0 = 3,41$; $r^2 = 0,242$;
RSS = $1,597E-03$)

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar L; Cantor, F; Cure, J; Rodríguez, D; Bajonero, J; Pérez, D; Riaño, D.** 2010. Integración de conocimientos y tecnologías de polinización y control biológico. Producción sostenible de tomate. Ed Naturavision ISBN: 978-958-8403-27 v.0 pags. 20
- Aragón, S. Rodríguez, D; Cantor, F.** 2008. Criterios de liberación de *Encarsia formosa* Gahan (Hymenoptera: Aphelinidae) para el control de *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae) en tomate. Agronomía Colombiana ISSN: 0120-9965 ed: Universidad Nacional de Colombia Facultad de Agronomía v.XXVI fasc.2 p.277 - 284.
- Tello, P; Cantor, F; Rodríguez, D; Cure, J.** 2005. Determinación de la densidad y frecuencia de liberación de *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) para el control de *Trialeurodes vaporariorum* en cultivo de tomate bajo invernadero. XXXII Congreso Sociedad Colombiana de Entomología Ponencia: Libro: Resumen Xxxii Congreso Sociedad Colombiana de Entomología Socolen, Ibagué, Colombia, Julio 27, 28 y 29. Produmedios , p.23 - 23 , v.1
- Cardona, C.; Rodríguez, I.; Bueno, J.Y Tapia, X.** 2005. Biología y manejo de la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* en habichuela y frijol. Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- Hernández, M; Martínez, A; Rodríguez, D; Cantor, F; Cure, J.** 2007. Desarrollo de un plan de muestreo indirecto de *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae) en cultivos de tomate bajo invernadero" En: Colombia. Evento: XXXIV Congreso de Entomología Ponencia: Libro: Resúmenes XXXIV Congreso Sociedad Colombiana de Entomología, Alpha , p.70 - 70, v.
- López, S.N.; Viscarret, M.M. y Botto, E.N.** 1999. Selección de la planta hospedera y ciclo de desarrollo de *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae) sobre zapatillo (*Cucurbita maxima* Duch.; Cucurbitales: Cucurbitaceae) y tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.; Tubiflorales: Solanaceae). En. Bol. Sa. Veg. Plagas: 25. Pp. 21-29.
- PÉREZ, D. E.; CANTOR, F.; RODRÍGUEZ, D.; Y CURE, J. R.** 2011. Dispersión de *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) parasitando *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae) en tomate bajo invernadero. Revista Colombiana de Entomología. 37 (2) En prensa.




Libertad y Orden
República de Colombia
Ministerio de Agricultura y
Desarrollo Rural



ISBN: 978-958-8403-60-1



9 789588 403601

