

MANEJO INTEGRADO DE LA MOSCA BLANCA EN CULTIVOS DE TOMATE EN EL MUNICIPIO DE SIBATÉ

SEMILLERO BIOTECAMBIENTAL
PROYECTO CURRICULAR TECNOLOGÍA EN SANEAMIENTO AMBIENTAL

Autores: Johan Carlos Moreno González – jcmorenog@correo.udistrital.edu.co
Gina Marcela Fandiño Fiquitiva – gmfandinof@correo.udistrital.edu.co

Docente Tutor: Gloria Stella Acosta Peñaloza, MSc.



RESUMEN

El tomate *Solanum lycopersicum*, su rendimiento y producción, se ha visto perjudicado por la presencia de *Trialeurodes vaporariorum*, siendo esta especie de mosca blanca una de las principales plagas bajo condiciones de invernadero cuyo control se basa principalmente en el uso de insecticidas químicos. Sin embargo, existe la alternativa del manejo integrado de plagas con el uso de enemigos naturales. En esta investigación se evaluó la efectividad de dos avispas endoparasitoides *Encarsia formosa* y *Amitus fuscipennis* y de un insecticida comercial a base de extracto ajo-ají en el control y reducción de individuos de mosca blanca. La

investigación se realizó bajo un diseño experimental de bloques completamente al azar con submuestreo (BCA), evaluando siete tratamientos y un control, por triplicado. Las plantas se dividieron en tres estratos; bajo, medio y superior tomando 2 hojas a muestrear por estrato, 6 por planta y 90 hojas por tratamiento. Los resultados mostraron mayor eficiencia al usar el endoparasitoide *A. fuscipennis* obteniendo una tasa de mortalidad de 10 individuos/día siendo la más alta en comparación con los demás tratamientos evaluados.

PALABRAS CLAVE

Mosca blanca, *Trialeurodes vaporariorum*,

Amitus fuscipennis, *Solanum lycopersicum*,
Encarsia formosa, endoparasitoide.

INTRODUCCIÓN

La mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* es un pequeño insecto fitófago ampliamente distribuido a nivel mundial, que ocasiona daños importantes a los cultivos de tomate al succionar la savia y nutrientes en el envés de las hojas de las plantas y al excretar una sustancia azucarada que sirve de soporte para la proliferación de hongos saprófitos causantes de la fumagina, lo cual se traduce en pérdida de la calidad y rendimiento del cultivo (Escobar y Lee, 2001; Rodríguez y Cardona, 2001). Actualmente, la práctica más usada para contrarrestar los daños ocasionados por la mosca blanca es el empleo de productos agroquímicos, lo que conlleva a generar una mayor resistencia de la plaga a estas sustancias de origen sintético, a la destrucción de enemigos benéficos y ocasionar efectos adversos en el medio ambiente (Van Lenteren,

2000). Una alternativa viable a los problemas ocasionados por el uso excesivo de plaguicidas de síntesis química es la introducción deliberada de enemigos naturales como *Encarsia formosa* y *Amitus fuscipennis* con el propósito de reducir y controlar la presencia de la plaga (Polack y Mitidieri, 2002). Por otra parte, el uso de insecticidas orgánicos a partir de extractos naturales como el ajo *Allium sativum* y el ají *Capsicum frutescens* ha contribuido eficazmente al control y eliminación de la mosca blanca en cultivos de importancia económica (Céspedes, Calderón, y Aranda, 2000; Medina, 2001).

El objetivo de esta de investigación fue evaluar el tratamiento natural más efectivo en el control y reducción de la mosca blanca *T. vaporariorum* en un cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero.

MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en un invernadero de 2000m² cubierto con

plástico, sembrado con tomate, ubicado en el municipio de Sibaté en el departamento de Cundinamarca, entre los meses de marzo y agosto de 2016. Para llevar a cabo la investigación se delimitó un área de 144m² dentro del área total del invernadero donde fueron ubicados los ensayos.

Para la identificación de la especie de mosca blanca, se hizo previa captura de adultos y ninfas los cuales fueron llevados al Museo Entomológico de la Universidad Nacional Agronomía Bogotá (UNAB).

Los biocontroladores liberados en los ensayos fueron pupas de avispas de *Encarsia formosa* y *Amitus fuscipennis* obtenidas del pie de cría, del laboratorio de entomología de la Universidad Jorge Tadeo Lozano. Adicionalmente, el producto evaluado para la eliminación de adultos de mosca blanca fue el extracto comercial ajo-ají Fytogarden en dosis de 5cm³/L con una aplicación cada 15 días. Las pruebas de compatibilidad de este producto con adultos de *E. formosa* y *A. fuscipennis* se

llevaron a cabo en el Centro de Biosistemas de la Universidad Jorge Tadeo Lozano.

Para estimar la producción de las plantas de tomate en los ensayos evaluados; se pesaron los frutos a los 41 días de evaluación, y la producción obtenida en los tratamientos fue comparada con la obtenida en el control, para establecer el rendimiento de las plantas.

Esta investigación se realizó bajo un diseño experimental de bloques completamente al azar con submuestreo (BCA). Se evaluaron siete tratamientos y un control para un total de ocho ensayos con tres repeticiones de 5 plantas cada uno. El monitoreo de las ninfas y adultos de la mosca blanca se hizo dividiendo la planta en tres estratos; inferior, medio y superior realizando las observaciones a los días 1, 9, 17, 25, 33 y 41.

Hipótesis nula (H₀): No hay diferencias significativas entre los tratamientos

Hipótesis alternativa (H₁): Hay diferencias significativas entre los tratamientos

Tratamientos evaluados para el control de la mosca blanca:

Para evaluar los tratamientos para el control de la mosca blanca se realizaron los siguientes ensayos:

Control (C)

Amitus fuscipennis (T1)

Encarsia formosa (T2)

Extracto ajo- ají (T3)

Amitus fuscipennis + Extracto ajo- ají (T4)

Amitus fuscipennis + *Encarsia formosa* (T5)

Encarsia formosa + Extracto ajo- ají (T6)

Amitus fuscipennis + *Encarsia Formosa*

Extracto ajo- ají (T7)

En el control (C) se monitoreó el comportamiento de la plaga sin aplicación de ningún tratamiento.

Para los tratamientos donde fueron liberadas las avispas de forma individual T1 y T2 y el tratamiento donde fueron liberadas simultáneamente T5, se colgó en el tercio superior de las plantas, de acuerdo al tratamiento evaluado: una hoja de tomate con

pupas de *E. formosa* y *A. fuscipennis* próximas a eclosionar, repitiendo este procedimiento 15 días después.

En el tratamiento con extracto ajo-ají T3 se realizaron dos aplicaciones del producto, una cada quince días en concentración de 5cm³/L.

En los tratamientos donde se evaluó la efectividad de las avispas liberadas individualmente más el extracto ajo-ají T4 y T6 y el tratamiento donde fueron liberadas en conjunto más el extracto T7, se efectuaron dos aspersiones del producto en cada uno de los tratamientos; una cada quince días en concentración de 5cm³/L. De acuerdo con el tratamiento evaluado, la liberación de las avispas se llevó acabo tres días después de cada aspersión; sujetando en el tercio superior de las plantas una hoja de tomate con pupas de *E. formosa* y *A. fuscipennis* próximas a emerger como adultos.

Montaje de los ensayos:

Los montajes se ubicaron a 90 cm de distancia de la orilla del invernadero donde se aisló un área total de 144m² con 120 plantas. El área se dividió en 24 unidades experimentales aisladas entre sí con velo suizo y plástico, cada una con superficie de 6m² y con 5 plantas de tomate, con una distancia entre surcos de 1 m y entre plantas de 0.50 m.

Para el monitoreo de la mosca blanca, se utilizó la técnica de muestreo sistemático eligiendo un esqueje por cada tercio de la planta y dos hojas por cada uno de los esquejes para un total de 30 hojas por ensayo. El monitoreo de la mosca blanca se realizó por medio de fotografía directa en cada una de las hojas seleccionadas. Los conteos se realizaron en la jornada de la mañana entre las 7:00 am y 10:00 am y en la jornada de la tarde entre las 4:00 pm y 7:00 pm.

Los datos obtenidos en los ensayos sobre la población de mosca blanca, fueron procesados

en Excel; se calculó la desviación estándar, el promedio de adultos y ninfas por fecha de monitoreo, el promedio de los conteos de ambas jornadas y las tasas de mortalidad. Para establecer si existían diferencias significativas entre los ensayos se empleó una prueba de ANOVA de dos vías y la prueba estadística de Tukey ($p < 0.05$).

RESULTADOS

Los resultados obtenidos por el museo entomológico de la Universidad Nacional en la identificación de la mosca blanca, mostraron que la especie presente en el invernadero fue *Trialeurodes vaporariorum*. A los 41 días de monitoreo de la plaga se comparó el peso de la producción de tomate obtenida en los tratamientos con la producción que se obtuvo en el control (C), observándose que en los ensayos donde se aplicó algún tipo de tratamiento la producción de tomate fue mayor con

relación a la obtenida en el control (C). Así pues, en los tratamientos donde fueron liberadas las avispas individualmente (T1) y (T2) se obtuvieron los mayores rendimientos en la producción de tomate, puesto que las tasas de mortalidad de la plaga en estos tratamientos fueron de 9.58 individuos/día y de 6.96 individuos/día respectivamente, en contraste con (T5) donde fueron liberadas las avispas simultáneamente obteniendo una tasa mortalidad de 1.77 individuos/día (Tabla 1).

Las pruebas de compatibilidad del extracto ajo-ají aplicado por contacto directo sobre adultos de *E. formosa* y *A. fuscipennis* arrojaron tasas de mortalidad del 79.2% y del 65.5%, respectivamente.

Para determinar el patrón de distribución de los estados inmaduros y adultos de la plaga las plantas de tomate se dividieron en tres estratos; inferior, medio y superior, con el fin de realizar contajes de individuos de mosca blanca en las hojas seleccionas y entender el

comportamiento especie.

Durante el desarrollo de la investigación se observó que no hubo presencia de ninfas en el tercio superior de las plantas en comparación con los tercios medio e inferior donde hubo mayor presencia de ninfas. En cuanto a los adultos, estos se ubicaron mayoritariamente en el tercio superior (Tabla 2).

Una vez terminado el estudio y determinado el patrón de distribución de la plaga, se promediaron las tasas de mortalidad obtenidas en cada una de las fechas de conteo, allí se observó que el tratamiento más efectivo en el control de estados ninfales de la plaga fue el tratamiento con el parasitoide *Amitus fuscipennis* (Tabla 3).

De acuerdo con el análisis de varianza de la prueba de ANOVA realizado, se observó que todos los tratamientos difirieron estadísticamente del control ($p < 0.05$) ya que al compararlo con los tratamientos se

evidencia que existieron diferencias efecto de los mismos. Con esto se rechaza la significativas en la disminución de la hipótesis nula (H_0) que afirma que no existen densidad poblacional de la mosca blanca por diferencias significativas en los tratamientos.

Tabla 1. Producción de tomate, tasas de mortalidad de la mosca blanca y presencia de fumagina en los ensayos.

Ensayos	Producción promedio de tomate (lb)	Tasas de mortalidad de individuos de la mosca blanca (Individuos/día)	Presencia de fumagina en los ensayos
Control (C)	1.2	1.05	Alta
<i>Amitus Fuscipennis</i> (T1)	2.1	9.58	Baja
<i>Encarsia formosa</i> (T2)	1.9	6.96	Moderada
Extracto ajo-ají (T3)	1.5	3.25	Alta
<i>Amitus fuscipennis</i> + extracto ajo-ají (T4)	1.4	4.46	Alta
<i>Amitus fuscipennis</i> + <i>Encarsia formosa</i> (T5)	1.3	1.77	Alta
<i>Encarsia formosa</i> + extracto ajo-ají (T6)	1.4	3.92	Alta
<i>Amitus fuscipennis</i> + <i>Encarsia formosa</i> + extracto ajo-ají (T7)	1.5	3.77	Alta

Fuente: autores

Tabla 2. Distribución de individuos de la mosca blanca en los tercios de las plantas

Ensayos	Tercio de planta (Individuos/día)					
	Inferior		Medio		Superior	
	N	A	N	A	N	A
Control (C)	246	10	219	13	0	53
<i>Amitus Fuscipennis</i> (T1)	221	13	179	14	0	36
<i>Encarsia formosa</i> (T2)	229	11	117	13	0	29
Extracto ajo-ají (T3)	181	12	57	11	0	31
<i>Amitus fuscipennis</i> + extracto ajo-ají (T4)	203	15	200	8	0	13
<i>Amitus fuscipennis</i> + <i>Encarsia formosa</i> (T5)	191	22	143	14	0	34
<i>Encarsia formosa</i> + extracto ajo- aji (T6)	225	10	198	9	0	12
<i>Amitus fuscipennis</i> + <i>Encarsia formosa</i> + extracto ajo-ají (T7)	219	9	181	8	0	19

Fuente: autores

Tabla 3. Tasas de mortalidad de la mosca blanca en los ensayos

Ensayos	Tasas de mortalidad (Ninfas/día)	Tasas de mortalidad (Adultos/día)
Control (C)	0.45	0.60
<i>Amitus fuscipennis</i> (T1)	9.46	0.12
<i>Encarsia formosa</i> (T2)	6.94	0.02
Extracto ajo-ají (T3)	1.02	2.23
<i>Amitus fuscipennis</i> + Extracto ajo-ají (T4)	2.65	1.81
<i>Amitus fuscipennis</i> + <i>Encarsia formosa</i> (T5)	1.65	0.12
<i>Encarsia formosa</i> + Extracto ajo-ají (T6)	2.02	1.90
<i>Amitus fuscipennis</i> + <i>Encarsia formosa</i> + Extracto ajo-ají (T7)	2.31	1.46

Fuente: autores

DISCUSIÓN

T. vaporariorum sobre plantas de tomate.

El biotipo de mosca blanca identificada en el Los valores obtenidos en la producción de invernadero permitió elegir los tomate en los ensayos evaluados se deben biocontroladores que presentaban mayor posiblemente a factores relacionados con el afinidad en el control y reducción de la especie nivel poblacional y el tiempo de permanencia de mosca blanca *T. vaporariorum*. de la plaga sobre el cultivo, así como a Investigaciones adelantadas por Granadillo enfermedades que contraen las plantas como (2011) afirmaron que el controlador biológico la fumagina cuya patología forma una *A. fuscipennis* alcanzó porcentajes del 96% de película de color negro en la superficie de las parasitismo de ninfas de *T. vaporariorum* en hojas impidiendo el proceso fotosintético y plantas de frijol. Igualmente, González- afectando con ello el rendimiento y Zamora, Moreno Vásquez, Rodríguez- producción normal de la planta (Tamayo, Rodríguez, Rodríguez, Carmona, García- 2007). Por otro lado, la tasa de mortalidad Testón y Ruiz (1996) confirmaron que con la obtenida en el tratamiento en el que se especie de avispa *E. formosa* se obtuvo un evaluaron las avispas simultáneamente (T5) porcentaje de parasitismo del 75% en ninfas de se debe a que probablemente hubo

competencia interespecífica entre las especies liberadas, obteniéndose una tasa de mortalidad de 1.77 individuos/día siendo la más baja con relación a los demás tratamientos. Tello, Cantor, Rodríguez y Cure (2007) afirmaron que la competencia biológica entre avispas de diferente especie afecta la eficiencia de los parasitoides en el control de la mosca blanca. Asimismo, Jervis y Kidd (1986) aseguran que adultos de *E. formosa* se alimentan de los fluidos corporales del segundo estado ninfal de la mosca blanca afectando la efectividad en el parasitismo de *A. fuscipennis* que parasita sobre los primeros estados ninfales

La distribución de la plaga en los tercios de las plantas en donde se evaluaron los tratamientos se ajusta con observaciones hechas por Suárez y López (1992) quienes coinciden en que los adultos de mosca blanca se caracterizan por tener mayor presencia en el tercio superior de la planta donde se encuentran niveles altos de nitrógeno (N) para la síntesis de proteínas.

En los tratamientos en los que fueron liberadas

las avispas por separado en combinación con el extracto ajo-ají (T4 y T6) , se observó que las tasas de mortalidad estuvieron por debajo de las obtenidas en los tratamientos en los que fueron liberadas las avispas por separado sin la aplicación del producto (T1 y T2), debido posiblemente al efecto al tóxico del extracto y su baja compatibilidad con el control biológico interfiriendo en los niveles de parasitismo. De acuerdo a las pruebas de compatibilidad, el principio activo del extracto ajo-ají probablemente tuvo efectos negativos sobre las avispas al tapar los espiráculos y deshidratarlos incidiendo en la mortalidad de los biocontroladores (Ecoflora 2011). Según lo reportado por Vázquez, Murguido, Elizondo, Elósegui y Morales (2008) la mortalidad generada en enemigos naturales por uso de productos orgánicos o sintéticos depende de la concentración y la frecuencia con la que se rocían estas sustancias sobre las plantas.

Los tratamientos donde se evaluó la

efectividad de las avispas con el extracto *A. fuscipennis* + extracto (T4), *E. formosa* + extracto (T6) y *A. fuscipennis* + *E. formosa* + extracto (T7) y las avispas simultáneamente (T5) no presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$). En cuanto al tratamiento donde se combinaron las dos avispas (T5) en comparación con el control (C), se obtuvieron diferencias significativas ($p < 0.05$) lo que permite analizar que a pesar de la competencia biológica que se presentó entre las avispas, estas probablemente mantuvieron su potencial controlador al considerar que sí hubo un efecto del tratamiento en la disminución de estados ninfales de la mosca blanca lo cual se evidencia en la tasa de mortalidad de 1.65 ninfas/días, en contraste con la tasa de mortalidad de 0.45ninfas/día que se obtuvo en el control (C).

Al comparar el tratamiento donde se evaluó el extracto ajo- ají con los tratamientos donde fueron liberadas las avispas en combinación con el extracto (Tukey, $p < 0.05$) no se vieron

diferencias significativas en el monitoreo de ninfas indicando que el extracto no tiene un efecto controlador sobre estados inmaduros de mosca blanca.

En general se puede afirmar que el tratamiento que mayor eficiencia presentó en el manejo y control de ninfas de la mosca blanca fue el que utilizó *Amitus fuscipennis*, gracias a su característica proovigénica y a su oviposición en primeros instares de la plaga (García-Páez y Monroy- Sánchez, 1995)

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos experimentalmente confirman una disminución de la población de la mosca blanca *T. vaporariorum* con métodos de control biológico, siendo *A. fuscipennis* el endoparásitoide más eficiente en el control y reducción de individuos de mosca blanca.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo y colaboración de la docente Gloria Stella Acosta Peñaloza por su valiosa supervisión y sugerencias, al docente Jorge Alberto Valero Fandiño por su colaboración en la estadística de la investigación, al Museo Entomológico de la Universidad Nacional de Colombia, y al Centro de Biosistemas de la Universidad Jorge Tadeo Lozano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Céspedes, C. L., Calderon, J. S y Aranda., E. (2000). *Growth effects on fall armyworm Spodoptera frugiperda of some limonoids isolated from Cedrela spp. (Meliaceae). Agr. Food Chem* 48 (5), 1903-1908.
- Ecoflora. (29 de Noviembre de 2011). *Ecofloragro*. Obtenido de Ecofloragro: <http://www.ecofloragro.com>
- Escobar, H y Lee, R. (2001). *Producción de Tomate Bajo Invernadero*. Universidad de Bogota Jorge Tadeo Lozano, Colciencias, Centro de Investigaciones y Asesorías Agroindustriales (CIAA). 66 p.
- García-Páez, J y Monroy- Sánchez, J. (1995). *Estudios para la cría masiva de Amitus fuscipennis MacGown 6 & Nebeker (Hymenoptera: Plastigastridae), parasitoide de la mosca blanca de los invernaderos Trialeurodes vaporariorum (Tesis de pregrado)*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- González-Zamora, Moreno Vázquez, M. D., Rodríguez Rodríguez, M. P., Rodríguez, R., Carmona, M., García-Testón, L y Ruiz., M. (1996). *Evolución del parasitismo en Bemisia tabaci (Genn.) y Trialeurodes vaporariorum (West.) (Homoptera: Aleyrodidae) en invernaderos de Almería. Bol. San. Veg. Plagas* 22: 373-389.
- Granadillo C. J. (2011). *Identificación de parasitoides asociados a Trialeurodes vaporariorum*

- Jervis, M y Kidd, N. (1986).** *Host feeding strategies in hymenoptera parasitoids.* Biological reviews of the cambridge philosophical society, 61: 395-434.
- Polack, L.A.; Mitidieri, M. 2002.** *Producción tomate diferenciado. Protocolo preliminar de manejo integrado de plagas y enfermedades.* Información para Extensión - Protección Vegetal n°20. Ediciones INTA. Obtenido de http://www.inta.gov.ar/sanpedro/info/doc/prv/ap_011.htm#objec
- Rodríguez, I y Cardona, C. (2001).** *Problemática de Trialeurodes vaporariorum y Bemisia tabaci (Homoptera: Aleyrodidae) como plagas de cultivos semestrales en el Valle del Cauca.* Revista Colombiana de Entomología, 27 (1-2): 21-26.
- Suárez, M y López, A. (1992).** *Estudio para la cría masiva de Encarsia formosa Gahan bajo condiciones de invernadero en la sabana de Bogotá (Tesis pregrado).* Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia
- Tello, P., Cantor, F., Rodríguez, D y Cure, J. R. (2007).** *Densidades y frecuencias de liberación de Encarsia formosa (Hymenoptera: Aphelinidae) sobre Trialeurodes vaporariorum (Homoptera: Aleyrodidae) en tomate.* Agronomía Colombiana, 25 (2): 314- 319.
- Tamayo, M. (2007).** *Enfermedades del Tomate.* Politécnica, 4:51-70.
- Van Lenteren. (2000).** *A greenhouse without pesticides: fact or fantasy.* Crop Protect, 19 (6): 375-384.
- Vázquez, L., Murguido, C., Elizondo, A., Elósegui, O y Morales, F. (2008).** *Control biológico de la mosca blanca Bemisia tabaci.* Instituto de investigaciones de sanidad vegetal (INISAV), 56 p