

Nota técnica

EVALUACIÓN DE TRES EXTRACTOS NATURALES CONTRA *Bemisia tabaci* EN EL CULTIVO DEL MELÓN, PUNTARENAS, COSTA RICA¹

Jordan Corrales Castillo*, Alexander Rodríguez Arrieta^{2/*}, Keylor Villalobos Moya*,
Silvia Hernández Villalobos*, Olman Alvarado Rodríguez**

Palabras clave: Extractos naturales; repelencia; mosca blanca; melón.

Keywords: Natural extracts; white fly; repellency; melon.

Recibido: 01/12/17

Aceptado: 02/02/18

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de repelencia de 3 extractos naturales de plantas (tomillo, chile picante/ajo y canela/clavo de olor), para combatir la mosca blanca en el cultivo de melón, con el fin de incluirlos en propuestas de combate y disminuir costos de control. Se evaluó la eficiencia de los productos orgánicos en relación con un insecticida (Plural 20 OD, Imidacloprid). El estudio se realizó en una finca de la empresa agrícola MAYAN S.A. de Orotina en Esparza, Puntarenas, Costa Rica. Se utilizó un diseño experimental aleatorizado, de 3 tratamientos con 3 repeticiones y el control, se determinó el efecto de repelencia mediante un conteo de insectos antes y posterior a la aplicación, donde se estableció un porcentaje de eficiencia de los extractos. En el análisis estadístico se puso a prueba un índice Medio de Infestación (IMI) antes y después de las aplicaciones, se empleó la prueba de rangos con signos de Wilcoxon para contrastar las distribuciones del (IMI) y un Modelo Lineal Generalizado (MLG) para explicar la tendencia de los datos y el comportamiento de la variabilidad en los resultados.

ABSTRACT

Evaluation of natural extracts against *Bemisia tabaci* in melon crops, Puntarenas, Costa Rica. The aim of this study was to analyze the effect of three natural repellents made from extracts of thyme, chile/garlic and cinnamon/clove for decreasing whitefly infestation on melon crops in Costa Rica and be included in combat proposals and thus reduce control costs. The effectiveness of these organic products were examined in relation to a control treatment using a common insecticide (Plural 20 OD Imidacloprid). The study was carried out on a farm owned by the agricultural company MAYAN of Orotina S.A in Esparza, Puntarenas, Costa Rica. We used a completely randomized experimental design of repeated measurements for 3 treatments with 3 replicates, where the effect of repellence was determined by counting white flies before and after applications and fitting these counts to an Average Infestation Index (IMI). Then, the percentage of efficiency of the extracts was established depending on whether IMI increases or decreases. The statistical analysis was performed using IMI

1 Este estudio fue financiado por el proyecto titulado "Diseño e implementación para el combate de la mosca Blanca *Bemisia tabaci* en pequeñas fincas productoras de melón mediante extractos naturales".
2 Autor para correspondencia. Correo electrónico: jesusalexander.rodriguez@ucr.ac.cr

* Universidad Nacional de Costa Rica, Laboratorio de Entomología Agrícola, Costa Rica.

** Universidad de Costa Rica, Centro de Investigaciones en Estructuras Microscópicas (CIEMIC), Costa Rica.

El tratamiento que mejor mostró su eficiencia de control de la plaga de mosca blanca fue el insecticida, no obstante, su eficiencia disminuyó con el transcurrir de las semanas. El extracto que mostró una mayor disminución en el IMI fue canela/clavo de olor; su efecto sobre la disminución, del IMI persistió más en el tiempo. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los repelentes de extractos naturales, sólo de estos contra el control. Se concluye que para una rápida disminución el insecticida se puede utilizar, pero para una disminución a través del tiempo los insecticidas naturales en conjunto con el químico son la mejor opción dentro de un plan de manejo integrado.

whit a Wilcoxon signed rank test implement in order to contrast the IMI to determine the distributions just before and after the applications were applied. Finally a Generalized Linear Model (MLG) was implemented to detail data pattern and variability. The treatment that showed best efficiency in controlling the white fly pest was the commercial insecticide, but the efficiency decreased over the time. The treatment that best repel white fly population was obtained using the extract of cinnamon/clove, this effect persisted for a longer time. No statistically significant differences were found between natural extract repellents; the only differences were in treatments versus control. It was concluded that for a rapid decrease the insecticide can be used, but for a decrease over time the natural insecticides in conjunction with the chemical are the best option within an integrated management plan.

INTRODUCCIÓN

El melón (*Cucumismelo* L.) es la planta más importante de la familia de las cucurbitáceas que se cultivan en Costa Rica y una de las frutas más producidas, exportadas y consumidas en el país, donde se siembran aproximadamente 7000 hectáreas anuales (Elizondo 2010). Existen 3 áreas principales de producción de melón: la Región Chorotega, la Región Pacífico Central y el Valle del Tempisque (Sandi 2004).

Una de las principales plagas en el cultivo del melón es la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Aleyrodidae), la cual es responsable de pérdidas severas en el sector melonero, debido a la transmisión de virus que ocasiona el encrespamiento de los meristemos, achaparramiento de las plantas y moteados, lo que obstruye el desarrollo vegetativo y como consecuencia se obtienen frutos deformes con grietas que no cumplen los requerimientos de calidad (Chávez 2005). Costa Rica no cuenta con registros de pérdidas económicas causadas por mosca blanca en el cultivo de melón; no obstante,

en Guatemala para el 2001 se reportaron 700 ha de melón afectadas severamente por geminivirus transmitidos por *B. tabaci*, donde el rendimiento del área sembrada disminuyó de 1200 a 700 cajas. ha⁻¹, a pesar de que el número de aplicaciones de insecticidas aumentó de 18 a 30 (Marina 2004).

La aplicación de insecticidas sintéticos ha sido hasta ahora la herramienta más utilizada para el combate del insecto. En Costa Rica Hilje (1993) señala que *B. tabaci* tiene la habilidad para desarrollar resistencia a los insecticidas, debido principalmente a la brevedad de su ciclo de vida y la partenogénesis facultativa que posee. Desde 1987, a nivel mundial, esta especie desarrolló resistencia a 16 insecticidas de diferente origen químico en las plantaciones de algodón (Espinel *et al.* 2008).

En los últimos años, el uso de extractos naturales ha sido una alternativa en el combate insecto-plaga. Estos extractos han tomado importancia debido a la búsqueda de un equilibrio entre el ambiente, la producción y el ser humano, en

los que se consideran aspectos como la acción específica sobre el objetivo, impacto bajo o nulo en organismos circundantes y el ambiente, así como su impacto bajo o nulo en el cultivo (Molina 2001). Los extractos y aceites vegetales contienen grupos químicos e ingredientes activos de acción probada sobre la resistencia, repelencia y control de plagas, tales como terpenos, fenoles alcaloides, ácidos orgánicos (Catecuico y Protocatecuico), péptidos, ácidos grasos polinsaturados y del grupo Omega 3 (linoleico, Eicosapentanoico y Dodecahexanoico) Alicina, Alina, Quassina, Piperina, Capsicina, Cinnamyl aldehído, D - Limonene, diatomos, cafeína y nicotina.

En cuanto al efecto insecticida, algunas plantas contienen compuestos que son tóxicos para los insectos, los cuales provocan su muerte, existen más de 2000 especies de plantas con principios tóxicos contra diferentes especies de insectos (Navarrete 2006), los principios activos presentes en los insecticidas vegetales son compuestos resultantes del metabolismo especial de las plantas, biosintetizados a partir del metabolismo primario, por lo que se les denomina metabolitos secundarios. Hasta la fecha se han identificado 10 000 metabolitos secundarios, principalmente alcaloides, terpenoides, flavonoides, cumarinas, quinonas, fenoles, entre otros (Cañarte 2002).

Numerosos compuestos químicos se producen naturalmente y funcionan en algún grado como insecticidas. Esto lo pueden hacer de varias formas, así el rango de su efecto protector va desde repelencia, disuasión de la alimentación y oviposición, hasta toxicidad aguda e interferencia con el crecimiento y desarrollo de los insectos (Molina 2001).

El uso de repelentes naturales en el control de insectos ha sido utilizado en diferentes órdenes, son compuestos que tienen mal olor o son irritantes. Ortuño (2011) reportó como repelente la mezcla de cocciones acuosas de Saúco (*Sambucusnigra* L.) y zorrillo (*Tageteszipaquirensis* H.) al 20%- 80% de concentración contra la hormiga negra (*Lasiusniger* L.; Formicidae), por lo que se presentó un 79,11% de mortalidad y 86%

de repelencia. También Valencia *et al.* (2004) reportan al extracto acuoso de Nim (*Azadirachta indica*) al 3 y 5%, y aceite de Nim (Neemix) al 4,5% sobre la oviposición de la mosca de la fruta *Anastrephaludens* (Loew) en naranja valencia.

B. tabaci cuenta con receptores de sabores (sustancias disuasivas) en la punta del labio, posee pelos o setas sensoriales diminutas, que posiblemente actúan como receptores químicos (quimiorreceptores). Esto indica que pueden responder a sabores u olores, por lo que podrían ser repelidos o disuadidos por algunas sustancias (Hilje 2005).

En el caso de mosca blanca la repelencia puede darse en 4 fases; a nivel de ecosistema (repelente), en la planta hospedante (estimulante locomotor), durante la prueba (supresor), al alimentarse, o bien, al ovipositar. Se espera que una repelencia se dé desde el ecosistema y que la mosca blanca no encuentre al cultivo, o bien, puede aceptarse hasta el segundo nivel, que llegue a la planta hospedante y se pose, pero que no pruebe (Ortega 2006).

El aceite de tomillo (*Thymus vulgaris* L.) fenólico volátil (timol) ha sido reportado entre los 10 mejores aceites esenciales que muestra un efecto antibacteriano, antimicótico, insecticida, antifúngico e inclusive en la conservación de alimentos naturales (Naghdi *et al.* 2004). La canela (*Cinnamomunsp.*) tiene efectos biológicos como: antiséptico e insecticida (Alvarado 2009). El clavo de olor (*Syzygiumaromaticum* L.) y el chile (*Capsicum annum*) a nivel agrícola poseen propiedades antifúngicas, de insecticida y repelencia (Alvarado 2009, Arévalo 2006, Waizel y Camacho 2011). Por último, el ajo (*Allium sativum* L.) es conocido para tratar problemas renales, respiratorios, urinarias, como antibiótico, antifúngico y bactericida (Vallejo *et al.* 2008).

Este trabajo de investigación buscó evaluar el grado de repelencia que poseen los extractos naturales de tomillo, canela/clavo de olor y chile/ ajo contra poblaciones de mosca blanca en el cultivo del melón en la zona de Trinidad Vieja de Salinas en Esparza de Puntarenas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Selección de la zona de estudio, cultivo y condiciones climáticas

El trabajo se llevó a cabo en el poblado de Trinidad Vieja de Salinas, en el Cantón de Esparza, Provincia de Puntarenas, Costa Rica. La finca se ubicó entre las coordenadas geográficas 99°30'19" latitud Norte y -84°69'19" longitud Oeste, a una altura aproximada de 224 msnm con una temperatura promedio de 24,7°C y humedad relativa que oscila entre un 76 a 91% durante el año (Alvarado 2002,

IMN 2014). La finca pertenece a la empresa Agrícola MAYAN de Orotina S.A, y posee 56 ha dedicadas al monocultivo de melón durante la época seca y arroz en la época lluviosa. Se evaluó un ciclo completo del cultivo de melón cantaloupe Hy-Mark que comprendió de finales de febrero a finales de abril del 2015.

Tratamientos

Los tratamientos consistieron en la aplicación de 3 extractos naturales con conocida actividad repelente y un control, el criterio utilizado para definir las dosis se basó en una revisión de literatura (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tratamientos y dosis.

Tratamiento	Extracto	Dosis	Fuente
1	Tomillo	2 ml.l ⁻¹	Santiago <i>et al.</i> 2009
2	Chile picante/Ajo	3 g.l ⁻¹	Vergottini (2011)
3	Canela/Clavo de Olor	3 ml.l ⁻¹	Santiago <i>et al.</i> 2009
Control	Plural 20 OD (Imidacloprid)	3 ml.l ⁻¹	Dosis utilizada en el manejo convencional de la empresa

Aplicación de tratamiento y muestreo

La aplicación de los repelentes se hizo con bomba de espalda y se llevó a cabo en marzo y abril de 6 am a 9 am. Se realizó la aplicación junto con un coadyuvante natural a una dosis de 1 ml.l⁻¹ de agua, según la escala proporcional del número de ninfas o adultos de mosca blanca por hoja (NoA), la cual se implementó de la siguiente manera (adaptado de Hilje 1996) 1 a 25 NoA: aplicación cada 15 días; 26 a 75 NoA: aplicación cada 7 días; 76 o > 100 NoA aplicación 2 veces por semana. Los muestreos se realizaron un día antes y uno después de las aplicaciones y se iniciaron a los 21 días después de la siembra (dds) de la plantación, debido a que es el momento de desarrollo de las primeras hojas verdaderas y empiezan a aparecer las primeras moscas blancas (Morales y Cermeli 2001). El monitoreo se realizó 2 veces por semana.

Diseño experimental

El área efectiva para la investigación fue de 2000 m², solo se tomó el espacio utilizado por los surcos donde se sembró el melón. El diseño experimental que se utilizó fue completamente aleatorizado. Cada tratamiento abarcó 15 m de surco y estuvo constituido por 2 surcos anexos, con 100 plantas en total/tratamiento (50 plantas cada surco). Para contrarrestar el efecto de borde se dejó 3,6 m entre cada una de las repeticiones de los tratamientos. El tamaño de la muestra fue de 80 plantas/tratamiento, la cual se determinó al utilizar la fórmula de determinación del tamaño muestral (Fernández 1996).

Estimación de la población de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo

La estimación de la tendencia poblacional se realizó mediante el registro de estados ninfales

y adultos. El conteo de los individuos se realizó con el método de recuento directo en las hojas, que consistió en el uso de un espejo para contabilizar las ninfas y adultos en el envés de las hojas. Se utilizó una escala proporcional del número de ninfas por hoja con valores únicos, el cual se implementó de la siguiente manera: ningún adulto (0), 1 a 12 (0,5), 13 a 25 (1), 26 a 50 (2), 51 a 75 (3), 76 a 100 (4) y > mayor a 100 adultos (5). Con los resultados del muestreo se elaboró un Índice Medio de Infestación (IMI), este lo conformó el registro de infestación (f1) multiplicado por la cifra que tipifica a cada intervalo y la sumatoria se dividió por el número total de muestras (n) (Hilje 1996).

Efecto repelente de los extractos naturales sobre adultos de mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

Se determinó la eficiencia (%) en el efecto repelente antes y después a la aplicación para los extractos naturales durante las semanas 1 a 5 en marzo y abril (datos corresponden al promedio del IMI para cada semana). Para la determinación del porcentaje de eficiencia de los extractos se utilizó la fórmula citada por Casasola (1995).

Registros de las condiciones de temperatura y humedad relativa en campo durante el crecimiento del cultivo

Los registros de humedad y temperatura se tomaron con un datalogger durante el día y la noche a intervalos de media hora durante 2 meses, los datos se revisaron cada semana y se relacionaron con los datos obtenidos de la

estimación de las poblaciones (IMI) y del efecto repelente de cada tratamiento.

Análisis estadístico

Se realizó una prueba de Shapiro-Wilk en la que se determinó si la frecuencia de los datos mantenía una distribución normal, además, se implementó una prueba de rangos con signos de Wilcoxon para contrastar las distribuciones de los IMI antes y después de las aplicaciones. Posterior a este análisis, se implementó un modelo lineal generalizado (MLG), citado por López y Ruiz (2011). Este determinó las diferencias entre los tratamientos al tomar en cuenta el AP y DP. Se utilizó el software XLSTAT versión 2012 y JMP versión 2007.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Índice Medio de Infestación (IMI) de mosca blanca

Al iniciar el conteo de individuos para obtener el IMI, se observó un aumento de la población únicamente de la semana 1 a la 2. Posterior a esta semana, el IMI desciende continuamente. Se obtuvo un IMI promedio de *B. tabaci* de 331, 572, 441, 387 y 268 respectivamente para cada una de las 5 semanas (Figura 1). El IMI es útil para hacer comparaciones entre parcelas, cultivos y épocas, y su tendencia al crecimiento o decrecimiento puede verse reflejado en un aumento o disminución de su índice (Hilje 1996).

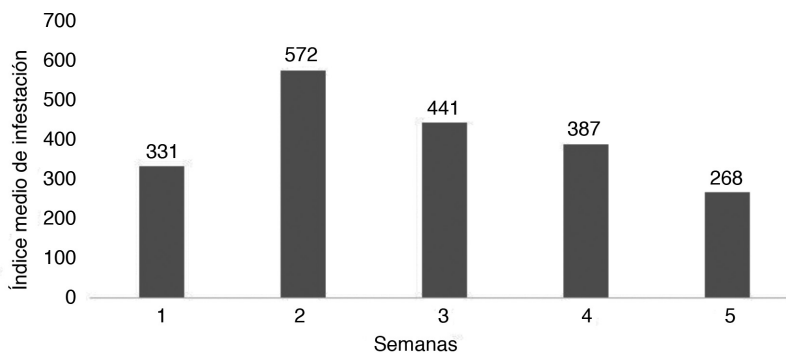


Fig. 1. Promedio del Índice Medio de Infestación (IMI) de mosca blanca durante el crecimiento y desarrollo del cultivo del melón variedad Hy-Mar, de marzo a abril de 2015. Finca Agrícola MAYAN, Trinidad Vieja de Salinas, Puntarenas.

En la primera semana se inició con las aplicaciones del tratamiento control y de los repelentes, por lo que los datos de los promedios del IMI posteriores (semana 2, 3, 4 y 5) podrían presentar un efecto residual de los productos empleados, lo que se confirmó al realizar la prueba de la normalidad en los datos (Shapiro-Wilk), que tuvo como resultado la no normalidad de los datos ($W=0,90$; $p<0,0001$). Notoriamente, los IMI anteriores y posteriores a las aplicaciones muestran una desviación estándar alta (Media: 98,3, Desv. Std: 43,3), lo que indica que hay una alta variabilidad en los datos, lo que permite observar que pudieran existir diferencias entre los extractos evaluados. Nava y Cano (2000) asocian el incremento en las densidades de mosca blanca con un control tardío de la plaga y con un bajo número de aplicaciones de productos para su control.

En la finca Agrícola MAYAN S.A. se presentó un notorio aumento de las poblaciones de mosca blanca durante marzo y abril del 2015, precisamente este período corresponde a la estación seca, al respecto Morales *et al.* (2005) mencionan que en Guanacaste (Pacífico seco) las condiciones de precipitación y temperatura son poco favorables para el desarrollo de *B. tabaci*. Sin embargo, estos autores establecen que un prolongado período seco desde diciembre hasta abril, repercute en el aumento de sus poblaciones. En otras latitudes, se ha documentado que los climas cálidos y secos, junto con la disponibilidad de múltiples huéspedes durante el año, causan que la población de mosca blanca se incremente (Palumbo *et al.* 1999).

En la semana 5 se observó una disminución del promedio del IMI que puede ser atribuida a que el cultivo se encontraba próximo a la cosecha y a nivel foliar la planta

pierde vigor, lo cual provoca la migración de la mosca blanca hacia otros hospederos. Esta tendencia en la población de mosca blanca fue demostrada por Hirano *et al.* (1995), quienes informaron que uno de los principales factores responsables de la dinámica poblacional parecía ser variaciones temporales en la cantidad de plantas huésped en el área, probablemente debido a la senescencia de las plantas y no a la edad de las mismas.

Condiciones climáticas

En la parcela de experimentación, durante la semana 1 y 2, la temperatura osciló entre 35 y 38°C y la humedad entre 28 y 44% (Figura 2). En la semana 3 (abril) la temperatura osciló entre los 34°C y los 36°C y la humedad relativa entre 25 y 35%, la humedad disminuyó considerablemente, lo cual puede obedecer a que existieron problemas técnicos con el riego por goteo, mismos que fueron solucionados en la misma semana. Para la semana 4 la temperatura osciló entre los 34°C y 37°C, con una humedad entre 45-50%. En la última semana la temperatura osciló entre 30-33°C, con una humedad entre 40-55% (Figura 2). Estos rangos de temperatura se ubican puntualmente dentro de los límites del ciclo de vida de la mosca blanca para el caso de Europa según Lenteren y Noldus (1990), asimismo, en América Latina las temperaturas óptimas para el desarrollo de *B. tabaci* oscilan entre 30 y 33°C (Hilje y Morales 2008). Respecto a la humedad relativa se conoce que la oviposición de la mosca blanca es afectada negativamente por la lluvia, la baja humedad (menor a 60%) y los extremos de temperatura (Avidov 1956, Gerling *et al.* 1986), este factor pudo influenciar negativamente la oviposición en las primeras semanas del presente estudio.

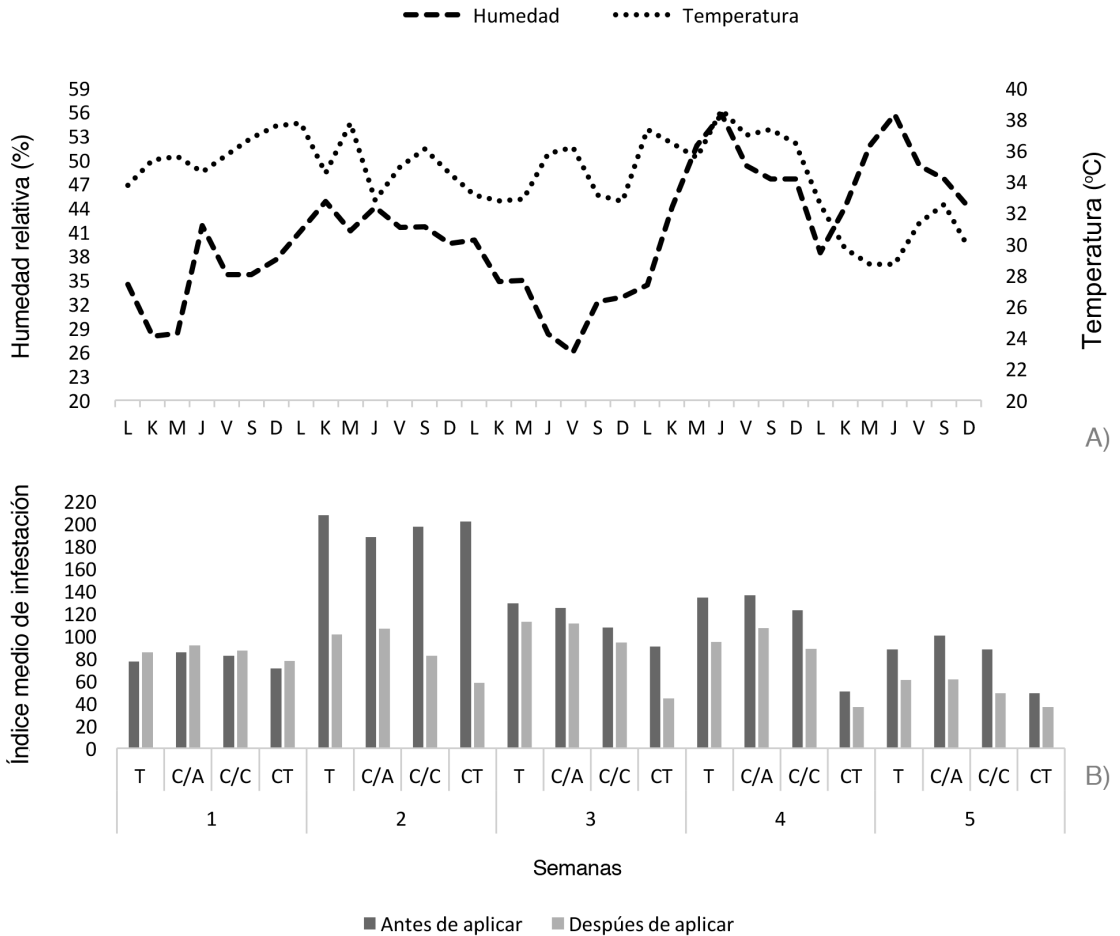


Fig. 2. A. Promedios de temperatura (°C) y humedad relativa (%); B. Promedio del Índice Medio Infestación (IMI) anterior y posterior a la aplicación durante el crecimiento y desarrollo del cultivo del melón variedad Hy-Mar, en marzo y abril de 2015. Finca Agrícola MAYAN, Trinidad Vieja de Salinas.

Entiéndase T= Tomillo, C/A= Chile/Ajo, C/C = Canela /Clavo de olor, CT= Control. L= Lunes, K= Martes, M= Miércoles, J= Jueves, V= Viernes, S= Sábado, D= Domingo.

En los 2 meses de toma de datos se evidencia que la temperatura fue un factor importante que pudo favorecer el desarrollo de mosca blanca en la parcela. No obstante, es hasta en las semanas 4 y 5 que la humedad relativa pudo ser favorable en la reproducción in situ de mosca blanca.

El riego constante sumado al registro de la humedad relativa en las 2 últimas semanas pudo haber favorecido una mayor oviposición, lo que disminuyó a la vez el tiempo de desarrollo de las ninfas de mosca blanca. En cultivos que son altamente demandantes de agua se ha reportado que al mantener un riego donde se alcance un

50% de humedad relativa en el ambiente (con una temperatura medioambiental de $37\pm 7^{\circ}\text{C}$) se ve aumentado significativamente la cantidad de huevos con la disminución en el tiempo de desarrollo de ninfas de *B. tabaci* (Lara *et al.* 2011).

Repelencia de los extractos naturales

En las condiciones mencionadas se observó que la disminución de la población de mosca blanca se presentó a partir de la semana 2 y hasta la semana 5. Además, una vez aplicado el Modelo Lineal Generalizado (MLG) se detalló la tendencia existente en el efecto del IMI cuando se utilizan como predictores la interacción de los tratamientos con las semanas ($=57,1$; $p < 0,05$); no así los efectos discretos de los tratamientos ($=0,19$; $p > 0,05$) únicamente. Sin embargo, los resultados indican diferencias significativas entre las semanas ($=166,5$; $p < 0,05$). El diagnóstico de residuales contra los valores ajustados para el factor Tratamientos descarta alguna tendencia de

la varianza que indique una inadecuada especificación del modelo, ya que un conjunto importante de estos provienen de una distribución normal, donde no persisten valores residuales altos (por fuera del rango $[-1,1]$); esto no sugiere precisamente la necesidad de otros predictores.

En la primera semana de aplicaciones y medición de la efectividad en cada uno de los tratamientos y el control, todos resultaron con una eficacia negativa (Cuadro 2) esto se explica por qué apenas se habían realizado 2 aplicaciones y una recolecta de datos en esa misma semana, por lo tanto, la sensibilidad presentó mayor cantidad de datos después de la aplicación, debido a que no existió una semana 0 con la cual se pudieran comparar los datos. Como se mencionó anteriormente, fue en la semana 1 que se inició con las aplicaciones de los repelentes, por lo que los datos de los promedios del IMI posteriores (semana 2, 3, 4 y 5) presentaron de alguna manera un efecto residual en el tiempo.

Cuadro 2. Eficiencia (%) del efecto repelente antes y después a la aplicación de los repelentes y el control durante las 5 semanas en marzo y abril del 2015 en la Finca Agrícola MAYAN (datos corresponden al promedio del IMI para cada semana).

Extractos	Semanas					Promedio
	1	2	3	4	5	
Canela/Clavo de olor	-6	58	13	28	44	27
Tomillo	-10	51	12	29	31	23
Chile/Ajo	-7	43	11	21	38	21
Control	-9	71	51	28	25	33

Tratamiento extracto de Canela/Clavo de olor

El extracto de canela/clavo de olor fue el más efectivo con una repelencia al término de las 5 semanas de un 27%, además, fue el que mantuvo menos variación durante las 5 semanas (Cuadro 2 y Figura 3). Esta tendencia pudo deberse a que el eugenol del clavo de olor y cinamaldehído de la canela son asociados con el efecto disuasivo o de repelencia sobre los adultos de mosca blanca, lo cual fue corroborado por Hilje (2001 y 2002), este autor empleó una dosis

de 0,1% (v/v) en condiciones de invernadero y al evaluar estas 2 sustancias puras en condiciones de laboratorio, donde observó que el eugenol provoca un efecto disuasivo a una dosis de 1,5% v/v, mientras para el clavo de olor causó disuasión a dosis de 0,1% v/v, todos afectaron congruentemente el patrón de oviposición. Asimismo, Santiago *et al.* (2009) determinó que el aceite esencial de canela al 1% causó un 90% de repelencia a las 3 y 6 horas después de la aplicación.

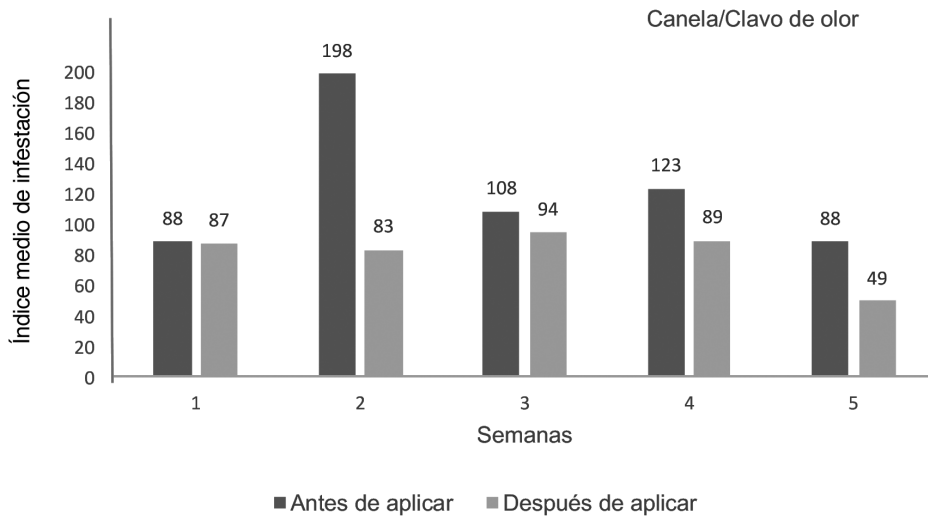


Fig. 3. Promedios del IMI para Canela/clavo de olor antes y después de la aplicación durante las 5 semanas en marzo y abril del 2015 en la Finca Agrícola MAYAN, Trinidad Vieja de Salinas, Puntarenas.

En Costa Rica, Acuña (2008) observó que el aceite esencial de hojas de canela y clavo de olor provocaron un efecto tóxico como de derribo (“knockdown”) sobre adultos de *B. tabaci* en condiciones de invernadero; sin embargo, se debe considerar que este efecto no solo se debe a los aceites esenciales, sino también, a una sinergia de estos con las altas temperaturas que se presentaron durante los ensayos (cercanas a los 40°C).

Tratamiento extracto de tomillo

Para el caso del tomillo, su uso tuvo una repelencia al término de las 5 semanas de un 23% posterior a su aplicación (Cuadro 2). Según la disolución de tomillo formulada en este

trabajo, cuya concentración llegó a ser del 0,5%, se observó que los promedios del IMI en las semanas 3, 4, y 5 posterior a la aplicación fueron menores a los esperados (Figura 4). Inicialmente, se esperaba una eficiencia mayor, ya que otros autores al emplear aceite esencial de tomillo al 1% sobre adultos de *Trialeurodes vaporariorum* obtuvieron un 93% de repelencia en condiciones de invernadero (Santiago *et al.* 2009). En un trabajo realizado por Chavarría (2014), con moscas hematófagas en vacas lecheras, se obtuvo que una infusión de tomillo con concentración al 5% repelió en un 61% la población de mosca, una concentración de 7% repelió un 75% y finalmente, una concentración de 10% se obtuvo una repelencia de 82% en la población de estas moscas.

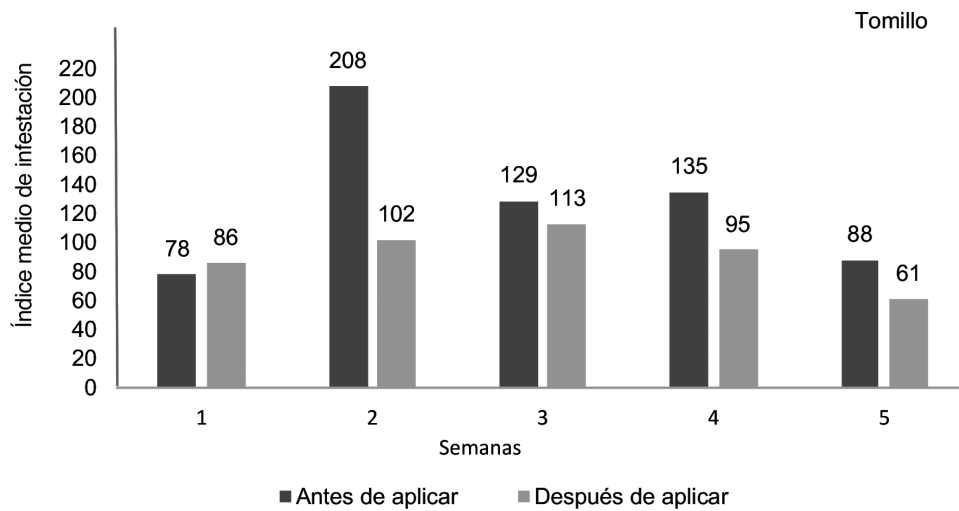


Fig. 4. Promedios del IMI para tomillo antes y después de la aplicación durante las 5 semanas en marzo y abril de 2015 en la Finca Agrícola MAYAN, Trinidad Vieja de Salinas, Puntarenas.

Pavela (2009) evaluó la repelencia del aceite de 2 especies de tomillo (*Thymus vulgaris* y *Thymus satureioides*) y encontró que *T. vulgaris* mostró ser más eficaz con una repelencia del 99,8%, mientras que *T. satureioides* un 62,3% ambos a una concentración del 0,02% de la misma. La baja obtención de repelencia pudo estar influida entonces por condiciones tanto de concentración de la disolución utilizada como del tiempo, que la disolución tardó en volatilizarse sobre el cultivo con temperaturas de 34 y hasta 37 grados Celsius durante largos períodos de tiempo, sería importante entonces modificar, ya sea

el modo de aplicación o la matriz propia de la sustancia, para que permanezca adherida a nivel foliar durante mayor tiempo.

Tratamiento extracto de Chile/ajo

En el caso del extracto de chile/ajo fue el que generó una menor repelencia al término de las 5 semanas con un 21% de eficiencia (Cuadro 2 y Figura 5). En trabajos realizados por Castillo *et al.* (2012) en México, sobre la repelencia de mosca blanca en condiciones de invernadero, se obtuvo una disminución de la población en un 50% al emplear una disolución de *Capsicum chinense* a partir de concentraciones del 40 y 50%.

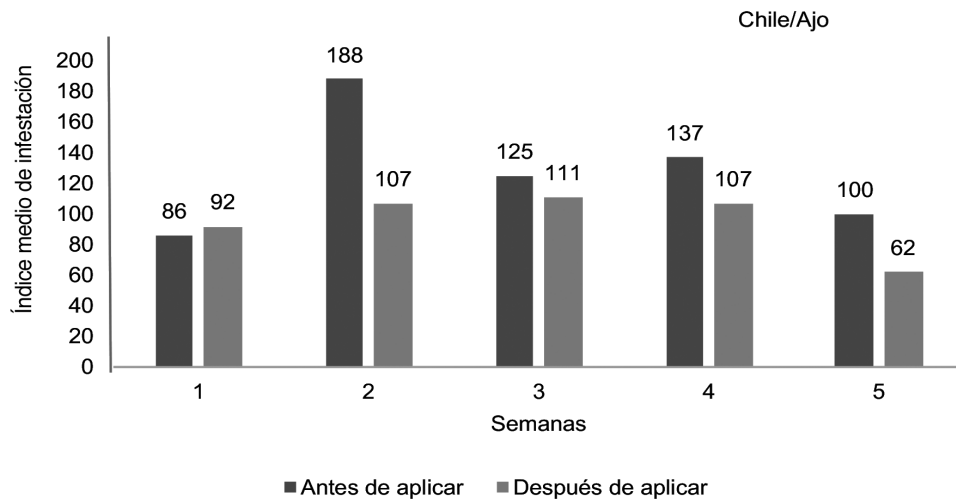


Fig. 5. Promedios del IMI para Chile/ajo antes y después de la aplicación durante las 5 semanas en marzo y abril de 2015 en la Finca Agrícola MAYAN, Trinidad Vieja de Salinas, Puntarenas.

Fuertes (2014), en Ecuador evaluó un bioextracto de ajo y chile (en dosis de 1,25 cc.litro⁻¹) al realizar 3 aplicaciones a los 35, 50 y 65 días después de la siembra, lo cual resultó en un 61,5%, 67,5% y 51% de mortalidad de *Empoasca kraemerii* (Cicadellidae), respectivamente. Más cerca de Costa Rica, en Nicaragua, Cerda y Jiménez (2012) redujeron a los 65 días después del trasplante (ddt) hasta un 14,4% la severidad de virosis en plantas de tomate provocado por mosca blanca en campo al aplicar en las plantas un extracto de chile + ajo + jabón. Para Costa Rica se requiere más investigación de los efectos fisiológicos que tiene este tipo de extractos sobre plagas de insectos y en la mosca blanca. Existe la necesidad de analizar más detalladamente la concentración de metabolitos

secundarios tales como alcaloides, flavonoides, fenoles y taninos en el producto final aplicado, que presentan una fuerte actividad insecticida y de repelencia contra pulgón, ácaros, mosca blanca y broca del café (Ramírez 2004).

Tratamiento control

El control (Imidacloprid) fue el tratamiento más efectivo al término de las 5 semanas con un 33% (Cuadro 2). El control fue superior a todos los tratamientos, posterior a la semana 1, pero conforme avanzaron las semanas la eficiencia de este se redujo hasta la quinta semana, es decir, que conforme pasaron las semanas el insecticida llegó a tener un efecto similar en el IMI que los demás extractos utilizados (Figura 6 y Cuadro 2).

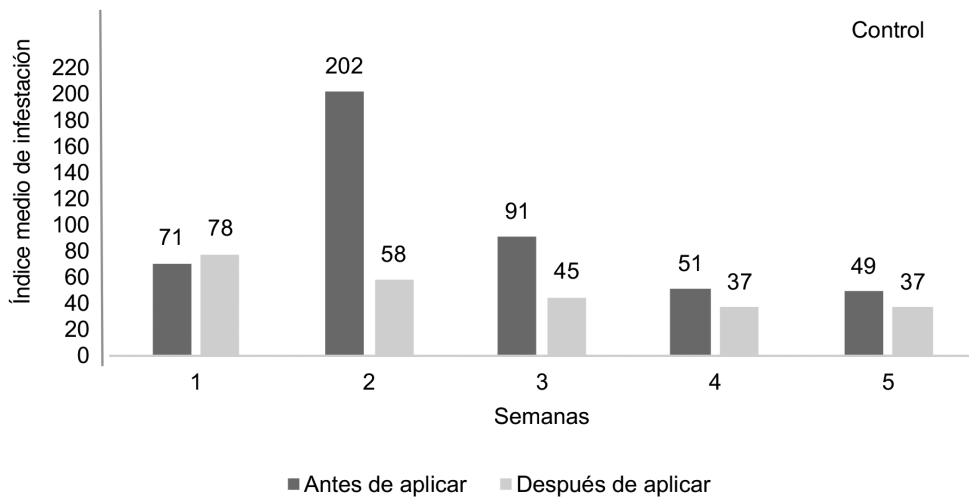


Fig. 6. Resultados del IMI para Control de olor antes y después a la aplicación durante las 5 semanas en marzo y abril de 2015 en la Finca Agrícola MAYAN, Trinidad Vieja de Salinas, Puntarenas.

Existen amplias referencias de este insecticida en la producción agrícola, en el manejo común de la producción de melón en la Finca Agrícola MAYAN S.A. se emplea el mismo, con el fin de reducir la población de mosca. Casasola (1995) reporta efectivo el control de *B. tabaci* con imidacloprid en el cultivo de frijol, mientras que este mismo insecticida ha proporcionado el control exitoso de la mosca blanca en hortalizas en general, en el sur de los Estados Unidos desde 1993 y ha sido utilizado en una alta proporción de estos cultivos desde su introducción (Palumbo *et al.* 2001).

Este insecticida pertenece al grupo cloronicotinil y su modo de acción es sistémico en la planta, lo que pudo causar la mortalidad directa de los insectos y no necesariamente una repelencia. Además, los insecticidas pueden reducir las poblaciones grandes de mosca blanca adulta, pero generalmente no afectan a los estadios inmaduros. El largo período de incubación de huevos permite que las ninfas eclosionen mucho después de que los insecticidas hayan actuado en las poblaciones adultas.

De esta manera, se puede concluir que si se busca una disminución rápida de la mosca blanca en el cultivo de melón, el insecticida brindará una respuesta a las necesidades inmediatas, mientras que si se busca esta disminución conforme avanzan las semanas, en el caso de este estudio no se presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos y puede emplearse cualquiera de ellos o bien el uso de una combinación entre insecticida y un extracto repelente con el fin de disminuir el costo ambiental y económico. En este trabajo también se observó que el extracto de canela/clavo de olor puede ser una alternativa a utilizar en un programa de manejo integrado de plagas con el fin de tener una opción para reducir la posibilidad de que estos insectos adquieran resistencia en corto plazo.

LITERATURA CITADA

- Acuña, J. 2008. Evaluación del efecto insecticida de aceites esenciales selectos, sobre mosca blanca (*Bemisia tabaci*). Tesis M.Sc. Heredia, Costa Rica, UNA. 98 p.

- Alvarado, A. 2009. Efecto antifúngico In vitro e In Situ del quitosano y aceites esenciales sobre *Rhizopus stolonifer* (Ehrehn.: Fr) Vuill. Tesis M.Sc. Yauatepec, México, Instituto Politécnico Nacional. 91 p.
- Alvarado, R. 2002. Regiones y cantones de Costa Rica. (Serie cantones de Costa Rica N° 2). Costa Rica, IFAM. 53 p.
- Arévalo, DV. 2006. Insecticidas naturales y sintéticos impregnados en fundas de polipropileno para proteger racimos de banano. Tesis Lic. Guácimo, Costa Rica, Universidad EARTH. 37 p.
- Avidov, Z. 1956. Bionomics of the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* Genn. in Israel, Katvim 7:25-41.
- Cañarte, E. 2002. Oportunidad de los insecticidas vegetales en el manejo racional de cultivos rentables. In Hepp, R; Silva, G (eds.). Simposio Internacional "Manejo Racional de Insecticidas". Chillan, Chile. p. 24-47.
- Casasola, E. 1995. Efectividad del uso de extractos orgánicos para el control de mosca blanca *Bemisia tabaci*; en el cultivo de frijol *Phaseolus vulgaris* L., en el municipio de San José la Arada, Chiquimula. Tesis Lic. Chiquimula, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. 45 p.
- Castillo, L; Jiménez, J; Delgado, M. 2012. Actividad biológica in vitro del extracto de *Capsicum chinense* Jacq contra *Bemisia tabaci* Genn. Revista Chapingo 18(3):345-356.
- Cerda, J; Jiménez, E. 2012. Alternativas de manejo contra el complejo mosca blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius) Geminivirus en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L. = (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en Tisma, Masaya (2009) y Camoapa, Boaco (2010). Revista La Calera 12(18):18-28.
- Chavarría, C. 2014. Evaluación de tres diferentes concentraciones de infusión de tomillo (*Thymus vulgaris*), para el control de moscas hematófagas en vacas lechera en época seca, en el municipio de Villa Nueva, departamento de Guatemala. Tesis Lic. Villa Nueva, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. 55 p.
- Chávez, E. 2005. Evaluación de programas fitosanitarios para el control de mosca blanca (*Bemisia tabaci* Biotipo B) en el cultivo de melón (*Cucumis melo* L.) en Zacapa. Tesis Lic. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. 58 p.
- Elizondo, M. 2010. Efecto de la polinización abierta en la producción de melón (*Cucumis melo*) híbrido dorado, en Lepanto, Puntarenas y Nandayure, Guanacaste. Tesis Lic. Nandayure, Costa Rica, ITCR. 40 p.
- Espinell, C; Lozano, MD; Villamizar, R; Grijalba, B; Cotes, AM. 2008. Estrategia MIP para el control de *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) en melón y tomate. Revista Colombiana de Entomología 34(2):1-6.
- Fernández, P. 1996. Determinación del tamaño muestral. Atención primaria en la red (en línea). Consultado 11 jun. 2016. Disponible en http://www.fisterra.com/mbe/investiga/9muestras/tamano_muestral2.pdf
- Fuertes, A. 2014. Evaluación de tres insecticidas orgánicos en el control de "Lorito verde" (*Empoasca kraemeri*) en el cultivo de frejol arbustivo (*Phaseolus vulgaris*) en la zona de Ibarra provincia de Imbabura. Practica de especialidad. Carchi, Ecuador, Universidad Técnica de Babahoyo. 85 p.
- Gerling, D; Horowitz, AR. 1986. Yellow traps for evaluating the population levels and dispersal patterns of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Sleyrodidae). Annals of the Entomological Society of America 77(6):753-759.
- Hilje, L. 1993. Las moscas blancas en Costa Rica. In Las moscas blancas (Homóptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. (Serie Técnica; Informe Técnico, 205).
- Hilje, L. 1996. Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus. 1 ed. Turrialba, Costa Rica. CATIE 37(8):23-26.
- Hilje, L. 2001. Avances hacia el manejo sostenible del complejo mosca blanca-geminivirus en tomate, en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (61):69-80.
- Hilje, L. 2002. Evaluación de extractos vegetales y sustancias blandas como repelentes de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*). Informe final. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 31 p.
- Hilje, L. 2005. Cómo determinar la repelencia de sustancias aleloquímicas sobre las moscas blancas. Revista Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (74):94-98.
- Hilje, L; Morales, J. 2008. Whitefly Bioecology and Management in Latin America. In Capinera J.L. (eds.) Encyclopedia of Entomology. Springer, Dordrecht. p. 4250-4260.
- Hirano, K; Budiyanto, E; Swastica, N; Fujii, K. 1995. Population dynamics of the whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae), in Java, Indonesia, with special reference to spatio-temporal changes in the quantity of food resources. Ecological Research 10(1):75-85.
- IMN (Instituto Meteorológico Nacional). 2014. Datos climatológicos de Salinas (en línea). Consultado 26 feb. 2014. Disponible en http://www.imn.ac.cr/estaciones_auto/index.html
- Lara, C; Pérez, A; Ruiz, E; Caamal, A; García, A. 2011. Efectos de niveles de humedad en el crecimiento y potencial hídrico de *Capsicum chinense* Jacq. y su relación con el desarrollo de *Bemisia tabaci* Genn, Revista Tropical and subtropical Agroecosystems 14:1039-1045.
- Lenteren, JC; Noldus, PJJ. 1990. Whitefly – Plant Relationships: Behavioural and Ecological Aspects. In Gerling, D. (ed.). Whiteflies: their Bionomics, Pest Status and Management. Newcastle upon Tyne. U.K, Intercept Ltd. Athenaceum Press. p. 48-66.

- López, E; Ruiz, M. 2011. Análisis de datos con el Modelo Lineal Generalizado. Revista Española de Pedagogía (248):58-80.
- Marina, C. 2004. Desarrollo de micoinsecticidas para el manejo integrado de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en cultivos frutales y hortícolas, en zonas neotropicales. Colombia, Fontagro. Corpoica. 13 p.
- Molina, N. 2001. Uso de extractos botánicos en control de plagas y enfermedades Revista Manejo Integrado de Plagas (59):76-77.
- Morales, P; Cermeli, M. 2001. Evaluación de la preferencia de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) en cinco cultivos agrícolas. Revista Entomotropical 16(2):73-78.
- Morales, F; Hilje, L; Vallejos, J; Sibaja, G; Araya, C; Araya, R. 2005. Costa Rica. In Anderson, P; Morales, F.J. (eds.). With collaboration of Annie L. Jones and Richard H. Markham. Whitefly and 122 whitefly-borne viruses in the tropics: building a knowledge base for global action. p. 216-221.
- Naghdi, H; Yazdani, D; Mohammad, S; Nazari, F. 2004. Effects of spacing and harvesting time on herbage yield and quality/quantity of oil in thyme, *Thymus vulgaris* L. Industrial Crops and Products Journal (19):231-236.
- Nava, U; Cano, R. 2000. Umbral económico para la mosca blanca de la hoja plateada en melón en la Comarca Lagunera, México. Revista Agrociencia 33(2):227-334.
- Navarrete, JB. 2006. Efecto de derivados del nim (*Azadirachta indica*) sobre poblaciones de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y sus enemigos naturales en el cultivo del melón. Tesis M.Sc. Guayaquil, Ecuador, Universidad Agraria del Ecuador. 115 p.
- Ortega, LD. 2006. Moscas blancas: temas selectos sobre su manejo. Mundi prensa Mexico. Texcoco, México (37):57-60.
- Ortuño, ME. 2011. Determinación de la actividad biológica del extracto acuoso de saúco *Sambucus nigra* L. como repelente y/o insecticida en *Lasius niger* L. Tesis Lic. Riobamba, Ecuador, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 77 p.
- Palumbo, JC; Horowitz, AR; Prabhaker, N. 2001. Insecticidal control and resistance management for *Bemisia tabaci*. In *Special Issue: Challenges and Opportunities for Pest Management of Bemisia tabaci in the New Century*. Crop Prot. 20(9):739-765.
- Palumbo, JC; Ellsworth, PC; Dennehy, TJ; Umeda, K. 1999. Cross commodity management of whiteflies and chemical efficacy in Arizona. Vegetal Report, Series: 108-120.
- Pavela, R. 2009. Larvicidal property of essential oils against *Culex quinque fuscatus* Say (Diptera: Culicidae). Magazine Industrial Crops and Products 30(2):311-315.
- Ramírez, S. 2004. Manual de Biopesticidas, tecnología para protección de cultivos 2 ed, proyecto Agroforestal C-23, Bolivia 3-49.
- Sandí, V. 2004. Posicionamiento Competitivo y Situación Actual de los Agricultores en la Cadena Global de Mercancías. Estudio caso “Cadena de Melón en Costa Rica”. Centro Internacional de Política Económica, Heredia, Costa Rica. 28 p.
- Santiago, V; Rodríguez, C; Ortega, LD; Ochoa, D; Infante, S. 2009. Repelencia de adultos de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* west.) con aceites esenciales. Revista de Fitosanidad 13(1):11-14.
- Valencia, AJ; Bautista, N; López, JA. 2004. Uso de extractos acuosos de Nim, *Azadirachta indica* en la oviposición de la mosca mexicana de la fruta *Anastrepha ludens* loew (Diptera: Tephritidae) en naranja valencia. Revista de Fitosanidad 8(4):57-59.
- Vallejo, JR; Peral, D; Carrasco, MC. 2008. Las especies del género *Allium* con interés medicinal en Extremadura. Revista Medicina Naturista 2(1):2-6.
- Waizel, J; Camacho, R. 2011. El género *Capsicum* (Chile). Revista de Divulgación Científica y Tecnológica (60):67-79.



Todos los derechos reservados. Universidad de Costa Rica. Este artículo se encuentra licenciado con Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas 3.0 Costa Rica. Para mayor información escribir a rac.cia@ucr.ac.cr