

Potencialidades de aceites esenciales de especies de tres familias botánicas para el manejo de *Bemisia tabaci* Biotipo B



Potential of essential oils of species of three botanical families for management of *Bemisia tabaci* Biotype B

<http://opn.to/a/Hme0h>

Heyker L. Baños ¹, Yohana Gutiérrez-González ², Oriela Pino-Pérez ³

¹Laboratorio de Entomología-Acarología, Dirección de Sanidad Vegetal, Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA). Apartado 10, CP 32 700, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

²Facultad de Agronomía, Universidad Agraria de La Habana “Fructuoso Rodríguez Pérez”, Carretera Tapaste y Autopista Nacional, Km 23 ½, CP 32 700, San José de Las Lajas, Mayabeque, Cuba.

³Laboratorio de Ecología Química, Dirección de Sanidad Vegetal, Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), Apartado 10, CP 32 700, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba

RESUMEN: El objetivo de esta investigación fue determinar las potencialidades de aceites esenciales de especies de las familias Piperaceas, Lamiaceas y Apiaceas para el desarrollo de nuevos plaguicidas destinados al manejo de *Bemisia tabaci* Biotipo B. Se evaluó la toxicidad letal por contacto sobre los adultos de *B. tabaci* y el efecto ovicida de siete aceites esenciales mediante una comparación múltiple de proporciones, por el método de Wald; además, se determinó el efecto de estos aceites sobre la conducta de los insectos a través de un ANOVA simple. Los aceites esenciales de *Piper hispidum* Sw, *Ocimum gratissimum* L., *Ocimum basilimum* L., *Thymus vulgaris* L. y *Pimpinella anisum* L. poseen efecto tóxico letal sobre adultos de *Bemisia tabaci* Biotipo B. Los aceites de *P. anisum*, *T. vulgaris* y *O. gratissimum* tienen acción repelente sobre los adultos de *B. tabaci*. Los aceites esenciales de *O. gratissimum* y *T. vulgaris* por su efecto repelente y elevada toxicidad sobre adultos, pueden ser candidatos para el desarrollo de plaguicidas destinados al manejo de *B. tabaci* Biotipo B.

Palabras clave: Apiaceae, Lamiaceae, moscas blancas, manejo de plagas, toxicidad letal, repelente, Piperaceae.

ABSTRACT: The objective of this research was to determine the potential of essential oils of species of the families Piperaceas, Lamiaceas and Apiaceas to be developed as new pesticides for management of *Bemisia tabaci* Biotype B. Seven essential oils were evaluated for their lethal toxicity by contact on *B. tabaci* adults and their ovicidal effect by a multiple comparison of proportions by the Wald method. In addition, the effect of these oils on the behavior of insects was determined through a simple ANOVA. The essential oils of *Piper hispidum* Sw, *Ocimum gratissimum* L., *Ocimum basilimum* L., *Thymus vulgaris* L., and *Pimpinella anisum* L. had a lethal toxic effect on adults of *B. tabaci*, while the oils of *P. anisum*, *T. vulgaris*, and *O. gratissimum* showed repellent action. Based on their repellent effect and high toxicity on adults, the essential oils of *O. gratissimum* and *T. vulgaris* could be candidates to be developed as pesticides intended for management of *B. tabaci* Biotype B.

Key words: white flies, pest management, lethal toxicity, repellent, Piperaceae, Lamiaceae, Apiaceae.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se informan aproximadamente 1200 especies de moscas blancas; sin embargo, *Bemisia tabaci* Gennadius y *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Hemiptera: Aleyrodidae) se destacan como plagas agrícolas y se encuentran ampliamente distribuidas. *B. tabaci*

fue incluida en la lista “100 de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo” de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (1). *B. tabaci* se considera un insecto altamente polífago, de ahí su importancia económica como plaga clave en numerosos cultivos (2,3).

*Autor para correspondencia: Heyker L. Baños Díaz. E-mail: hlellani@censa.edu.cu

Recibido: 12/12/2018

Aceptado: 29/03/2019

Al daño que produce al cultivo, debido a su alimentación (daño directo), se une la elevada capacidad de *B. tabaci* de transmitir y diseminar alrededor de 200 tipos de virus diferentes, incluso cuando su densidad poblacional es muy baja (4). En Mesoamérica y el Caribe, incluyendo Cuba, sus daños se deben a la transmisión de geminivirus muy destructivos, especialmente en el tomate y frijol (5,6,7).

La práctica más común para el control de este vector es el uso de insecticidas químicos de amplio espectro (piretroides, organofosforados, carbamatos, organoclorados y detergentes), solos o en mezclas. El uso continuo de estos causa efectos secundarios, como el desarrollo de la resistencia en el vector, eliminación de enemigos naturales y polinizadores, toxicidad aguda y crónica en el hombre, y la contaminación del medio ambiente con efectos potenciales en toda la cadena alimentaria (8).

Estudios recientes demostraron que las plantas y sus metabolitos secundarios de protección pueden ser utilizados en diferentes estrategias para el control de plagas, tanto en los ambientes controlados como en los sistemas agrícolas convencionales (9).

Cuba tiene una flora muy diversa con una alta variedad de compuestos químicos, aunque su uso como fuente de insecticidas potenciales aún es incipiente (8). La composición química de los aceites puede variar por factores como la época del año, diferencias en la región de origen, el método de extracción utilizado, la parte de la planta y su estado de desarrollo fisiológico (10). Por lo tanto, es muy importante profundizar en el estudio de nuevos aceites esenciales y/o validar el efecto de los candidatos bajo las condiciones específicas de cada entorno donde se prevé realizar la aplicación práctica.

Debido a la creciente importancia que va tomando este insecto como vector de nuevos virus en el cultivo de las Solanáceas, el reto creciente que representa el desarrollo de resistencia y el interés en el uso de prácticas de manejo de plagas más ecológicas y amigables con el medio ambiente, se hace necesario el estudio de nuevas alternativas para el control de este vector.

De ahí que, teniendo en consideración esta problemática, el objetivo del presente trabajo fue

determinar el efecto tóxico letal y sobre la conducta de aceites esenciales de especies de las familias Piperaceae, Lamiaceae y Apiaceae como práctica fitosanitaria para el manejo de *Bemisia tabaci* Biotipo B.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se llevaron a cabo de enero a abril de 2017 en los Laboratorios de Entomología-Acarología y Ecología Química del Departamento de Plagas Agrícolas, Dirección de Sanidad Vegetal del Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), Mayabeque, Cuba (Latitud 22,991867 y Longitud -82,153892).

La temperatura y la humedad relativa se registraron en un termohigrómetro digital marca Thermo-Hygro ($EE \pm 0,01$); los valores promedios fueron de $26,7 \pm 1,3^\circ\text{C}$ y $66,4 \pm 8\%$ respectivamente, con un fotoperiodo natural (10L: 14O).

Insectos

Se estableció una cría de *B. tabaci* sobre plantas de tomate, *Solanum lycopersicum* L. var. L43, partiendo de 250 individuos recolectados durante muestreos en parcelas de tomate en el Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova" (Latitud 22,231 y Longitud -82,0231) en la misma provincia. Los ejemplares se recolectaron, utilizando un aspirador, en tubos plásticos de 14 ml y posteriormente se trasladaron a los laboratorios de Entomología del CENSA.

Aceites esenciales

Se evaluaron aceites esenciales de cinco especies de plantas: *Piper hispidum* Sw. (Piperaceae), *Pimpinella anisum* L. (Apiaceae), *Thymus vulgaris* L., *Ocimum gratissimum* L. y *Ocimum basilicum* L. (Lamiaceae)

Las especies se identificaron por: a) comparación con las colecciones del Herbario Johannes Bisse, y/o b) comparación con las descripciones botánicas en la literatura. Los ejemplares de las distintas especies vegetales recolectadas se encuentran en la colección del Herbario Johannes Bisse. El material vegetal se seleccionó de forma tal que no presentaran daños por plagas y se procesó fresco. La extracción se realizó por el método de hidrodestilación con el empleo de un equipo Clevenger, según lo

establecido en la norma ISO 65-71:84 en el laboratorio de Ecología Química. Los aceites esenciales se secaron sobre sulfato de sodio anhidro y se guardaron en frío hasta su análisis.

Efecto tóxico letal sobre adultos de *Bemisia tabaci*

Para evaluar la susceptibilidad de *B. tabaci* Biotipo B a los compuestos de los aceites esenciales seleccionados, adultos de la plaga (de aproximadamente una semana de edad) se liberaron en placas Petri de 9 cm de diámetro. Los adultos se recolectaron con una aspiradora manual en tubos de plástico de 45 ml con tapas de rosca y se mantuvieron en hielo durante 5 min previos a su liberación.

Se prepararon dos concentraciones de cada aceite esencial 0,03 % y 0,3 % diluido en acetona grado de reactivo. Con ayuda de una micropipeta se aplicaron 300 µl de solución garantizando cubrir el 100 % de la superficie interior de la placa Petri. Cada placa se dejó secar por 15 minutos, transcurrido este tiempo se depositaron 10 adultos de *B. tabaci* en su interior y se procedió a cerrarla con Parafilm. Se evaluaron dos controles uno sin ninguna aplicación a la superficie de la placa y otro en el que se aplicaron 300 µl de acetona.

La cantidad de insectos vivos y muertos se contabilizó a la hora de realizada la aplicación y se calculó la mortalidad correspondiente. Los insectos se consideraron muertos si no movieron los apéndices (patas y antenas) al ser estimulados con un pincel 00. Se utilizó un diseño completamente al azar y todos los tratamientos se replicaron tres veces. Los resultados se analizaron estadísticamente mediante una comparación múltiple de proporciones, por el método de Wald para un nivel de confianza de 0,05 y se utilizó el Software estadístico CompaProWin_2.0.1 desarrollado en el CENSA.

Efecto sobre la conducta de adultos de *Bemisia tabaci*

Para determinar el efecto de los aceites sobre la conducta de *B. tabaci* se utilizaron placas Petri de 20 cm de diámetro las cuales se dividieron a la mitad en la parte inferior externa con una línea trazada con un marcador. Posteriormente, en cada mitad se colocó un disco de 5 mm de papel de filtro con 2 µl de aceite y el otro se mantuvo sin

aplicar, cada disco se dejó secar por una hora. Transcurrido este tiempo, 20 adultos de *B. tabaci*, recolectados siguiendo el procedimiento descrito en el experimento anterior, se liberaron en el centro de cada placa. Posteriormente las placas se sellaron con Parafilm. Cada unidad experimental (placa) se replicó cinco veces, para un total de 100 adultos evaluados por aceite.

Se registró la disposición de los adultos en las placas Petri a la hora y cuatro horas de aplicación del aceite.

Se calculó el índice de repelencia según la fórmula planteada por Inyang y Emosairue (11):

$$PR = \frac{NC - NT}{NC + NT} * 100$$

Donde:

NC -es el número de insectos en la zona no tratada

NT -es el número de insectos en la zona tratada

PR -es el Índice de repelencia

La repelencia de los aceites esenciales se clasificó según las categorías planteadas por Liu *et al.* (12).

Se utilizó un diseño estadístico completamente al azar. El análisis estadístico de los datos de evaluación del efecto de los aceites sobre la conducta se realizó con un ANOVA simple y las medias se compararon mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan ($p \leq 0,05$). Los tiempos de evaluación se analizaron mediante T apareada y las medias fueron comparadas mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan ($p \leq 0,05$) usando el paquete estadístico Infostat 2016 (13).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto tóxico letal sobre adultos de *Bemisia tabaci*

De los siete aceites esenciales evaluados, seis causaron la muerte del 100 % de las moscas a la concentración de 0,3 %, transcurrida la primera hora después de la aplicación (Tabla 1). A la misma concentración y tiempo de evaluación el aceite de *P. hispidum*, mostró una toxicidad menor (70 % de mortalidad). A la concentración más baja, estos aceites no tuvieron efecto sobre la mortalidad de los adultos después de la primera hora de tratamiento.

El aceite esencial de *O. basilicum* ha demostrado actividad insecticida sobre varias

Tabla 1. Efecto tóxico letal de los aceites esenciales sobre los adultos de *Bemisia tabaci*. / Lethal toxic effect of essential oils on *Bemisia tabaci* adults.

Tratamientos	C(%)	Mortalidad (Media ± EEx, %)
Acetona	-	0,0 ± 0,0 c
Control (sin aplicar)	-	0,0 ± 0,0 c
<i>P. hispidum</i>		70,0 ± 1,5 a
<i>O. gratissimum</i>		100,0 ± 0,0 a
<i>T. vulgaris</i>	0,3	100,0 ± 0,0 a
<i>O. basilicum</i>		100,0 ± 0,0 a
<i>P. anisum</i>		100,0 ± 0,0 a
<i>P. hispidum</i>		20,0 ± 0,6 b
<i>O. gratissimum</i>		16,7 ± 0,9 b
<i>T. vulgaris</i>	0,03	13,3 ± 0,7 b
<i>P. auritum</i>		20,0 ± 1,0 b
<i>O. basilicum</i>		3,3 ± 0,3 c

*Porcentaje con letras diferentes, indican diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0,05$).

plagas, entre ellas *B. tabaci* (14); los resultados obtenidos coinciden con los informados por estos autores. Para esta especie vegetal se han descrito seis quimiotipos principales (15), el aceite evaluado en los bioensayos corresponde al quimiotipo rico en linalol y dentro de este al grupo con alto contenido de eugenol y 1,8-cineol. Estos tres compuestos han evidenciado acción sobre varios insectos (10,15) y el 1,8-cineol un efecto fumigante sobre *B. tabaci* (10); por tanto, la actividad del aceite podría asociarse a la presencia de estos constituyentes en el mismo.

En un estudio de la toxicidad del aceite esencial de *T. vulgaris* sobre estados inmaduros y adultos de *B. tabaci* bajo condiciones controladas en plantas de tomate, se encontró una mortalidad alta de los adultos (16). En la presente investigación se corroboran los resultados descritos para este aceite. La presencia de timol como componente mayoritario puede estar vinculada al efecto insecticida pues existen múltiples informes previos sobre la acción insecticida de este alcohol monoterpénico (10).

La actividad insecticida del aceite esencial de *O. gratissimum* se determinó con anterioridad sobre *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) (14). No obstante, en las referencias consultadas no se encontró información sobre la aplicación de este aceite para el control de moscas blancas (*B. tabaci*).

Ateyat *et al.* (17) compararon la toxicidad sobre *B. tabaci* del insecticida Imidacloprid con

la de nueve extractos botánicos; entre ellos, el de *P. anisum* no causó mortalidad en los adultos del vector. Pavela (18) demostró la eficacia del aceite esencial de frutas de *P. anisum* en larvas y adultos de mosquitos *Culex quinquefasciatus* Say. La acción adulticida por contacto del aceite esencial sobre mosca blanca no se refiere en las investigaciones precedentes.

Los aceites de *P. hispidum* poseen propiedades antioxidantes, antifúngicas, antibacterianas, actividad anticolinesterasa y citotóxica (19,20). Se recomiendan extractos de esta especie como repelentes de insectos (21); no obstante, su actividad tóxica letal sobre estos últimos no se encontró informada en la literatura. El aceite está constituido fundamentalmente por hidrocarburos sesquiterpénicos (20); por lo tanto, es el más lipofílico de los aceites evaluados y ello pudiera dificultar su penetración cuticular en el insecto por retención parcial y disminuir su toxicidad por contacto en tiempos cortos (10).

Numerosos autores evaluaron la actividad insecticida de aceites esenciales y sus componentes sobre diferentes especies de insectos (22,23). En algunos casos, tienen una actividad dual fumigante y por contacto, este tipo de actividad se encuentra informada para diferentes especies de insectos, entre ellas las moscas blancas *T. vaporariorum* (24) y *B. tabaci* (22). Los resultados anteriores sugieren que los aceites estudiados pueden ser usados como ingredientes activos en la elaboración de

insecticidas tóxicos por contacto residual, aunque no se descarta el efecto fumigante que pudieran tener algunos de los vapores emitidos por los aceites aplicados.

Efecto sobre la conducta de adultos de *Bemisia tabaci*

Todos los aceites esenciales mostraron algún grado de repelencia sobre los adultos de *B. tabaci* (Figura 1). El mayor índice de repelencia (>80 %) en la primera hora lo mostró el aceite de *T. vulgaris*; mientras que, el aceite de *P. hispidum* mostró un efecto repelente moderado. Transcurridas cuatro horas de la aplicación del producto se pudo comprobar un aumento del efecto repelente en el aceite *O. gratissimum*. Para el resto de los aceites se observaron diferentes niveles de disminución del índice de repelencia, aunque para los tratamientos con *T. vulgaris* y *P. anisum* los valores del índice de repelencia fueron iguales o superiores al 45 %.

En ambos tiempos de evaluación, el aceite de *P. anisum* se destacó por provocar el mayor efecto repelente en los adultos de *B. tabaci* expuestos a los vapores del aceite y el de *O. basilicum* el más bajo.

De acuerdo con Inyang y Emosairue (11), el cambio en la actividad repelente de los aceites pudiera estar dado por variaciones en la composición de la fase de vapor de los mismos. Estas variaciones podrían ser causadas por diferencias en la cinética de evaporación de los

componentes hasta alcanzar el equilibrio y porque el dispositivo de ensayo no es hermético (se requiere un nivel de oxígeno para que ocurra un intercambio de gases adecuado en los insectos).

Las sustancias bioactivas que componen los aceites de *P. anisum*, *T. vulgaris* y *P. hispidum* se volatilizaron más rápido durante la primera hora, hasta alcanzar las concentraciones en aire requeridas para provocar el efecto repelente, y por escape del dispositivo podría haber disminuido su abundancia relativa en la fase vapor. Para el aceite de *O. gratissimum* el incremento de la repelencia indica que las sustancias repelentes aumentaron su concentración en la fase de vapor con el tiempo de exposición.

La actividad repelente de algunos agentes no insecticidas podría atribuirse a la mezcla compleja de compuestos que son detectados por el insecto susceptible; en los aceites esenciales puede estar asociada tanto a constituyentes mayoritarios como minoritarios. Togni *et al.* (24) sugirieron que algunos compuestos volátiles pueden enmascarar el efecto de otros compuestos volátiles producidos por las plantas o extractos de estas. Esto pudiera explicar los cambios en los efectos repelentes de algunos de los aceites empleados durante este estudio (Figura 1). El incremento de la abundancia relativa en la fase de vapor de algún componente con efecto

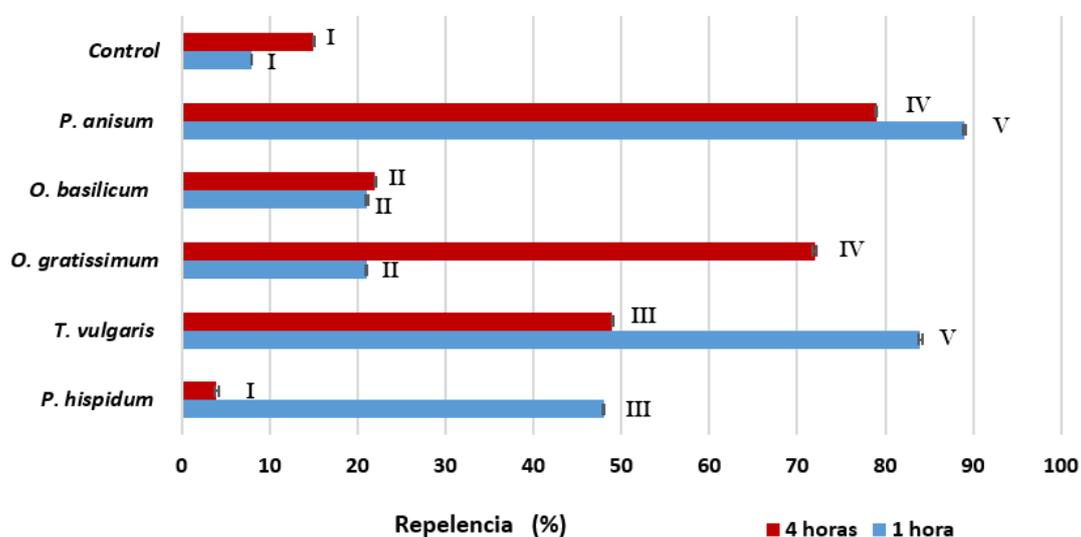


Figura 1. Efecto de los cinco aceites esenciales sobre la conducta de adultos de *B. tabaci* (I-V categoría del porcentaje de repelencia) / Effect of the five essential oils on behavior of *B. tabaci* adults (I-V category of the repellence percentage)

antagónico también podría provocar una disminución en la acción repelente.

Ateyyat *et al.* (17) evaluaron la actividad biológica de un extracto de *P. anisum* sobre *B. tabaci*, aunque este no tuvo efecto letal sobre los adultos sí mostró efecto repelente. Los resultados presentados para el aceite de *P. anisum* (Fig.1) confirman la biosíntesis de compuestos repelentes por esta planta aromática.

Inyang y Emosairue (11) evaluaron las propiedades repelentes sobre el escarabajo del plátano de 13 extractos acuosos de plantas, dentro de ellas *O. gratissimum*; demostraron que los extractos de esta planta tienen un efecto repelente tipo II o moderado frente a este insecto. No obstante, los resultados encontrados en el presente trabajo demostraron que para el caso de *B. tabaci*, este aceite pasa de un efecto repelente tipo II en una hora a un efecto repelente superior (IV) en las siguientes cuatro horas.

Carvalho *et al.* (25), al evaluar la conducta de adultos de *B. tabaci* en campos de tomate intercalados con *O. gratissimum*, encontraron una significativa reducción del número de adultos en las plantas de tomate intercaladas (50-64 %). Estos autores plantean que las plantas de *O. gratissimum* presentan un fuerte efecto repelente sobre los adultos de *B. tabaci*.

Los componentes de los aceites esenciales son sustancias volátiles que actúan como infoquímicos mediando las interacciones entre las plantas y los organismos presentes en el ecosistema (26,27); por tanto, la repelencia de las plantas de *O. gratissimum* en el agroecosistema y del aceite a nivel de laboratorio puede estar asociada a los mismos compuestos.

Los estudios realizados por Carvalho *et al.* (25), avalan los resultados obtenidos durante el presente estudio. Estos resultados son indicativos de que *O. gratissimum* pudiera ser utilizado en los programas de manejo de este vector.

Numerosos autores han planteado que la composición química de las plantas, así como la actividad de sus aceites y el comportamiento de los insectos frente a los mismos puede variar según la procedencia de la planta, el clima donde se desarrolla, el tiempo de recolecta, los órganos recolectados, entre otros factores (28).

La determinación del efecto repelente de los aceites esenciales de *P. anisum*, *T. vulgaris*, y *O.*

gratissimum, aporta valiosa información sobre estas especies vegetales y su utilización práctica podría lograrse mediante la aplicación exógena de extractos y aceites o valorar el intercalamiento de estas plantas aromáticas con los cultivos afectados por mosca blanca.

Poseer niveles altos de actividad contra la diana biológica seleccionada, combinando varios efectos y toxicidad a más de uno de sus estados, es uno de los criterios más importantes para que un compuesto sea seleccionado en la etapa inicial de investigación y continuar su desarrollo hasta la posible obtención de un producto.

T. vulgaris se confirmó como fuente de plaguicida botánico (elevado efecto tóxico y acción repelente). El aceite de *P. anisum* mostró ser el candidato más promisorio para el desarrollo de un repelente; no obstante, el aceite de *P. hispidum* evidenció un elevado efecto tóxico letal sobre adultos, evidenciando sus potencialidades en el manejo de mosca blanca.

El efecto de los nuevos compuestos tóxicos sobre el desarrollo fisiológico y la conducta puede ser un factor determinante para la formulación y la selección de las dosis a aplicar en campo, lo cual permite maximizar la efectividad. Los resultados generados sobre el efecto de los aceites de *P. hispidum*, *O. gratissimum* y *P. anisum* sobre mosca blanca, establecido por primera vez como resultado del presente trabajo, contribuye a aumentar el conocimiento sobre un grupo de plantas consideradas como útiles y/o promisorias para la industria de agroquímicos e impulsar el desarrollo de esta rama de la industria agrícola en nuestro país.

Cuba trabaja en desarrollar un modelo de agricultura sostenible donde los medios biológicos, y en menor extensión los plaguicidas botánicos, desempeñen un rol determinante en alcanzar producciones agrícolas con buenos rendimientos y con el mínimo empleo de compuestos agrotóxicos. Los plaguicidas basados en aceites esenciales, en la actualidad y en un futuro próximo, pueden constituir una herramienta importante dentro de los programas de manejo integrado de plagas.

REFERENCIAS

1. Lowe S, Browne M, Boudjelas S, De Poorter M. 100 de las Especies Exóticas Invasoras más dañinas del mundo. Publicado por el Grupo Especialista de Especies Invasoras (GEEI) un grupo especialista de la C de S de E (CSE) de la UM para la N (UICN), editor. Una selección del Global Invasive Species Database. Publicado. 2004. 12 p.
2. Murgianto F, Hidayat P. Whitefly Infestation and Economic Comparison of Two Different Pest Control Methods on Soybean Production. *Planta Trop J Agro Sci.* 2017;5(2):110-115.
3. Hilje L, Costa HS, Stansly PA, Unit PP, Catie POB, Rica C. Cultural practices for managing *Bemisia tabaci* and associated viral diseases *S.* 2001;20:801-812.
4. Fiallo-Olivé E, Martínez-Zubiau Y, Hernández-Zepeda C, Carrillo-Tripp J, Rivera-Bustamante RF. Identification of new begomoviruses in Cuba using rolling circle amplification. *Rev Protección Veg.* 2009;24(2):81-86.
5. Chang-Sidorchuk L, González-Alvarez H, Martínez-Zubiaur Y. Begomoviruses infecting common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in production areas in Cuba. *Spanish J Agric Res.* 2018;16(2):e1006.
6. Herrera-Vásquez JA, Ortega D, Romero AB, Davino S, Mejía LC, Panno S, et al. Begomoviruses Infecting Tomato Crops in Panama. *J Phytopathol.* 2016;164(2):102-113.
7. Romay G, Geraud-pouey F, Chirinos D, Demey J. *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae): Historia, situación actual y su rol como vector de enfermedades virales de plantas en Venezuela. 2016;31(35):276-293.
8. Pino O, Sánchez Y, Rojas MM. Plant secondary metabolites as an alternative in pest management . I?: Background , research approaches and trends. 2013;28(2):81-94.
9. Murray Isman. Pesticides Based on Plant Essential Oils: Phytochemical and Practical Considerations. In: Jeliaskov, Cantrell, editors. *Medicinal and Aromatic Crops: Production, Phytochemistry, and Utilization.* 2016th ed. Washington, DC, 2016.: American Chemical Society; 1999. p. 68-72.
10. Tak J, Isman MB. Penetration-enhancement underlies synergy of plant essential oil terpenoids as insecticides in the cabbage looper, *Trichoplusia ni*. 2017;(February):1-11.
11. Inyang UE, Emosairue SO. Laboratory assessment of the repellent and anti-feedant properties of aqueous extracts of 13 plants against the banana weevil *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae). *Trop Subtrop Agroecosystems.* 2005;5(1):33-44.
12. Liu ZL, Yu M, Li XM, Wan T, Chu SS. Repellent Activity of Eight Essential Oils of Chinese Medicinal Herbs to *Blattella germanica* L . 2011;3:176-183.
13. Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, Gonzalez L, Tablada M, Robledo CW. *InfoStat.* Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Queda; 2016. p. 496.
14. Bélanger A, Kéita SM, Arnason JT, Schmit J-P, Vincent C. Efficacy of essential oil of *Ocimum basilicum* L. and *O. gratissimum* L. applied as an insecticidal fumigant and powder to control *Callosobruchus maculatus* (Fab.) [Coleoptera: Bruchidae]. *J Stored Prod Res.* 2002;37(4):339-349.
15. Satyal P, Ali NAA, Pokharel S, Zhang H, Wink M, Kukaniev MA, et al. The Essential Oil Compositions of *Ocimum basilicum* from Three Different Regions?: 2016;241-248.
16. Yang NW, Li AL, Wan FH, Liu WX, Johnson D. Effects of plant essential oils on immature and adult sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci* biotype B. *Crop Prot [Internet].* 2010;29(10):1200-1207. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2010.05.006>
17. Ateyyat MA, Al-Mazra'awi M, Abu-Rjai T, Shatnawi MA. Aqueous Extracts of Some Medicinal Plants are as Toxic as Imidacloprid to the Sweet Potato Whitefly, *Bemisia tabaci*. *J Insect Sci.* 2009;9(15):1-6.
18. Pavela R, Vrchotová N, Tríska J. Mosquitocidal activities of thyme oils (*Thymus vulgaris* L.) against *Culex*

- quinquefasciatus (Diptera: Culicidae). Parasitol Res. 2009;105(5):1365-1370.
19. Sánchez Y, Correa Vidal TM, Abreu Machado Y, Cotilla Pelier L, Berroa Navarro G, Pino Pérez O. Composición química del aceite esencial de *Piper hispidum* Sw. y actividad antimicrobiana sobre *Xanthomonas albilineans* (Ashby) Dowson y *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Pammel) Dowson. Rev Protección Veg [Internet]. 2014;29(3):185-191. Available from: http://scielo.php?script=sci_arttext&pid=&lang=pt
20. Asprey GF, Thornton P. Medicinal Plants of Jamaica Part I. West Indian Med J. 1953;2(4):233-252.
21. Kim S Il, Chae SH, Youn HS, Yeon SH, Ahn YJ. Contact and fumigant toxicity of plant essential oils and efficacy of spray formulations containing the oils against B- and Q-biotypes of *Bemisia tabaci*. Pest Manag Sci. 2011;67(9):1093-1099.
22. Kim J, Haribalan P, Son B. Fumigant Toxicity of Plant Essential Oils Against *Camptomyia corticalis* (Diptera: Cecidomyiidae). 2012;2005(Usepa):1329-1334.
23. Choi AW, Lee E, Choi B, Park H, Ahn Y, Choi W, et al. Toxicity of Plant Essential Oils to *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera?: Aleyrodidae). 2003;96(5):1479-1484.
24. Togni PHB, Laumann RA, Medeiros MA, Sujii ER. Odour masking of tomato volatiles by coriander volatiles in host plant selection of *Bemisia tabaci* biotype B. 2010;164-173.
25. Carvalho MG, Bortolotto OC, Ventura U. Aromatic plants affect the selection of host tomato plants by *Bemisia tabaci* biotype B. 2017;86-92.
26. Gross J. Chemical Communication between Phytopathogens, Their Host Plants and Vector Insects and Eavesdropping by Natural Enemies. 2016;4(August):1-5.
27. Desurmont GA, Xu H, Turlings TCJ. Powdery mildew suppresses herbivore-induced plant volatiles and interferes with parasitoid attraction in *Brassica rapa*. 2016;1-8.
28. Isman MB, Grieneisen ML. Botanical insecticide research: Many publications, limited useful data. Trends Plant Sci [Internet]. 2014;19(3):140-145. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tplants.2013.11.005>

Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)