

Insecticidal and repellent effect of extracts of *Pluchea sericea* (Nutt.) on adults of *Bemisia tabaci* (Genn.)

Efecto insecticida y repelente de extractos de *Pluchea sericea* (Nutt.) sobre adultos de *Bemisia tabaci* (Genn.)

Carlos Enrique Ail-Catzim^{1*}; Alejandro Manelik García-López¹; Rosalba Troncoso-Rojas²; Rosario Esmeralda González-Rodríguez¹; Yuliana Sánchez-Segura¹

¹Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California. Carretera a Delta s/n. Ejido Nuevo León, Mexicali, Baja California, C. P. 21705, MÉXICO. Correo-e: carlos.ail@uabc.edu.mx, tel.: (686) 523 00 88/79 (*Autor para correspondencia).

²Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Carretera a La Victoria km 0.6. Hermosillo, Sonora, C.P. 83304, MÉXICO.

Abstract

The use of repeated insecticide applications in agricultural crops to control *Bemisia tabaci* (Genn.) has resulted in resistance problems and environmental pollution. Inputs from plant species are an alternative to reduce this problem. Plants are a source of bioactive chemicals that can have insecticidal, repellent, attractant, anti-feeding or growth regulator effects. The aim of this study was to determine the insecticidal and repellent activity of ethanolic, acetonic and aqueous extracts of both leaves and stems of *Pluchea sericea* (Nutt.) on *Bemisia tabaci* (Genn.). The LC_{50} of each of the extracts on adult whiteflies was estimated using bioassays with the residual film technique. Also, the repellent effect from the LC_{50} of each extract was evaluated, and the repellency index (RI) was estimated. If $RI = 1$ the effect is neutral, if $RI < 1$ the effect is repellent and if $RI > 1$ the effect is attractant. The leaf-ethanol, leaf-water and leaf-acetone extracts showed the lowest LC_{50} values of 700, 1,190 and 1,250 ppm respectively, indicating high efficiency on *B. tabaci*, followed by the stem-water extract and lastly the stem-ethanol and stem-acetone extracts showed the least effectiveness. All extracts had repellent action, regardless of the solvent and plant organ at 24 and 48 h. However, water-based extracts may have greater potential for whitefly control in integrated pest management systems because they presented insecticidal and repellent effects, and the solvent is harmless and inexpensive.

Keywords: Cachanilla, whitefly, lethal concentration, repellency index, botanical extracts

Resumen

Para el control de *Bemisia tabaci* (Genn.) en los cultivos agrícolas se usan repetidas aplicaciones de insecticidas, lo que ha provocado problemas de resistencia y contaminación ambiental. Los insumos provenientes de especies vegetales son una alternativa para reducir esta problemática. Las plantas son una fuente de químicos bioactivos, que pueden tener efecto insecticida, repelente, atrayente, antialimenticio o regulador de crecimiento. El objetivo fue determinar la actividad insecticida y repelente de extractos etanólicos, acetónicos y acuosos, tanto de hojas como de tallos de *Pluchea sericea* (Nutt.) sobre *Bemisia tabaci* (Genn.). Se estimó la CL_{50} de cada uno de los extractos, mediante bioensayos con la técnica de película residual, sobre adultos de mosquita blanca. Además, se evaluó el efecto repelente a partir de la CL_{50} de cada extracto, se estimó el índice de repelencia (IR), si $IR = 1$ el efecto es neutro, $IR < 1$ el efecto es repelente e $IR > 1$, el efecto es atrayente. Los extractos de hoja-etanol, hoja-agua y hoja-acetona presentaron valores menores de CL_{50} 700, 1,190 y 1,250 ppm respectivamente, lo que indica alta eficiencia sobre *B. tabaci*, seguidos del extracto tallo-agua, por último los extractos tallo-etanol y tallo-acetona presentaron menor efectividad. Todos los extractos tuvieron acción repelente, independientemente del disolvente y órgano de la planta a 24 y 48 h. Sin embargo, los extractos a base de agua podrían tener mayor potencial para el control de la mosquita blanca en sistemas de manejo integrado de plagas, debido a que presentaron efecto insecticida y repelente, además el disolvente es inocuo y de bajo costo.

Palabras clave: Cachanilla, mosquita blanca, concentración letal, índice de repelencia, extractos botánicos

The citation of this article in APA6 style is: Ail-Catzim, C. E., García-López, A. M., Troncoso-Rojas, R., González-Rodríguez, R. E., & Sánchez-Segura, Y. (2015). Insecticidal and repellent effect of extract of *Pluchea sericea* (Nutt.) on adults *Bemisia tabaci* (Genn.). *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 21(1), 33-41. doi: 10.5154/r.rchsh.2014.09.038

Received: September 25, 2014 / Accepted: March 10, 2015.



Revista Chapingo
Serie Horticultura

www.chapingo.mx/revistas/horticultura

Introduction

The whitefly (*Bemisia tabaci* Genn.) is one of the most important pests worldwide in both field and greenhouse agricultural production (Oliveira, Henneberry, & Anderson, 2001). The direct damage caused by this insect is due to its feeding and to physiological disorders in the plant, while indirect damage is due to fungal growth on the honeydew produced by the pest and to its ability to transmit viruses (Perring, 2001).

In 1992 the whitefly invaded the Mexicali Valley in Baja California and the San Luis Río Colorado region of Sonora (González et al., 1992), affecting cotton (*Gossypium hirsutum* L.), melon (*Cucumis melo* L.), watermelon (*Citrillus lanatus* Thunb.) and sesame (*Sesamum indicum* L.) crops. In cotton, the honeydew contaminates the fiber, making it sticky, which hampers the spinning process and diminishes its quality, resulting in economic penalties to cotton producers when the limits of honeydew content in the fiber are surpassed (Hendrix, Steele, & Perkins, 1996).

Due to the importance of *B. tabaci*, cotton farmers are forced to make repeated insecticide applications for control purposes, depending solely on this method, which causes development of resistance by pests, accumulation and persistence of the compounds in the environment, and lethal effect on beneficial organisms (Dent, 2000). Therefore, control alternatives that reduce the use of chemicals are needed. The use of natural products for agricultural pest control is becoming increasingly accepted because of the need to employ effective compounds that do not harm the environment (Ateyyat, Al-Mazra'awi, Abu-Rjai, & Shatnawi, 2009; Isman, 2006). Therefore, it is necessary to evaluate products that come from plant species, since plants are a rich source of bioactive chemicals (Wink, Schmeller, & Latz-Bruning, 1998) that may have insecticidal, repellent, attractant, anti-feeding and growth regulator effects on insects (Champagne, Koul, Isman, Scudder, & Towers, 1992). In addition to being selective to pest insects, they commonly have little adverse effect on non-target organisms (parasitoids and predators) and the environment (Arnason, Philogene, & Morand, 1989).

The plant *Pluchea sericea* (Nutt.), commonly known as "Cachanilla," is a wild evergreen shrub that grows in sandy or saline soils in the deserts of Mexico, such as the Baja California, Sonora and Chihuahua deserts (Villaseñor & Villareal, 2006). Previous studies on aerial parts of this plant revealed the presence of flavonoids, triterpenes and sesquiterpenes (Romo, Reyes, Delgado, & Schlemper, 1982), which are important secondary metabolites in pest control (Sepúlveda, Porta, & Rocha, 2003). However, few studies in Mexico confirm the effect of these plant compounds on *B. tabaci*; therefore,

Introducción

La mosquita blanca (*Bemisia tabaci* Genn.) es una plaga importante de cultivos agrícolas a nivel mundial, tanto en campo como en invernadero (Oliveira, Henneberry, & Anderson, 2001). Los daños directos, causados por este insecto, se deben a su alimentación y a desórdenes fisiológicos en la planta; mientras que los indirectos, se deben al crecimiento de hongos sobre la mielecilla producida por la plaga y a su habilidad de transmitir el virus (Perring, 2001).

En 1992 la mosquita blanca invadió el Valle de Mexicali, Baja California y región de San Luis Río Colorado, Sonora (González et al., 1992), afectando los cultivos de algodón (*Gossypium hirsutum* L.), melón (*Cucumis melo* L.), sandía (*Citrillus lanatus* Thunb.) y ajonjolí (*Sesamum indicum* L.). En algodón la mielecilla contamina la fibra volviéndola pegajosa, lo cual dificulta el proceso de hilado y disminuye su calidad, situación que propicia sanciones económicas a los productores de algodón cuando rebasan los límites de contenido de mielecilla en la fibra (Hendrix, Steele, & Perkins, 1996).

Debido a la importancia que representa *B. tabaci*, los productores de algodón se ven obligados a realizar repetidas aplicaciones de insecticidas para su control, dependiendo exclusivamente de este método, lo que provoca desarrollo de resistencia por parte de las plagas, acumulación y persistencia de los compuestos en el ambiente, además de efecto letal en los organismos benéficos (Dent, 2000). Por consiguiente, se deben establecer alternativas de control que permitan reducir el uso de químicos. El empleo de productos naturales, para el control de plagas agrícolas, es cada vez más aceptado debido a la necesidad de emplear compuestos eficaces que no dañen el ambiente (Ateyyat, Al-Mazra'awi, Abu-Rjai, & Shatnawi, 2009; Isman, 2006). Por tanto, se hace necesario evaluar productos que provengan de especies vegetales, ya que las plantas presentan rica fuente de bioactivos (Wink, Schmeller, & Latz-Bruning, 1998) que pueden tener efecto insecticida, repelente, atrayente, antialimenticio, y como reguladores del crecimiento de insectos (Champagne, Koul, Isman, Scudder, & Towers, 1992), además de ser selectivos a plagas de insectos, comúnmente tienen poco efecto nocivo en organismos no blanco (parasitoides y depredadores) y en el ambiente (Arnason, Philogene, & Morand, 1989).

La planta *Pluchea sericea* (Nutt.) comúnmente conocida como "Cachanilla" es un arbusto silvestre de hoja perenne, crece en suelos arenosos o salinos en los desiertos de México como Baja California, Sonora y Chihuahua (Villaseñor & Villareal, 2006). Estudios previos, en partes aéreas de esta planta, revelaron la presencia de flavonoides, triterpenos y sesquiterpenos (Romo, Reyes, Delgado, & Schlemper, 1982), los cuales son metabolitos secundarios importantes en el control

it is important to study whether *P. sericea* extracts can be a useful tool for *B. tabaci* management in integrated pest management systems. Due to the above, the aim of this study was to evaluate the insecticidal and repellent effect of ethanolic, acetone and aqueous extracts of both leaf and stem of *P. sericea* on *B. tabaci* adults.

Materials and methods

Experiment location

This study was conducted from October 2013 to May 2014 in the Institute of Agricultural Sciences' Entomology Laboratory at the Universidad Autónoma de Baja California, located in the Nuevo León ejido in the Mexicali Valley, situated at 32° 24' 34" N latitude and 115° 11' 31" W longitude. The climate of this region is characterized as arid and dry (García, 1985)

Biological material

To perform bioassays, adult whiteflies were collected in the institute's experimental fields, with which a colony of *B. tabaci* was established on bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants in controlled temperature (25 ± 2 °C) and photoperiod (12:12 h light dark) conditions. Sufficient biological material was obtained in this way to carry out assessments by means of bioassays. Whitefly specimens were identified using the guide published by Hodges and Evans (2005).

Preparation of extracts

For the preparation of extracts, the plant *P. sericea* was collected in the Nuevo León ejido in the Mexicali Valley. The collected material was dried, the leaves were separated from the stems, and the cachanilla leaf and stem samples were crushed with a power mill to obtain particles of 1-3 mm. In 3-L plastic vials, 100 g of ground sample were placed and 1 liter of solvent was added; each extract was placed on an orbital shaker (Orbit 1900, Labnet) for 24 h at 0.306 x g. The solvents ethanol (99.9 %), acetone (99.7 %) and distilled water were used to obtain six extracts, three each of stem and leaf. The initial concentration of each extract was 10,000 ppm.

Concentration-mortality experiment

We used six concentrations of each extract of *P. sericea* (250 to 10,000 ppm) to estimate the median lethal concentration (LC_{50}) on *B. tabaci*, using the residual film technique, in glass vials (Xu, Shelton, & Chen 2001). The technique consisted of treating 200-mL vials with 1 mL of solution of the leaf and stem extracts at their different concentrations. After adding the solution, each vial was rotated in every direction until the solvent

de plagas (Sepúlveda, Porta, & Rocha, 2003). Sin embargo, existen pocos estudios en México que confirmen el efecto de estos compuestos vegetales sobre *B. tabaci*; por lo tanto, es importante estudiar que los extractos de *P. sericea*, pueden ser una herramienta útil para el manejo de *B. tabaci* en sistemas de manejo integrado de plagas. Debido a lo expuesto anteriormente, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto insecticida y repelente de extractos etanólicos, acetónicos y acuosos tanto de hoja como de tallo de *P. sericea* sobre adultos de *B. tabaci*.

Materiales y métodos

Ubicación del experimento

El presente trabajo se realizó de octubre de 2013 a mayo de 2014, en el laboratorio de Entomología del Instituto de Ciencias Agrícolas, de la Universidad Autónoma de Baja California, ubicado en Ejido Nuevo León, en el Valle de Mexicali, el cual se localiza a 32° 24' 34" latitud N y 115° 11' 31" longitud W. El clima de esta región se caracteriza por ser árido y seco (García, 1985)

Material biológico

Para la realización de los bioensayos, se recolectaron adultos de mosquita blanca en los campos experimentales del instituto, con los cuales se estableció una colonia de *B. tabaci* sobre plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones controladas de temperatura (25 ± 2 °C) y fotoperiodo (12:12 h luz oscuridad). Obteniendo así material biológico suficiente para llevar a cabo las evaluaciones por medio de bioensayos. Los especímenes de mosca blanca fueron identificados mediante la guía de Hodges y Evans (2005).

Preparación de extractos

Para la elaboración de los extractos se empleó la planta *P. sericea*, recolectada en el ejido Nuevo León del Valle de Mexicali. El material recolectado fue secado, posteriormente se separaron las hojas de los tallos, las muestras de hojas y tallos de cachanilla fueron trituradas con un molino eléctrico para obtener partículas de 1-3 mm. En frascos de plástico con capacidad de 3 litros se colocaron 100 g de muestra triturada y se le adicionó 1 litro de disolvente, cada extracto fue colocado en un agitador orbital (Orbit 1900, Labnet) durante 24 h, a 0.306 x g. Se utilizaron los disolventes etanol (99.9 %), acetona (99.7 %) y agua destilada, para obtener seis extractos, tres de hoja y tres de tallo, la concentración inicial de cada extracto fue de 10,000 ppm.

Experimento concentración-mortalidad

Se emplearon seis concentraciones de cada extracto de *P. sericea* (250 a 10,000 ppm) para estimar la concentración

evaporated; subsequently, 20 adult whiteflies were placed into each vial using a brush. Three replicates for each concentration, plus the control (only distilled water, ethanol or acetone depending on the treatment), were included. A replicate consisted of a vial containing 20 adult whiteflies (experimental unit). Treatment evaluation was conducted 24 h after the introduction of specimens.

Repellency experiment

To determine the repellency effect, the LC_{50} repellency of each of the *P. sericea* extracts, obtained from the above experiment on *B. tabaci* adults, was selected. The bioassay procedure consisted of using a hand sprayer to spray eight bean (*P. vulgaris*) plants with the lethal concentration of each of the extracts. In addition, eight plants were included as the control, in which only water was applied, for each extract. After 2 h, when the excess water and solvent had evaporated, the treated and control plants were placed in cages of 1 x 1 x 1 m covered with fine mesh; subsequently 100 adult whiteflies were introduced (Baldin et al., 2014). Three replicates for each concentration were included, with a replicate consisting of a cage containing eight treated and eight untreated plants. At 24 h after treatment, the number of whiteflies perched on each plant was counted. At the end of this evaluation, another 100 adult whiteflies were introduced into each of the cages and were counted again at 24 h.

Results analysis

The results of the concentration-mortality experiment were analyzed by Probit Regression (Finney, 1971), using the PROBIT procedure (SAS, 2001), to obtain the LC_{50} values and their fiducial limits (95 %). It was considered that the LC_{50} of the extracts are not statistically different when the fiducial limits (95 %) overlap (Robertson, Russell, Preisler, & Savin, 2007).

With the results of the repellency experiment, the RI was calculated using the formula $RI = 2G / (G+P)$ (Lin, Kogan, & Fischer, 1990), where G = number of insects perched in the treatment, and P = number of insects perched in the control. To classify the effect of the extracts, the criterion taken was that if $RI = 1$ the effect is neutral, if $RI < 1$ the effect is repellent and if $RI > 1$ the effect is attractant.

Results and discussion

Table 1 shows the values obtained from the LC_{50} in cachanilla leaf extracts, which were 770 ppm for ethanol, 1,250 ppm for acetone and 1,190 ppm for distilled water, whereas the LC_{50} of the stem extracts were 2,617 ppm for ethanol, 3,912 ppm for acetone and 2,622 ppm for distilled water.

letal cincuenta (CL_{50}), sobre *B. tabaci*, mediante la técnica de película residual, en frascos de vidrio (Xu, Shelton, & Chen, 2001) la cual consistió en tratar frascos de 200 mL con 1 mL de solución de los extractos de hoja y tallo en sus diferentes concentraciones. Después de agregar la solución, se rotó cada frasco en todas direcciones hasta que el disolvente se evaporó; posteriormente, se colocó en cada uno, con la ayuda de un pincel, 20 adultos de mosquita blanca (*B. tabaci*). Se incluyeron tres repeticiones para cada concentración, más el testigo (solo agua destilada, etanol o acetona según el caso), una repetición consistió de un frasco conteniendo 20 adultos de la plaga (unidad experimental). La evaluación de los tratamientos se llevó a cabo 24 h después de la introducción de los especímenes.

Experimento de repelencia

Para determinar el efecto de repelencia se seleccionó la CL_{50} de cada uno de los extractos de *P. sericea*, obtenidos del experimento anterior sobre adultos de *B. tabaci*. El procedimiento del bioensayo consistió en asperjar, con un atomizador manual, ocho plantas de frijol (*P. vulgaris*) con concentración letal de cada uno de los extractos, además se incluyeron ocho plantas como testigo para cada extracto, en el testigo se aplicó solo agua. Después de 2 h, cuando el exceso de agua y disolvente se evaporó, las plantas tratadas y las testigo fueron colocadas en jaulas de 1 x 1 x 1 m cubiertas con tela de organza; posteriormente se introdujeron 100 adultos de mosquita blanca (Baldin et al., 2014), se incluyeron tres repeticiones para cada concentración, una repetición consistió de una jaula conteniendo ocho plantas tratadas y ocho sin tratar. A las 24 h, después del tratamiento, se contabilizó el número de mosquitas blancas posadas en cada una de las plantas. Al final de esta evaluación se introdujeron otros 100 adultos de mosquita blanca en cada una de las jaulas y nuevamente se contabilizaron a las 24 h.

Análisis de resultados

Los resultados del experimento concentración-mortalidad se analizaron por Regresión Probit (Finney, 1971), usando el procedimiento PROBIT (SAS, 2001), para obtener los valores de CL_{50} y sus límites fiduciales (95 %). Se consideró que la CL_{50} de los extractos no son estadísticamente diferentes cuando los límites fiduciales (95 %) se traslapan (Robertson, Russell, Preisler, & Savin, 2007).

Con los resultados del experimento de repelencia se calculó el IR mediante la fórmula $IR = 2G / (G+P)$ (Lin, Kogan, & Fischer, 1990), donde G = número de insectos posados en el tratamiento, P = número de insectos posados en el testigo. Para clasificar el efecto de los extractos se tomó el criterio de que si $IR = 1$ el efecto es neutro, $IR < 1$ el efecto es repelente e $IR > 1$ el efecto es atrayente.

It can also be seen that the effectiveness of the three leaf-based cachanilla extracts was statistically similar (Table 1), regardless of the type of solvent, as there is overlap between their fiducial limits (Robertson et al., 2007). A similar result was obtained in stem-based extracts. However, the leaf-ethanol and leaf-acetone extracts can be considered the best, followed by the aqueous extracts based on both plant organs. Finally, the stem-ethanol and stem-acetone extracts showed the least effectiveness, according to the criterion of Robertson et al. (2007).

This study demonstrated that leaf-based *P. sericea* extracts can be an alternative to control whitefly, since in the toxicity experiments they had low LC_{50} values (770 to 1,250 ppm), results that coincide with the findings of Cruz, Gamboa, Borges, and Ruiz (2013), who report that the ethanolic and aqueous extracts of leaves of *Acalypha gaumeri*, *Annona squamosa*, *Carlowrihtia myriantha*, *Petiveria alliacea* and *Trichilia arborea* were active on *B. tabaci* nymphs and eggs.

Table 2 shows the average number of insects perched on plants treated with cachanilla extracts, after 24 and 48 h of exposure. It can be seen that with all the extracts there was a lower number of insects compared to the control, regardless of the exposure period.

Table 3 shows the RI at 24 h for each of the cachanilla extracts evaluated on adult whiteflies. It can be seen that the RI values in all extracts were less than unity; therefore, based on the established criterion, they presented repellent effect, regardless of the type of organ that gave rise to the extract and the type of solvent. The same effect occurred after 48 h of exposure (Table 3). All *P. sericea* extracts showed repellent effect on adult whiteflies, results similar to those found by Almazra'awi and Ateyyat (2009) who report repellency for aqueous extracts of *Urtica pilulifera* and *Thymus capitatus* on *B. tabaci*. Similarly, *Pimpinella anisum*, *Galium longifolium*, *Retama reatam* and *Ballota ondulata*

Resultados y discusión

En el Cuadro 1 se muestran los valores obtenidos de las CL_{50} en los extractos de hoja de cachanilla, los cuales fueron 770 ppm para el de etanol, 1,250 ppm en acetona y 1,190 ppm para el de agua destilada, de la misma manera se muestran las CL_{50} de los extractos de tallo, para el extracto de etanol 2,617 ppm, 3,912 ppm para acetona y para el acuoso 2,622 ppm.

También se puede apreciar que entre los tres extractos a base de hojas de cachanilla su efectividad fue estadísticamente igual (Cuadro 1), independientemente del tipo de disolvente, ya que existe traslape entre sus límites fiduciales (Robertson et al., 2007). Resultado similar se obtuvo en los extractos a base de tallo de la planta. Sin embargo se pueden considerar que los extractos de hoja-etanol y hoja-acetona fueron los mejores, seguidos de los extractos acuosos a base de ambos órganos de la planta. Por último, los extractos tallo-etanol y tallo-acetona presentaron menor efectividad, de acuerdo al criterio de Robertson et al. (2007).

En este estudio se demostró que los extractos de *P. sericea* a base de la hoja pueden ser alternativa para el control de *B. tabaci*, ya que en los experimentos de toxicidad presentaron bajos valores de CL_{50} (770 a 1,250 ppm), resultados que coinciden con los estudios de Cruz, Gamboa, Borges, y Ruíz, (2013), quienes reportan que los extractos etanólicos y acuosos, de hojas de *Acalypha gaumeri*, *Annona squamosa*, *Carlowrihtia myriantha*, *Petiveria alliacea* y *Trichilia arborea*, fueron activos sobre ninfas y huevos de *B. tabaci*.

En el Cuadro 2 se presenta el número promedio de insectos, posados en plantas tratadas con extractos de cachanilla, después de 24 y 48 h de exposición. Se puede observar que en todos los extractos se presentó menor número de insectos con respecto al testigo, independientemente al periodo de exposición.

Table 1. Median lethal concentration for ethanolic, acetonic and aqueous extracts of *Pluchea sericea* evaluated on *Bemisia tabaci* adults.

Cuadro 1. Concentración letal media para extractos etanólicos, acetónicos y acuosos de *Pluchea sericea* evaluados sobre adultos de mosca blanca *Bemisia tabaci*.

Extracts/Extractos	LC_{50} ppm	Fiducial limits (95 %)/Límites Fiduciales (95 %)	
		Lower/Inferior	Top/Superior
		ppm	
Leaf-ethanol/Hoja-etanol	770 a	307	1310
Leaf-acetone/Hoja-acetona	1250 a	400	1183
Leaf-water/Hoja-acuoso	1190 ab	203	2330
Stem-ethanol/Tallo-etanol	2620 b	1600	3750
Stem-acetone/Tallo-acetona	3910 b	2270	12800
Stem-water/Tallo-acuoso	2620 ab	1050	3750

CL_{50} values followed by the same letter are not statistically different.

Valores de CL_{50} seguido por la misma letra no son diferentes estadísticamente.

Table 2. Average number of *Bemisia tabaci* adults perched on plants treated with ethanolic, acetonetic and aqueous extracts of *Pluchea sericea*.**Cuadro 2. Número promedio de insectos posados en plantas tratadas con extractos etanólicos, acetónicos y acuosos de *Pluchea sericea*.**

Extracts / Extractos	Number of insects / Número de insectos	
	24 h	48 h
Leaf-ethanol / Hoja-etanol	35	57
Control / Testigo	70	78
Leaf-acetone / Hoja-acetona	29	41
Control / Testigo	46	76
Leaf-water / Hoja-acuoso	24	39
Control / Testigo	67	97
Stem-ethanol / Tallo-etanol	35	58
Control / Testigo	68	124
Stem-acetone / Tallo-acetona	30	58
Control / Testigo	65	114
Stem-water / Tallo-acuoso	21	38
Control / Testigo	57	74

Table 3. Repellency index of ethanolic, acetonetic and aqueous extracts of *Pluchea sericea* on *Bemisia tabaci* adults after 24 and 48 h of exposure.**Cuadro 3. Índice de repelencia de extractos etanólicos, acetónicos y acuosos de *Pluchea sericea* sobre adultos de *Bemisia tabaci* después de 24 y 48 h de exposición.**

Extract/Extracto	24 h		48 h	
	Repellency index ^z / Índice de repelencia ^z	Effect/Efecto	Repellency index ^z / Índice de repelencia ^z	Effect/Efecto
Leaf-ethanol/Hoja-etanol	0.66	Repellent/Repelente	0.85	Repellent/Repelente
Leaf-acetone/Hoja-acetona	0.78	Repellent/Repelente	0.70	Repellent/Repelente
Leaf-water/Hoja-acuoso	0.52	Repellent/Repelente	0.57	Repellent/Repelente
Stem-ethanol/Tallo-etanol	0.68	Repellent/Repelente	0.64	Repellent/Repelente
Stem-acetone/Tallo-acetona	0.64	Repellent/Repelente	0.68	Repellent/Repelente
Stem-water/Tallo-acuoso	0.54	Repellent/Repelente	0.68	Repellent/Repelente

^zRepellency index (RI); RI = 1 the effect is neutral, RI < 1 the effect is repellent and RI > 1 the effect is attractant.

^zÍndice de repelencia (IR); IR = 1 el efecto es neutro, IR < 1 el efecto es repelente e IR > 1 el efecto es atrayente.

presented repellent activity against adult whiteflies in studies by Ateyyat et al. (2009).

The repellent activity of botanical insecticides can be attributed to a complex mixture of bioactive compounds (Akhtar & Isman, 2012). Previous studies on aerial parts of cachanilla revealed the presence of flavonoids, triterpenes and sesquiterpenes (Romo et al., 1982), compounds that may be related to the activity of the different cachanilla extracts on *B. tabaci*.

Whitefly control depends on the use of synthetic insecticides, but due to the levels of resistance that have been developed by this pest, new control methods,

En el Cuadro 3 se presenta el IR a 24 h para cada uno de los extractos de cachanilla evaluados sobre adultos de mosquita blanca. Se puede ver que los valores de IR en todos fueron menores a unidad, de acuerdo al criterio establecido presentaron efecto repelente, independientemente del tipo de órgano que dio origen al extracto y al tipo de disolvente. El mismo efecto presentaron después de 48 h de exposición (Cuadro 3). Todos los extractos de *P. sericea* mostraron efecto repelente sobre adultos de mosquita blanca, resultado similar encontraron Al-mazra'awi y Ateyyat (2009) quienes reportan repelencia para extractos acuosos de *Urtica pilulifera* y *Thymus capitatus* sobre *B. tabaci*. Del mismo modo *Pimpinella anisum*, *Galium longifolium*, *Retama reatam* y *Ballota ondulata* presentaron actividad

including bio-insecticides, biological control and insecticides of botanical origin, have been sought. Insecticides of botanical origin are more accepted than chemical insecticides, because they are less harmful to humans and other non-target organisms. There are reports of various plant extracts that have the potential for controlling whitefly (Al-mazra'awi & Ateyyat, 2009; Bezerra, Alves, Vendramim, & Dos Santos, 2012; Cruz et al., 2013), but there are no reports of the insecticidal and repellent effect of plant extracts based on *P. sericea*; the results of this study represent the first evidence of the potential of *P. sericea* to control *B. tabaci*. However, there have been several studies with other species of *Pluchea* on various organisms, where different biological, anticancer, immunosuppressive, antimicrobial, cytotoxic, anti-inflammatory, and antioxidant properties, among others, are reported (Hussain et al., 2013). In another study, Grace (2002) reports larvicidal effect of essential oil of *Pluchea dioscoridis* on *Culex pipiens*. Likewise, Fahmy, Al-Sawaf, Turki, & Ali (2012) report allelopathic effect of aqueous extracts of *P. dioscoridis* on *Corchorus olitorius*, *Lepidium sativum* and *Cynodon dactylon*.

Considering the toxic and repellent effects of *P. sericea* against *B. tabaci*, it is possible that the extracts of this plant can be used in integrated pest management control systems. However, water-based extracts may have greater potential because they are harmless to plants and non-target organisms. In addition, the cachanilla is widely distributed in the Mexicali Valley and extraction methods are simple, so that the extracts would be easy to prepare and with relative ease could be used in farming systems.

Conclusions

Based on the results obtained in this study, water-based extracts of *P. sericea* have great potential for managing *B. tabaci*. However, further studies are needed to confirm their potential, determine their effect on the pest's nymphs and identify the bioactive compounds in *P. sericea*.

Acknowledgments

The authors thank the PROFESSIONAL TEACHING DEVELOPMENT PROGRAM for the funds granted for this research.

repelente sobre adultos de mosquita blanca en estudios realizados por Ateyyat et al. (2009).

La actividad repelente de los insecticidas botánicos puede ser atribuida a una mezcla compleja de compuestos bioactivos (Akhtar & Isman, 2012). Estudios previos en partes aéreas de cachanilla revelaron la presencia de flavonoides, triterpenos y sesquiterpenos (Romo et al., 1982), compuestos que pudieran estar relacionados en la actividad de los diferentes extractos de cachanilla sobre *B. tabaci*.

El control de la mosquita blanca depende del uso de insecticidas sintéticos, pero debido a los niveles de resistencia que ha desarrollado esta plaga, se han buscado nuevas alternativas para su control que incluyen bioinsecticidas, control biológico e insecticidas de origen botánico. Los insecticidas de origen botánico son más aceptados que los insecticidas químicos, debido a que son menos nocivos para los humanos y otros organismos no blancos. Existen reportes de diferentes extractos vegetales que tienen potencial para el control de mosquita blanca (Al-mazra'awi & Ateyyat, 2009; Bezerra, Alves, Vendramim, & Dos Santos, 2012; Cruz et al., 2013), pero no existen reportes del efecto insecticida y repelente de extractos vegetales a base de *P. sericea*, los resultados de este estudio representan la primera evidencia del potencial de *P. sericea* para controlar *B. tabaci*. Sin embargo, se han realizado diversos estudios con otras especies de *Pluchea* sobre diversos organismos, donde se reportan diferente actividad biológica, anticanceroso, inmunosupresivo, antimicrobial, citotóxico, antiinflamatorio, antioxidante, entre otros (Hussain et al., 2013). Por su parte Grace (2002) reporta efecto larvicida de aceite esencial de *Pluchea dioscoridis* sobre *Culex pipiens*. De la misma forma Fahmy, Al-Sawaf, Turki, y Ali, (2012) reportan efecto alelopático de extractos acuosos de *P. dioscoridis* sobre *Corchorus olitorius*, *Lepidium sativum* y *Cynodon dactylon*.

Considerando los efectos tóxico y repelente de *P. sericea* contra *B. tabaci*, es posible que los extractos de esta planta puedan ser usados en sistemas de manejo integrado de plagas para su control. Sin embargo, los extractos a base de agua pudieran tener un mayor potencial debido a que es solvente inocuo, para las plantas y organismo no blanco. Además la cachanilla está ampliamente distribuida en el Valle de Mexicali, y los métodos de extracción son simples, por lo que los extractos serían fáciles de preparar y con relativa facilidad podrían ser usados en sistemas de explotación agrícola.

Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación, los extractos de *P. sericea* a base de agua tienen mayor potencial para el manejo de *B. tabaci*. Sin embargo, es importante continuar realizando estudios para confirmar su

End of English version

References / Referencias

- Akhtar, Y. & Isman, M. B. (2012). Plant natural products for pest management: The magic of mixtures. In I. Ishaaya, S. Reddy-Palli, A. R. Horowitz (Eds.), *Advanced technologies for managing insect pests* (pp. 231-247). London: Springer Science.
- Al-mazra'awi, M. S. & Ateyyat, M. (2009). Insecticidal and repellent activities of medicinal plant extracts against the sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci* (Hom.: Aleyrodidae) and its parasitoid *Eretmocerus mundus* (Hym.: Aphelinidae). *Journal of Pest Science* 82, 149-154. doi: 10.1007/s10340-008-0233-x
- Ateyyat, M. A., Al-Mazra'awi M., Abu-Rjai, T., & Shatnawi, M. A. (2009). Aqueous extracts of some medicinal plants are as toxic as imidacloprid to the sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci*. *Journal of Insect Science*, 9, 15-20. doi: 10.1673/031.009.1501
- Arnason, J. T., Philogene, B. J. R., & Morand, P. (1989). *Insecticides of Plant Origin*. American Chemical Society Symposium Series. Washington DC, EUA.
- Baldin, E. L. L., Aguiar G. P., Fanela T. L. M., Soares M. C. E., Groppo M., & Crotti A. E. M. (2014). Bioactivity of *Pelargonium graveolens* essential oil and related monoterpenoids against sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci* biotype B. *Journal of Pest Science*. doi: 10.1007/s10340-014-0580-8
- Bezerra, S. G., Alves, S. M., Vendramim, J. D., & Dos Santos, D. C. (2012). Insecticidal and behavioral effects of secondary metabolites from meliaceae on *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Florida Entomologist*, 95(3), 743-751. doi: 10.1653/024.095.0325
- Champagne, D. E., Koul, O., Isman, M. B. Scudder, G. E., & Towers, G. H. N. (1992). Biological activity of limonoids from the rutales. *Phytochemistry*, 31, 377-394. doi: 10.1016/0031-9422(92)90003-9
- Cruz, E. A., Gamboa, A. M., Borges, A. R., & Ruiz, S. E. (2013). Insecticidal effects of plant extracts on immature whitefly *Bemisia tabaci* Genn. (Hemiptera: Aleyroideae). *Electronic Journal of Biotechnology*, 16(1), 1-6. doi: 10.2225/vol16-issue1-fulltext-6
- Dent, D. (2000). *Insect Pest Management*. Wallingford, United Kingdom: CABI Publishing.
- Fahmy, G. M., Al-Sawaf, N. A., Turki, H., & Ali, H. I. (2012). Allelopathic potential of *Pluchea dioscoridis* (L.) DC. *Journal of Applied Sciences Research*, 8(7), 3129-3142. Obtenido de [http://www.researchgate.net/publication/234155128_Allelopathic_Potential_of_Pluchea_dioscoridis_\(L.\)_DC](http://www.researchgate.net/publication/234155128_Allelopathic_Potential_of_Pluchea_dioscoridis_(L.)_DC)
- Finney, D. J. (1971). *Probit analysis*. Cambridge: Cambridge University Press.
- García, E. (1985). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. (3a ed.) México, DF: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Grace, M. H. (2002). Chemical composition and biological activity of volatiles of *Anthemis melampodina* and *Pluchea dioscoridis*. *Phytotherapy Research*, 16(2), 183-185. doi: 10.1002/ptr.872
- potencial, determinar su efecto sobre ninfas de la plaga e identificar los compuestos bioactivos que presenta *P. sericea*.
- ## Agradecimientos
- Los autores agradecen al PROGRAMA PARA EL DESARROLLO PROFESIONAL DOCENTE por el recurso otorgado para el desarrollo de esta investigación
- ## Fin de la versión en español
- González, R. A., Golman, G. E., Natwick, E. T., Rosenberg, H. R., Grieshop, Sutter S. R., ... Davila-García S. (1992). Whitefly invasion in Imperial Valley costs growers, workers millions in losses. *California Agriculture*, 46(5), 7-8. doi: 10.3733/ca.v046n05p7
- Hendrix, D.L., Steele, T. L., & Perkins, H. H. (1996). *Bemisia* honeydew and sticky cotton. In: Gerling, D., & Mayer, R. T. (Eds.), *Bemisia 1995: Taxonomy, Biology, Damage, Control and Management* (pp. 189-199). Andover, UK: Intercept.
- Hodges, G. S. & Evans, G. A. (2005). An identification guide to the whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of the southeastern United States. *Florida Entomologist*, 88(4), 518-534. doi: 10.1653/0015-4040(2005)88[518:AIGTTW]2.0.CO;2
- Hussain, H., Al-Harrasi, A., Abbas, G., Rehman, N. U., Mabood, F., Ahmed, I., ... Ali, I. (2013). The genus *Pluchea*: Phytochemistry, traditional uses, and biological activities. *Chemistry & Biodiversity*, 10, 1944-1971. doi: 10.1002/cbdv.201200140
- Isman, M. B. (2006). Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*, 51, 45-66. doi: 10.1146/annurev.ento.51.110104.151146
- Lin, H., Kogan, M., & Fischer, D. (1990). Induced resistance in soybean to the Mexican bean beetle (Coleoptera: Coccinellidae): comparison of inducing factors. *Environmental Entomology*, 19(6), 1852-1857. doi: 10.1093/ee/19.6.1852
- Oliveira, M. R. V., Henneberry, T. J., & Anderson, P. (2001). History, current status, and collaborative research projects for *Bemisia tabaci*. *Crop Protection*, 20, 709-723. doi: 10.1016/S0261-2194(01)00108-9
- Perring, T. M. (2001). The *Bemisia tabaci* species complex. *Crop Protection*, 20, 725-737. doi: 10.1016/S0261-2194(01)00109-0
- Robertson, J., Russell, R., Preisler, H., & Savin, N. E. (2007). *Bioassays with Arthropods*. Boca Raton, Florida, EUA: CRC Press.
- Romo, V. A., Reyes, B., Delgado, G., & Schlemper, E. O. (1982). Constituents of *Pluchea sericea*: structure and stereochemistry of (11S)-11, 13-dihidroteressáric acid. *Chemistry Letters*, 7, 957-960. doi: 10.1246/cl.1982.957
- SAS Institute 2001. *SAS/STAT User's Guide*. SAS Institute Inc., Cary, NC.

- Sepúlveda, J. G., Porta, D. H., & Rocha, S. M. (2003). La participación de los metabolitos secundarios en la defensa de las plantas. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 21(3), 355-363. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/612/61221317.pdf>
- Villaseñor, J. L. & Villareal, J. A. (2006). El género *Pluchea* (Familia: Asteraceae, Tribu: Plucheeae) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 77(1), 59-65. Obtenido de <http://www.journals.unam.mx/index.php/bio/article/view/5265>
- Wink, M., Schmeller, T., & Latz-Bruning, B. (1998). Modes of action of allelochemical alkaloids: interaction with neuroreceptors, DNA and other molecular targets. *Journal of Chemical Ecology*, 24(11), 1881-1937. doi: 10.1023/A:1022315802264
- Xu, J. X., Shelton A. M., & Chen, X. N. (2001). Variation in susceptibility of *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae) to permethrin. *Journal of Economic Entomology*, 94(2), 541-546. doi: 10.1603/0022-0493-94.2.541