

## EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE ACEITES ESENCIALES PARA EL CONTROL DE MOSCA BLANCA EN TOMATE

Umpiérrez, M.L.<sup>1</sup>; Amorós, M.E.<sup>1</sup>; Fernández, A.<sup>2</sup>; Walasek, W.<sup>2</sup>; Paullier, J.<sup>2</sup>; Rossini, C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Ecología Química, Facultad de Química, UdelaR, Montevideo-Uruguay.

<sup>2</sup> INIA Las Brujas, Canelones-Uruguay.

Mail de correspondencia: [mlumpierr@fq.edu.uy](mailto:mlumpierr@fq.edu.uy)

**Palabras clave:** plaguicida botánico, repente, actividad insecticida, fitotoxicidad

### Introducción

Los aceites esenciales (AE) son mezclas complejas de compuestos volátiles extraídos de las plantas; se utilizan desde la antigüedad y en las últimas décadas han sido objeto de muchos estudios ya que se consideran una alternativa posible al uso de los agroquímicos convencionales. Por su origen natural poseen una baja persistencia en el ambiente que los hace menos tóxicos para los organismos benéficos y enemigos naturales (Isman *et al.*, 2006).

Existen reportes de actividad anti-insecto<sup>1</sup> y anti-fúngica de AE provenientes de diversas familias botánicas, entre ellas la familia Asteraceae resulta interesante. De esta familia se eligieron dos especies para comenzar con esta línea de investigación: *Artemisia absinthium* y *Eupatorium buniifolium*.

*A. absinthium* (Figura 1a), cuyo nombre común es ajenjo, es una especie cosmopolita introducida en nuestro país que ha sido ampliamente estudiada. Se ha reportado su actividad anti-insecto: actividad anti-alimentaria (frente a lepidópteros y hemípteros) y actividad insecticida (frente a plagas de silos) (Martin *et al.*, 2011; Derwich *et al.*, 2009); y también hay reportes sobre la actividad anti-fúngica de AE pertenecientes a este género frente a diferentes hongos (Kordali *et al.*, 2005a; 2005b). *E. buniifolium* (Figura 1b), comúnmente conocida como chirca, es una planta nativa que se considera maleza y a diferencia del ajenjo no tiene valor comercial. Se han descrito algunas actividades anti-insecto para esta especie como inhibición de asentamiento de áfidos, repelencia de mosquitos y actividad acaricida (Umpiérrez *et al.*, 2013; Sosa *et al.*, 2012; Gleiser *et al.*, 2010).



Figura 1: (a) *A. absinthium*, ajenjo. (b) *E. buniifolium*, chirca

La composición química del AE de ajenjo ha sido muy estudiada, constatándose la existencia de varios quimiotipos (variación de los metabolitos secundarios dentro de la misma especie botánica independientemente de las condiciones de crecimiento) distintos de ajenjo con

---

<sup>1</sup> El término anti-insecto incluye actividades de repelencia, deterrenia de ingesta y mortalidad de los insectos.

diferente actividad biológica. Estos quimiotipos incluyen los tipos puros ricos en (Z)-epoxi-ocimeno, acetato de sabinilo y  $\beta$ -tujona; y los mixtos que contienen mezclas de estos terpenos y también (Z)-epoxi-ocimeno y acetato de crisantemilo (Figura 2) (Chialva *et al.*, 1983). Para el caso del AE con el que se trabajó los monoterpenos oxigenados fueron los mayoritarios siendo el componente principal la  $\beta$ -tujona ( $56 \pm 2\%$ ) (Umpiérrez *et al.*, 2012) por lo que pertenecería al quimiotipo tujona.

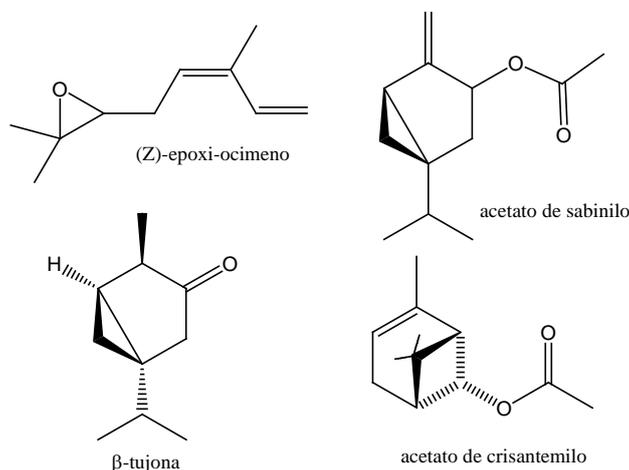


Figura 2: Estructuras de los compuestos químicos que caracterizan los quimiotipos de ajeno

La composición del AE de chirca también ha sido estudiada y reportada por el LEQ (Umpiérrez *et al.*, 2013) coincidiendo con la reportada previamente por Lorenzo *et al.* (2005) para plantas de Uruguay. Los compuestos mayoritarios fueron los hidrocarburos terpénicos con el  $\alpha$ -pineno como componente principal (Figura 3). Sin embargo, esta composición resultó diferente de la reportada en Argentina (Ruffinengo *et al.*, 2005), lo que sugeriría que para esta especie también podrían existir quimiotipos. Basado en esto el LEQ está realizando un análisis exhaustivo sobre muestras de chirca colectadas en diferentes localidades del país y épocas del año.

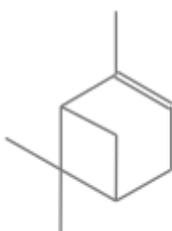


Figura 3: Estructura del  $\alpha$ -pineno, compuesto mayoritario del AE de chirca colectado para este estudio.

Además de la composición química de estos AE, se ha demostrado la actividad de los mismos frente a la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* en bioensayos de laboratorio, estudiando también su inocuidad frente a semillas de tomate y organismos benéficos como lo son las abejas (Umpiérrez *et al.* 2012; 2017). En esos ensayos se demostró que a las dosis necesarias para controlar a la mosca blanca no se afectaría la germinación de las semillas ni ocurriría mortalidad de abejas en las condiciones testadas.

Dado lo anterior es que en este trabajo se planteó como **objetivo general** el continuar con los ensayos de los AE de chirca y ajeno frente a mosca blanca en una mayor escala y estudiar su inocuidad sobre plantas de tomate en crecimiento.

### Objetivos específicos

1. Estudiar la capacidad de deterrencia de ingesta de los AE frente a adultos de mosca blanca
2. Evaluar la acción de los AE sobre estadios inmaduros y adultos de mosca blanca en plantines
3. Evaluar la actividad de los AE frente a poblaciones de mosca blanca sobre plantas de tomate en macrotúneles experimentales
4. Evaluar la inocuidad de los AE en plantas de tomate

### Metodología

#### Obtención de los AE

Las dos especies vegetales fueron colectadas a campo. En el caso de la chirca se realizaron diferentes colectas en las cercanías de la Estación Experimental Las Brujas. Para el ajeno se instaló un cuadro de plantas en la Estación (Figura 4) de manera de asegurarse de trabajar siempre con un mismo quimiotipo. Las plantas se obtuvieron por propagación vegetativa en el Laboratorio de Biotecnología de INIA (Figura 4)<sup>2</sup>, partiendo de un material vegetal perteneciente al LEQ con actividad insecticida y anti-fúngica probada.



Figura 4: Pasos de la propagación vegetativa del ajeno

La extracción de los AE se realizó a partir de material vegetal entero y oreado mediante destilación por arrastre con vapor de agua utilizando destilador de tipo alambique en las instalaciones de la Estación Experimental (Figura 5)<sup>3</sup>. Los AE obtenidos fueron secados con sulfato de magnesio anhidro y almacenados en heladera (aprox. 4°C) en frascos de vidrio color ámbar. Los AE obtenidos en las diferentes destilaciones fueron unificados en un solo lote para los estudios de actividad.

<sup>2</sup> La multiplicación estuvo a cargo de la Ing. Agr. Alicia Castillo.

<sup>3</sup> La extracción estuvo a cargo del Ing. Agr. Juan José Villamil



Figura 5: Destilador tipo alambique utilizado para obtener los AE

### Cría de mosca blanca

Se estableció una cría de mosca blanca en un invernáculo de vidrio pequeño perteneciente a la Estación. La misma fue iniciada a partir de hojas de tomate infestadas con los estadios inmaduros del insecto, que fueron colectadas en cultivos de tomate protegidos localizados en las cercanías de la Estación. Las hojas fueron colocadas sobre plantas de tomate sanas y se fueron agregando más plantas a medida que era necesario<sup>4</sup>.

### Ensayo anti-alimentario

Se comenzó el estudio de la adaptación de la metodología propuesta por Boina *et al.* (2009) para la evaluación de la capacidad anti-alimentaria de los AE de chirca y ajeno frente a mosca blanca en hojas de tomate. Este trabajo se reportó para el psílido asiático de los cítricos, *Diaphorina citri*, perteneciente al mismo orden que *T. vaporariorum* (Hemiptera). Estos autores proponen una técnica de evaluación indirecta, donde se contabilizan los deshechos generados por la alimentación.

Se pulverizaron hojas de tomate (con pulverizador manual, 2 disparos por hoja) con 250  $\mu$ L del producto a testar. Las hojas se cortaron en discos que se colocaron con su cara adaxial en contacto con agar al 2%, sobre la base de placas de Petri. En la tapa de cada placa se colocó un disco de papel de filtro cubriendo la totalidad del área (Figura 6a).

Se evaluaron los AE de ajeno y chirca en agua-tween en una curva de dosis: 0.1, 1 y 5 y 30 mg/mL. Se liberaron 10 adultos de mosca por placa, los que se recolectaron de la cría en un pequeño tubo de vidrio que se enfrió por 1 minuto en freezer a  $-4^{\circ}\text{C}$  inmediatamente antes de la liberación. Las placas se mantuvieron invertidas (Figura 6b) por 24 h a  $24^{\circ}\text{C}$  y un fotoperíodo de 16:8 (L:O). Las gotas de mielecilla excretadas luego del periodo de duración del ensayo se contabilizaron previa tinción con ninhidrina (Sigma-Aldrich) por inmersión de los papeles de filtro en una solución al 1% (m/v en acetona) (Figura 6c).

---

<sup>4</sup> El mantenimiento de la cría estuvo a cargo de Alfredo Fernández.



Figura 6. Ensayo de actividad anti-alimentaria de los AE frente a adultos de mosca blanca. (a) Discos de hojas de tomate colocados con su cara adaxial sobre la base de una placa de Petri con agar y discos de papel de filtro en la tapa de la placa. (b) Placas con adultos de mosca blanca que se incuban invertidas. (c) Papeles de filtro con los desechos de la alimentación que se ven como gotas teñidas con ninhidrina

#### Ensayo de acción de los AE sobre estadios inmaduros de mosca blanca en plantines de tomate

Para estos ensayos se adaptó la metodología propuesta por Von Elling *et al.* (2002). Se seleccionaron plantines de tomate en macetas de entre 3 y 5 semanas de edad, infestados con ninfas del último estadio de mosca blanca (ninfas 4 de aquí en más, denominadas pupas en algunos trabajos) (al menos 500 ninfas 4 por tratamiento). Se pulverizaron los plantines con los tratamientos: agua-tween (2%) (testigo), AE de ajeno (3% emulsionado en agua-tween) y AE de chirca (3% emulsionado en agua-tween). Las pulverizaciones se realizaron con asperjadores manuales (PULMIC RAPTOR 1, 1L), girando la planta 4 veces y realizando 3 disparos en cada una de las 4 posiciones, para producir finas gotas que cubrieran el follaje (10 mL por planta). Los plantines se mantuvieron en laboratorio a  $22 \pm 5^\circ\text{C}$ . Se evaluaron 6 hojas de cada plantín contabilizando ninfas 4 emergidas y no emergidas cada 48 h, hasta llegar a un porcentaje de emergencia mayor al 80% en el testigo.

Se realizaron 9 repeticiones por tratamiento en 3 fechas de ensayos (cada plantín se consideró una repetición y cada fecha un bloque). Se analizó el porcentaje de emergencia de ninfas 4 al finalizar el ensayo. Para esto se sumaron la totalidad de ninfas 4 emergidas y no emergidas en las 6 hojas de cada plantín. La proporción de ninfas 4 emergidas se analizó mediante un Modelo Lineal Generalizado (GLM) (distribución binomial, función de enlace logit) y las medias se separaron por un test de Tukey Kramer  $p < 0.05$ . Se utilizó el paquete estadístico R.

#### Ensayo de actividad insecticida de los AE sobre adultos de mosca blanca en plantines de tomate

Se seleccionaron plantines de tomate (en macetas) de entre 3 y 5 semanas de edad, sin infestación. Se pulverizaron los plantines con los mismos tratamientos que se aplicaron a los estadios inmaduros. Una vez seco el vehículo se colocaron las plantas dentro de recipientes plásticos transparentes (20 x 20 x 25 cm) cubiertos con voile (un plantín por recipiente). Se liberaron en cada recipiente 30 adultos de mosca blanca provenientes de la cría. Los recipientes se mantuvieron en laboratorio a  $22 \pm 5^\circ\text{C}$ . A las 48 h de la aplicación se contó el total de adultos vivos y muertos sobre cada plantín.

Se realizaron 9 repeticiones por tratamiento en 3 fechas de ensayo (cada recipiente se consideró una repetición y cada fecha un bloque). La proporción de adultos muertos se analizó

mediante un GLM (distribución binomial, función de enlace logit) y las medias se separaron por un test de Tukey Kramer  $p < 0.05$  utilizando el paquete estadístico R.

#### Ensayo de actividad insecticida en invernáculo

Para este ensayo se utilizó un invernáculo de nylon que fue dividido en 4 secciones. En cada sección se colocaron 18 plantas de tomate en macetas, separadas en 3 filas (Figura 7). Se realizaron liberaciones semanales de moscas blancas provenientes de la cría hasta lograr infestar las plantas.



Figura 7: Aplicación de los tratamientos en el invernáculo dividido por nylon en diferentes secciones

A cada sección se le adjudicó un tratamiento y se realizaron 4 aplicaciones durante el período de ensayo. La primera aplicación se realizó con mochila manual y las otras 3 con turbo, teniendo un gasto promedio de 815 mL/sección en cada aplicación. Los tratamientos fueron en las 3 primeras aplicaciones: agua-tween (2%) (testigo), AE de ajeno (3% en agua-tween), AE de chirca (3% en agua-tween) y el control químico (acetamiprid, Acelan<sup>®</sup>, 0.075% en agua). En la última aplicación los AE se prepararon al 4%. Se registró diariamente la temperatura y humedad en cada sección.

Se evaluó la población de estadios inmaduros y adultos a las 48 h de aplicados los tratamientos y luego semanalmente examinando una hoja de cada nivel de inspección (zona superior, medio e inferior) para todas las plantas. El grado de infestación de las plantas con mosca blanca fue evaluado a través de tres variables (Paullier & Folch, 2012):

- Nº adultos: número de adultos de mosca blanca sobre las hojas
- % Incidencia: porcentaje de folíolos con presencia de ninfas de mosca blanca
- Severidad: grado de cobertura del envés del folíolo con ninfas de mosca blanca. La severidad se midió utilizando una escala de 1 a 4, indicando 1 ausencia de ninfas en la superficie, 2 menos de la cuarta parte del folíolo cubierto, 3 entre  $\frac{1}{4}$  y  $\frac{3}{4}$  de la superficie del folíolo cubierto y 4 más de tres cuartas partes del folíolo con ninfas.

#### Evaluación de la efectividad de los AE frente a mosca blanca en macrotúneles experimentales

La evaluación de la actividad insecticida de los AE contra la mosca blanca en macrotúneles experimentales comprendió las siguientes etapas:

a) En la Estación se armaron macrotúneles experimentales de 35 m<sup>2</sup>, con dos canteros de 20 plantas de tomate variedad Ceta de 20 cm de altura cada uno (Figura 8).



Figura 8: Macrotúneles experimentales donde se aplicaron los tratamientos

b) Infestación controlada con mosca blanca de las plantas de tomate de los macrotúneles. La infestación se realizó colocando 2 plantas con moscas provenientes de la cría por macrotúnel. Una vez que la población de moscas se estableció en el cultivo (se observaron ninfas de la siguiente generación) se evaluó la incidencia inicial antes de aplicar los tratamientos.

c) Tratamientos:

- Testigo: agua-Tween (2%)
- AE de chirca en agua-Tween
- AE de ajeno en agua-Tween
- Control positivo: insecticida (Acetamiprid aplicado según etiqueta)

La aplicación de los tratamientos se realizó con máquina mochila a motor asperjando a punto de goteo. Cada tratamiento se aplicó a un macrotúnel. El ensayo se realizó en 3 temporadas de otoño: 2014, 2015 y 2016. En 2014, los AE se aplicaron a una concentración de 1.5% en la primera aplicación incrementando a 3% en las dos aplicaciones siguientes. En 2015 se realizó una única aplicación de los tratamientos: un macrotúnel fue tratado con el testigo y uno con el control químico, a dos macrotúneles se les aplicaron los AE al 3% y a los otros dos se les aplicaron los AE al 4.5%. En 2016 también se realizó una única aplicación a cada macrotúnel. Los AE se aplicaron al 3% y al 4%.

d) Evaluaciones del ensayo: se realizaron inspecciones visuales de las plantas (N=10 para cada macrotúnel) a las 48 h de aplicados los tratamientos y luego una vez por semana. Las observaciones se realizaron a 3 niveles: zona superior, medio e inferior. La efectividad de los AE en el control de mosca blanca se evaluó a través de las tres variables descriptas previamente: Nº adultos, % Incidencia y Severidad.

Los datos fueron analizados a través de Modelo Lineal General utilizando el paquete estadístico Minitab 17.0.

#### Evaluación de la inocuidad de los AE sobre plantas de tomate

Conjuntamente con la evaluación de la efectividad de los AE para el control de mosca blanca, tanto en plantines como en invernáculo y macrotúneles se evaluó la posible existencia de toxicidad de los AE sobre las plantas de tomate. La fitotoxicidad de cada uno de los AE emulsionados en agua-Tween 20 se comparó contra el testigo, a través del registro del grado de necrosis de las hojas (al aplicar los tratamientos y durante todo el ensayo) y el rendimiento

de la cosecha que fue evaluado para el ensayo en macrotúneles. Los resultados fueron analizados por  $\chi^2$  utilizando el paquete estadístico Minitab 17.0.

## Resultados

### Ensayo anti-alimentario

No se observaron diferencias entre gotas/adulto vivo a las 24 h para ningún tratamiento. Este resultado no permite asegurar que los tratamientos no afectan la alimentación de los adultos ya que no se logró obtener un control positivo satisfactorio, por lo que la técnica propuesta podría no ser la más adecuada para este sistema.

### Ensayo de la acción de los AE sobre estadios inmaduros de mosca blanca

Los resultados mostraron porcentajes de emergencia altos para todos los tratamientos, superiores al 80% (Gráfico 1). Sin embargo, se observa que la emergencia de adultos en los plantines tratados con el AE de chirca fue significativamente menor ( $p < 0.05$ , Gráfico 1).

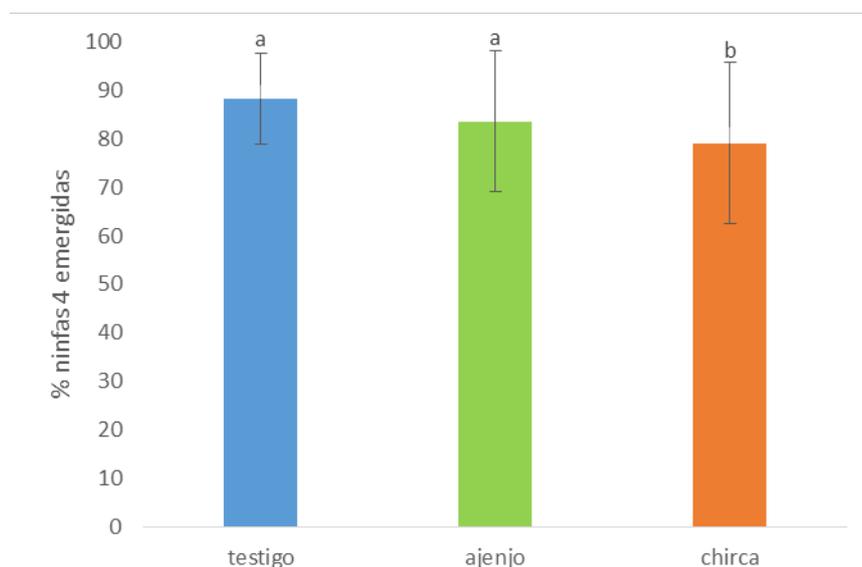


Gráfico 1: Acción de los AE sobre la emergencia de las ninfas 4 de mosca blanca en plantines. Los resultados se expresan como la media del porcentaje de ninfas 4 emergidas al finalizar el experimento  $\pm$  desviación estándar. Letras distintas indican diferencias significativas (GLM, Tukey  $p < 0.05$ ).

Estos resultados indicarían que, si bien los AE no tendrían un efecto drástico sobre las ninfas 4 de mosca blanca, el AE de chirca al 3% podría llegar a contribuir con la disminución de poblaciones al reducir la emergencia de adultos.

### Ensayo de actividad insecticida de los AE sobre adultos de mosca blanca en plantines

Los resultados mostraron un porcentaje significativamente mayor de adultos muertos en los plantines tratados que en el testigo (Gráfico 2) y no se observaron diferencias significativas entre los dos AE (GLM, Tukey  $p < 0.05$ ). Los promedios de los porcentajes de mortalidad no superaron el 50 % para ninguno de los dos aceites.

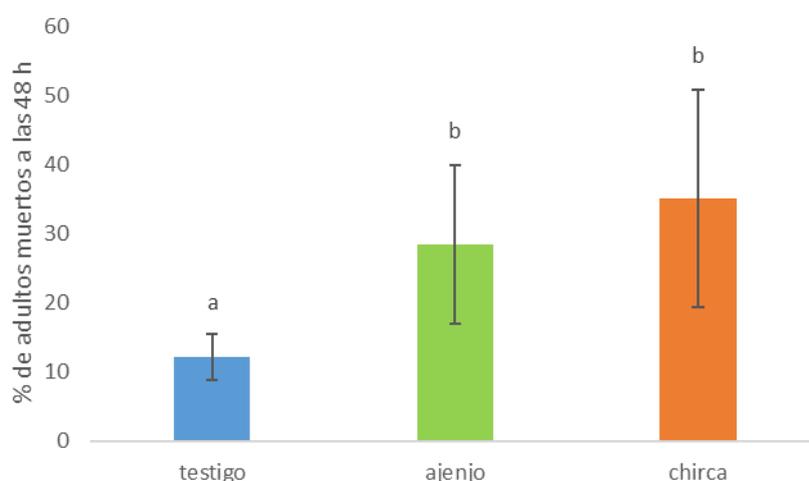


Grafico 2. Actividad insecticida de los AE sobre adultos de mosca blanca en plantines. Los resultados se expresan como la media del porcentaje de adultos muertos a las 48 h post-aplicación  $\pm$  desviación estándar. Letras distintas indican diferencias significativas (GLM, Tukey  $p < 0.05$ ).

#### Evaluación de la inocuidad de los AE sobre plantas de tomate

Los efectos fitotóxicos de los AE se evaluaron a través del registro de la necrosis de las hojas y el rendimiento de la cosecha que se registró únicamente para la temporada 1 en macrotúneles.

Tanto en los ensayos sobre plantines como en la primera aplicación de los AE en invernáculo se observó quemado y posterior necrosis de las hojas de tomate (Figura 9). Esto podría deberse a dos factores: uno es que las plantas presentaban mayoritariamente brotes y hojas jóvenes que serían más susceptibles a los tratamientos. El otro factor que podría explicar lo observado es que estos tratamientos fueron aplicados con asperjadores o mochilas manuales donde el tamaño de gota es grande y provocaría la acumulación de los productos en las hojas causando los efectos fitotóxicos.



Figura 9: Quemado de tejido joven por acumulación de AE y tamaño de gota grande

Durante las siguientes aplicaciones en invernáculo, así como en las temporadas 1, 2 y 3 en macrotúneles, cuando los AE se aplicaron al 3% sobre tejido maduro y con mochila turbo no se observó necrosis en ningún caso. Tampoco cuando la dosis fue aumentada al 4%. Sin embargo,

en los casos de aplicación al 4.5% sí se observó necrosis de hojas maduras sobre las zonas de acumulación del producto.

Para la temporada 1 de macrotúneles, experimento que fue continuado hasta la cosecha de tomate, se registró el peso y número de frutos cosechados (Tabla 1) como parámetros representativos del rendimiento de la cosecha.

Tabla 1: Rendimiento de la cosecha de las plantas de tomate al final del ensayo para cada tratamiento. Se expresa como el peso total de los frutos en Kg y el número de frutos cosechados.

Tratamiento	Temporada 1 macrotúneles	
	Peso (Kg)	Nº frutos
Chirca	11.6	81
Ajenjo	8.9	56
Testigo	11.6	79
Control químico	13.5	84

El análisis de contingencia para los tratamientos aplicados no mostró diferencias significativas ni en el peso ( $\chi^2 = 0.56$ ,  $P = 0.91$ ) ni en el número de frutos ( $\chi^2 = 3.6$ ,  $P = 0.31$ ). Como no se observó necrosis ni efectos en el rendimiento, se podría concluir que los AE aplicados en estas condiciones no poseen efectos fitotóxicos. Además, se observó, sin realizar un registro cuantitativo, que aquellas plantas que fueron tratadas con los AE presentaron una menor incidencia de enfermedades fúngicas que las plantas testigo.

#### Efectividad de los AE frente a mosca blanca en invernáculo y macrotúneles experimentales

- Incidencia de ninfas

Esta variable se comportó de forma similar para los dos tipos de ensayos y todas las temporadas. En el Gráfico 3 se representa el porcentaje de incidencia durante la temporada 1 de macrotúneles experimentales y se observa que no hubo diferencias significativas para ninguno de los tratamientos (ANOVA, GLM,  $P = 0.106$ ) (Gráfico 3). O sea que para esta variable los AE se comportaron de igual manera que el insecticida utilizado comúnmente para controlar a la mosca blanca.

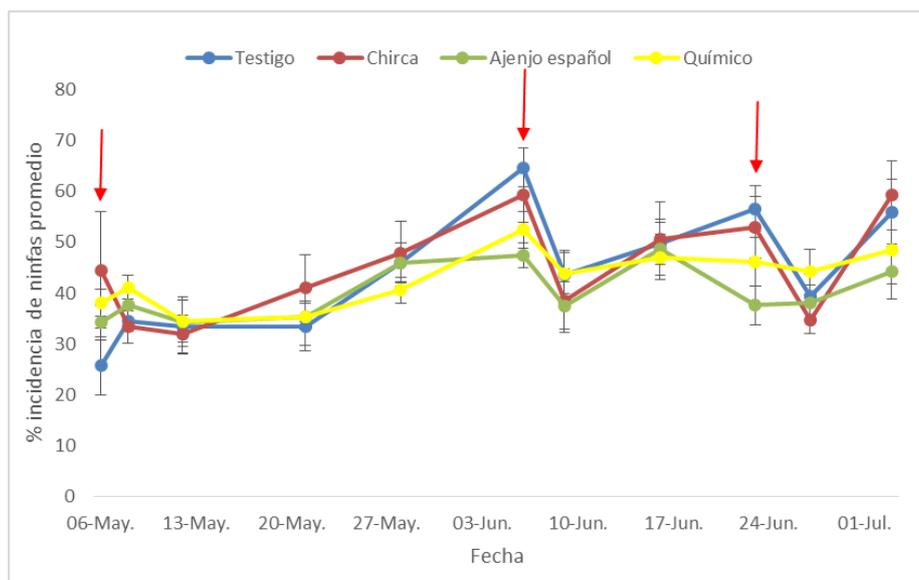


Gráfico 3: Promedio del porcentaje de Incidencia de ninfas durante todo el ensayo para cada tratamiento en la temporada 1. Las flechas rojas indican los momentos de las aplicaciones de los tratamientos.

- Severidad

En cuanto a la severidad (grado de cobertura del folíolo con ninfas) tampoco se observaron diferencias entre los tratamientos para ningún ensayo. En el Gráfico 4 se observa la representación de este parámetro para la temporada 1 (ANOVA, GLM, P=0.446).

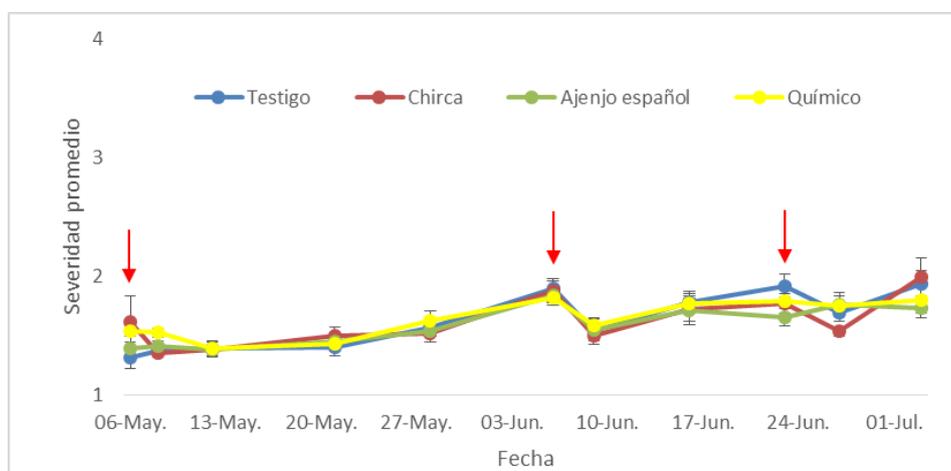


Gráfico 4: Severidad promedio para todos los tratamientos durante la duración del ensayo. Las flechas rojas indican los momentos de aplicación de los tratamientos.

- Número de adultos

Para la temporada 1 en macrotúneles se observan diferencias significativas globales entre los tratamientos para el número total (vivos + muertos) de adultos de mosca blanca (Gráfico 5, ANOVA, GLM, P=0.003). Las poblaciones de todos los macrotúneles variaron con el tiempo (P < 0.005), observándose una tendencia a la disminución de la población durante todo el ensayo para los tratamientos comparados con el control. Esta disminución fue significativa para los

tratamientos con el AE de chirca y para el control químico, siendo el efecto de estos tratamientos igual entre sí.

Como se observa en el Gráfico 5, luego de los momentos de aplicación (marcados con una flecha) hay un descenso en la población para todos los tratamientos, o sea que la aplicación de por sí provoca una disminución en el número de moscas independientemente del producto que se aplique.

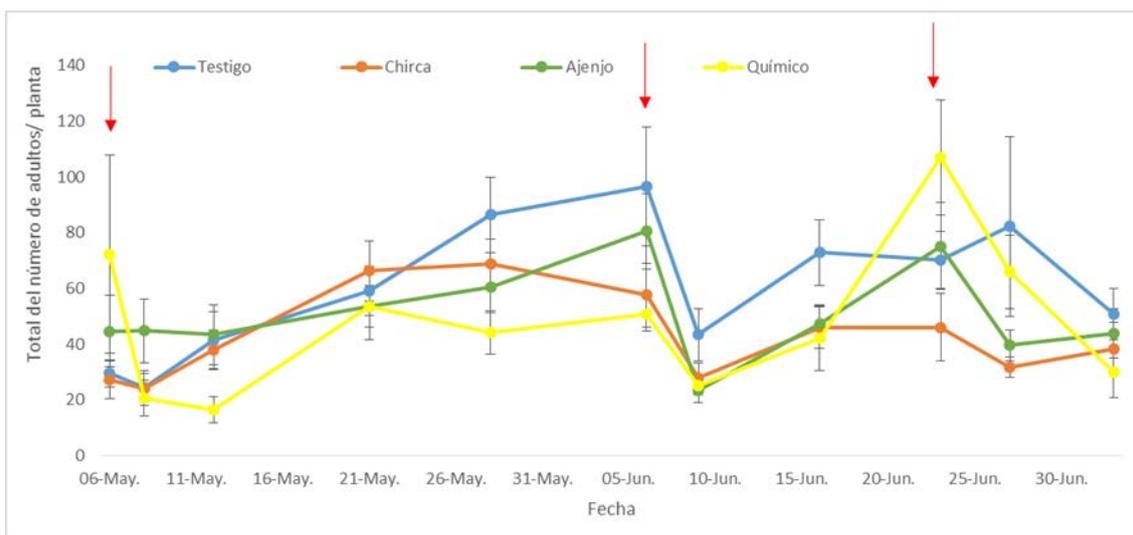


Gráfico 5: Promedio del total del número de adultos (vivos + muertos) por tratamiento durante toda la temporada 1. Las flechas indican los momentos de aplicación de los tratamientos.

Sin embargo, si se tienen en cuenta las moscas blancas que se habían asentado, se puede observar un efecto agudo después de la segunda aplicación de ambos AE ya que la proporción de moscas blancas muertas fue mayor en estas plantas que en las plantas testigo y el control químico (Gráfico 6, ANOVA, GLM,  $P < 0,005$  para el tratamiento, tiempo e interacción tratamiento x tiempo, Comparaciones por parejas de Tukey).

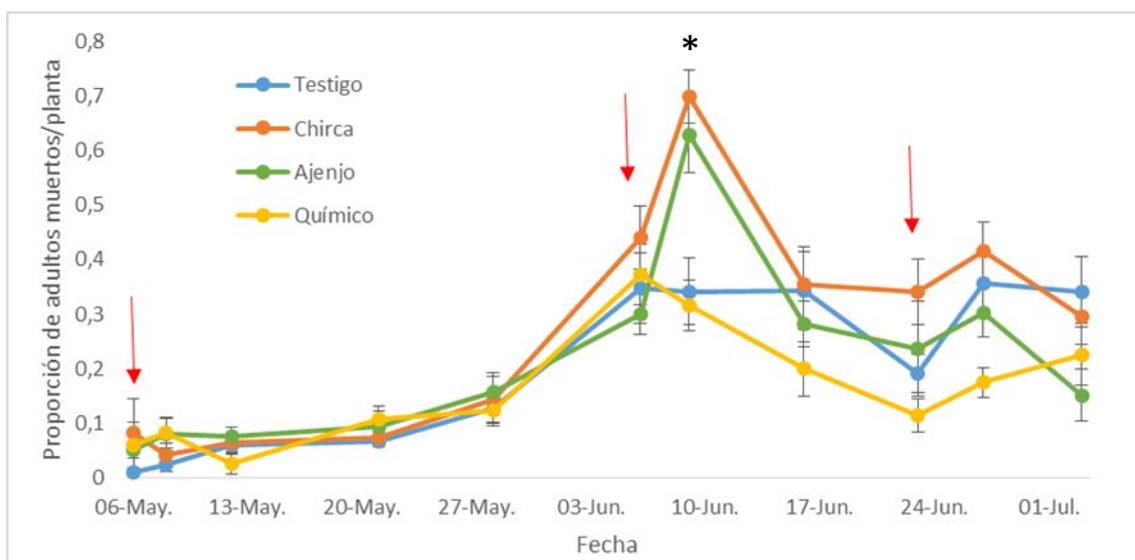


Gráfico 6: Proporción de moscas muertas promedio para cada tratamiento durante toda la temporada 1. Las flechas indican los momentos de aplicación. \* indica diferencias significativas.

Para la temporada 2, cuando observamos la proporción de adultos muertos, nuevamente encontramos diferencias significativas entre los tratamientos luego de la aplicación de los mismos y vemos que el efecto es mayor en aquellos macrotúneles donde los AE fueron aplicados al 4.5% (Gráfico 7, ANOVA, GLM,  $P= 0,001$  para los tratamientos,  $P < 0,0005$  para el tiempo,  $P= 0,081$  para la interacción tratamiento x tiempo). Globalmente, el AE de chirca aplicado al 3% tuvo el mismo efecto que el control químico.

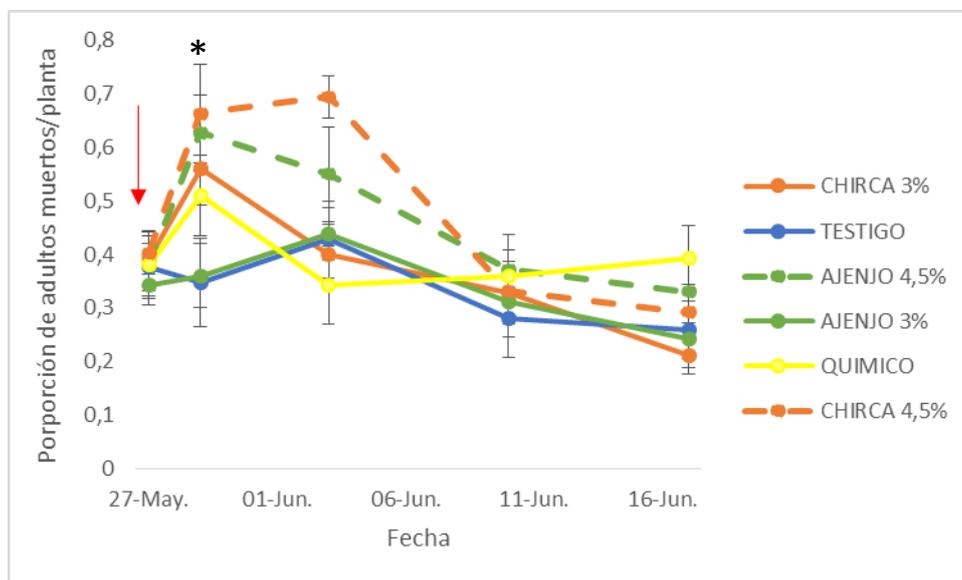


Gráfico 7: Proporción de moscas muertas promedio para cada tratamiento durante toda la temporada 2. La flecha indica el momento de aplicación de los tratamientos. \* indica diferencias significativas.

Si bien la actividad de los AE mejoró al aumentar la concentración de los mismos al 4.5%, dado que se observaron efectos fitotóxicos no sería recomendable utilizarlos a esa concentración. Por lo tanto, en la temporada 3 en macrotúneles y en el ensayo a escala más pequeña en invernáculo se volvieron a aplicar los AE al 3% y se agregaron los tratamientos con los AE al 4%.

En invernáculo los tratamientos con los AE al 3% no se diferenciaron del testigo como sí lo hizo el control químico, salvo cuando el AE de ajenjo se aplicó al 4% que se observó una proporción de adultos muertos mayor a la de los demás tratamientos (Gráfico 8, ANOVA, GLM,  $P < 0,0005$  para tratamiento, tiempo e interacción tratamiento x tiempo).

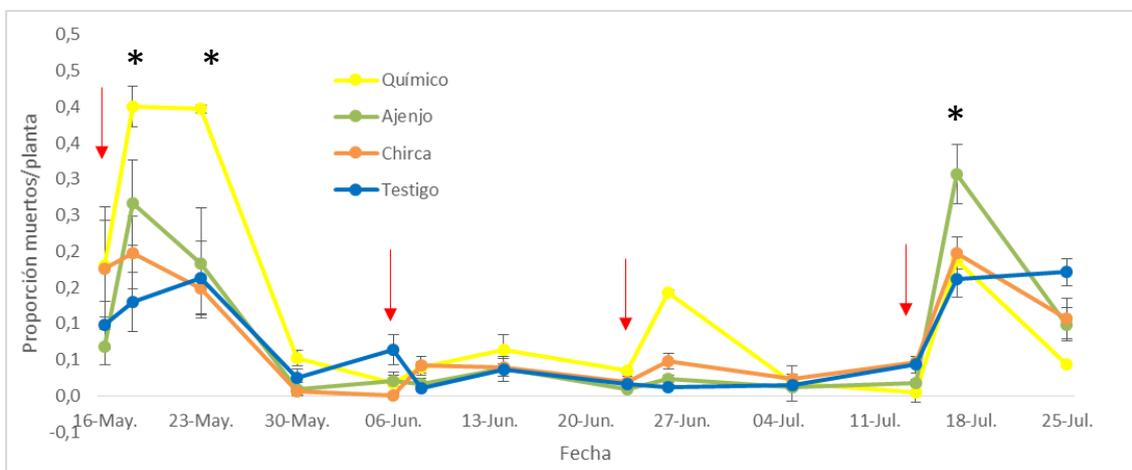


Gráfico 7: Proporción de moscas muertas promedio para cada tratamiento durante toda la temporada del ensayo realizado en invernáculo. Las flechas indican los momentos de aplicación de los tratamientos. \* indica diferencias significativas.

En la temporada 3, si se comparan las proporciones de muertos antes de la aplicación de los tratamientos (Gráfico 8, fecha 26 de abril) y después de la aplicación de los mismos (fecha 28 de abril) se observa que hay diferencias significativas entre los tratamientos y los mismos se agrupan según se muestra en el Gráfico 8 (ANOVA, GLM,  $P=0,024$ , Comparaciones por parejas de Tukey).

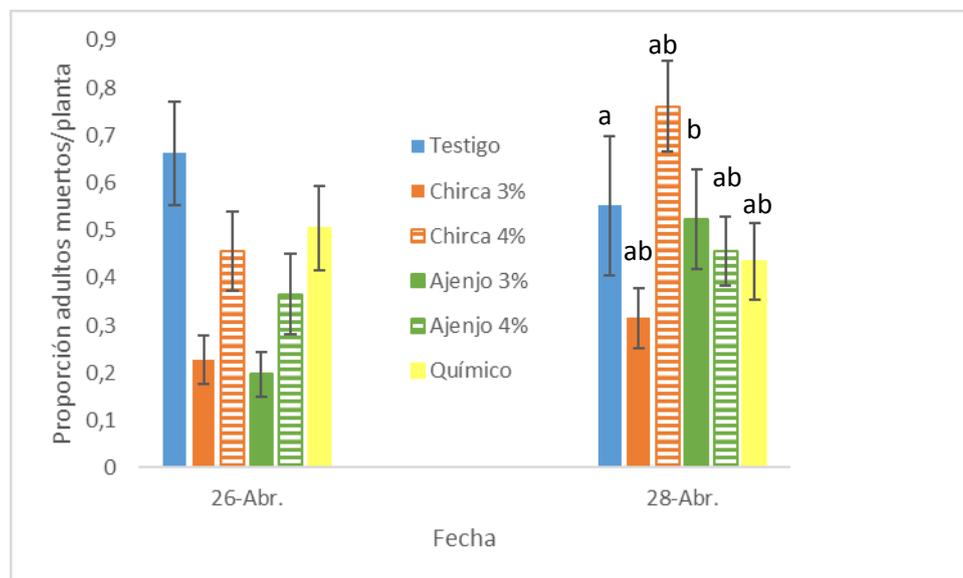


Gráfico 8: Proporción de moscas muertas promedio para cada tratamiento antes y después de la aplicación de los mismos. Letras distintas indican diferencias significativas entre los tratamientos.

## Conclusiones

- No se logró estandarizar un ensayo para evaluar el efecto anti-alimentario de los AE frente a mosca blanca. Se propone como trabajo a futuro la evaluación de aceites minerales como posibles controles positivos y en caso de observar actividad con los mismos, ajustar las dosis de AE a testar.
- En el ensayo con plantines de tomate los AE de chirca y ajeno aplicados al 3% parecerían no afectar la emergencia de las ninfas 4. Sin embargo, en estas mismas condiciones se observa una mortalidad de adultos para ambos AE significativamente mayor que la del testigo.
- Cuando los AE son aplicados por asperjado, el tamaño de la gota resulta crítico para evitar la necrosis de las hojas de las plantas de tomate. Los brotes jóvenes resultan más susceptibles a este efecto.
- Los AE podrían aplicarse con mochila turbo en una concentración de hasta el 4% sin observar necrosidad en las plantas. Con los AE aplicados al 3% tampoco se altera el rendimiento de la cosecha.
- En cuanto a la incidencia y severidad de las ninfas de mosca blanca, todos los tratamientos, incluido el control químico que habitualmente se utiliza para controlar este insecto, se comportaron de la misma manera que el testigo, sin mostrar un efecto significativo en la reducción de estos parámetros.
- La aplicación de los AE al 3% aumentaría la proporción de adultos muertos encontrados en los macrotúneles. El efecto no parece mejorar cuando se aplican al 4% pero sí mejoraría al aplicarlos al 4.5%. Sin embargo, dado que a esa dosis se observaron signos de fitotoxicidad no sería recomendable utilizar los AE en esa dosis.
- La efectividad de control de los AE aplicados al 3% podría mejorarse si se combina con alguna otra medida de control.

## Referencias bibliográficas

- Boina DR, Onagbola EO, Salyani M, y Stelinski LL. 2009. Antifeedant and sublethal effects of imidacloprid on Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri*. *Pest Management Science*, 65: 870-877.
- Chialva, F., P. Liddle, and G. Doglia, Chemotaxonomy of wormwood (*Artemisia absinthium* L.). I. Composition of the essential oil of several chemotypes. *Eur Food Res Technol*, 1983. 176(5): p. 363-366.
- Derwich, E., Z. Benziane, and A. Bourkir, Chemical composition and insecticidal activity of essential oils of three plant *Artemisia* sp: *Artemisia herba-alba*, *Artemisia absinthium* and *Artemisia pontica* (Morocco). *Electron J Environ Agric Food Chem*, 2009. 8(11): p. 1202-1211.
- Gleiser, R.M., M.A. Bonino, and J.A. Zygodlo, Repellence of essential oils of aromatic plants growing in Argentina against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) *Parasitol Res*, 2010. 108(1): p. 69-78.
- Isman, M.B., et al., Chapter 2 Pesticides based on plant essential oils: from traditional practice to commercialization, in *Advances in Phytomedicine*. 2006, Elsevier. p. 29-44.
- Kordali, S., et al., Screening of chemical composition and antifungal and antioxidant activities of the essential oils from three turkish *Artemisia* species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2005a. 53: p. 1408-1416.

- Kordali, S., et al., Determination of the chemical composition and antioxidant activity of the essential oil of *Artemisia dracunculus* and of the antifungal and antibacterial activities of turkish *Artemisia absinthium*, *A. dracunculus*, *Artemisia santonicum*, and *Artemisia spicigera* essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2005b. 53: p. 9452-9458.
- Lorenzo, D., et al., Application of Multidimensional Gas Chromatography to the Enantioselective Characterisation of the Essential Oil of *Eupatorium buniifolium* Hooker et Arnott. *Phytochemical Analysis*, 2005. 16: p. 39-44.
- Martin, L., et al., Comparative chemistry and insect antifeedant action of traditional (Clevenger and Soxhlet) and supercritical extracts (CO<sub>2</sub>) of two cultivated wormwood (*Artemisia absinthium* L.) populations. *Ind Crops Prod*, 2011. 34(3): p. 1615-1621.
- Paullier, J. and C. Folch, Primer insecticida biológico formulado en Uruguay. Nueva herramienta de control de la mosca blanca, in *Revista INIA*. 2012.
- Ruffinengo, S., et al., LD50 and repellent effects of essential oils from Argentinian wild plant species on *Varroa destructor* *J Econ Entomol*, 2005. 98(3): p. 651-655.
- Sosa, M.E., et al., Insecticidal and nematicidal essential oils from Argentinean *Eupatorium* and *Baccharis* spp. *Biochem Syst Ecol*, 2012. 43: p. 132-138.
- Umpiérrez, M.L., et al., Potential botanical pesticides from Asteraceae essential oils for tomato production: Activity against whiteflies, plants and bees. *Industrial Crops and Products*, 2017. 109: p. 686-692.
- Umpiérrez, M.L., et al., Essential oil from *Eupatorium buniifolium* leaves as potential varroacide. *Parasitol Res*, 2013.
- Umpiérrez, M.L., et al., Essential oils from Asteraceae as potential biocontrol tools for tomato pests and diseases. *Phytochemistry reviews*, 2012. 11(4): p. 339-350.
- Von Elling K, Borgemeister C, Sétamou M, y Poehling H. 2002. The effect of NeemAzal-T/S®, a commercial neem product, on different developmental stages of the common greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Hom., Aleyrodidae). *Journal of Applied Entomology*, 126: 40-45.