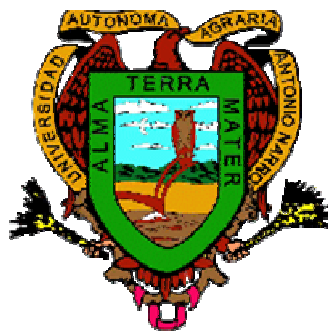


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISION DE AGRONOMIA



**EVALUACIÓN DE ATRAYENTES Y ALIMENTOS SUPLEMENTARIOS PARA LA
ATRACCIÓN Y RETENCIÓN DE DEPREDADORES AFIDÓFAGOS EN CÍTRICOS**

Por:

SERGIO GARCÍA ANDRES

TESIS

Presentada como requisito parcial para

Obtener el título de:

INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Diciembre del 2007**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISION DE AGRONOMIA

**Evaluación de atrayentes y alimentos suplementarios para la
atracción y retención de depredadores afidófagos en cítricos**

Por:

SERGIO GARCIA ANDRES

**Que se somete a consideración del jurado examinador para obtener el
título de:**

INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA

Aprobado por el comité de sinodales.

Presidente

Vocal

Dr. Víctor Manuel Reyes Salas

Dr. José Isabel López Arroyo

Vocal

Vocal

Dr. Reynaldo Alonso Velasco

M.C. Francisco Javier Valdés Oyervides

Coordinador de la División de Agronomía

Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo

**Saltillo, Coahuila. México
Diciembre de 2007.**

DEDICATORIA

Con especial cariño e infinito amor dedico este trabajo a mis padres:

Hilario García García

Pascuala Andrés Miguel

Que gracias a su apoyo y consejos, he concluido mi formación profesional.

Con todo mi amor para mi hijo Jonathan García Velásquez, que gracias a él mi vida se lleno de alegría y me motivo para seguir luchando día, con día.

Con cariño y amor para mi esposa Anai Velásquez Bartolo, por su compañía y por ser la madre de mi hijo.

A mis hermanos Marcela, Fernando, Laura, Bibiana y Hugo, por su cariño, apoyo y consejos que me brindaron en todo momento.

A mis abuelos Manuel García, Antonia Miguel, y José Andrés, por sus oraciones y grandes consejos.

A mis sobrinos (as), Ximena, Cecilia y Emmanuel, por la alegría que transmiten en la familia.

A mis cuñados (as), Araceli, Juvencio, Floriberto y José Antonio, por ser nuevos miembros en la familia.

Para mis suegros:

Silverio Velásquez García

Lucia Bartolo García

Por haberme abierto las puertas de su casa y considerarme de la familia.

A todos ustedes les agradezco infinitamente por todo lo que aportaron durante mi formación profesional, de todo corazón muchas gracias.

AGRADECIMIENTOS

Al fundador de la universidad, y a mi “Alma Terra Mater” por los conocimientos, y servicios que me brindaron durante mi carrera profesional.

Al Dr. Reynaldo Alonso Velasco, por apoyarme y brindarme información, en este presente trabajo.

Al Dr. José Isabel López arroyo, por la aportación de los datos, ya que permitió que se haya logrado esta investigación.

Se agradece al campo experimental de General Terán, Nuevo León, del INIFAP por el apoyo que me brindaron durante la presente investigación.

A todos los maestros por sus conocimientos aportados durante mis estudios, así como su tiempo requerido.

Índice del contenido

Dedicatoria.....	i
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenido.....	iv
Índice de cuadros.....	v
Introducción.....	1
Objetivos.....	2
Hipótesis.....	2
Revisión de literatura.....	3
Importancia de la citricultura a nivel nacional.....	5
Virus de la tristeza de los cítricos.....	5
Importancia del Virus de la tristeza de los cítricos (VTC).....	6
Materiales y métodos.....	8
Resultados y discusiones.....	12
Conclusiones.....	28
Literatura citada.....	29

INDICE DE CUADROS

Cuadro. 1. Abundancia de insectos benéficos en árboles de naranja Marrs asperjados con alimentos suplementarios.	13
Cuadro. 2. Abundancia de insectos benéficos en árboles de naranja Valencia asperjados con alimentos suplementarios en Chiná, Camp., Méx.....	15
Cuadro. 3. Abundancia de insectos benéficos en árboles de naranja Valencia asperjados con alimentos suplementarios en Gral. Terán, N.L., Méx.	18
Cuadro. 4. Abundancia de insectos benéficos en árboles de naranja Valencia asperjados con alimentos suplementarios en Huimanguillo, Tab., Méx..	21
Cuadro. 5. Abundancia de insectos benéficos en árboles de naranja Marrs con presencia de alimentos suplementarios y atrayentes.....	24
Fig. 1. Insectos depredadores adultos (familias Chrysopidae y Coccinellidae) atraídos a los árboles de naranja después de la aspersion de alimentos suplementarios.....	14
Fig. 2. Presencia de áfidos parasitados por himenópteros en brotes de naranja con atrayentes o alimentos suplementarios.....	22
Fig. 3. Presencia de pulgón café de los cítricos en brotes de naranja con presencia de atrayentes o alimentos suplementarios de enemigos naturales.	23

Introducción

En la invasión de la citricultura de Florida, Estados Unidos de América, por el pulgón café de los cítricos, *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) (Homoptera: Aphididae), el vector más eficiente del virus tristeza de los cítricos, fueron consideradas diferentes metodologías de control biológico para confrontar a la plaga. Estas incluyeron principalmente el uso de entomopatógenos (Poprawski *et al.*, 1999), la evaluación de depredadores con potencial para liberaciones masivas (Michaud, 2000), así como la introducción en la región de parasitoides exóticos (Michaud, 2002). Los resultados más promisorios fueron obtenidos a través del control biológico de la plaga por conservación de enemigos naturales (Michaud, 2002). En México, el desarrollo del control de la plaga con enemigos naturales introducidos o nativos podría ser auxiliado con prácticas que favorecen y mejoran la actividad en campo de los agentes de control biológico, como lo es la provisión de alimentos suplementarios o atrayentes (van Emden, y Hagen, 1976; Thompson y Hagen, 1999; Nordlund *et al.*, 2001). Diversos autores han demostrado que la aspersión de alimentos suplementarios o atrayentes incrementa poblaciones de insectos benéficos (Hagen y Tassan, 1970; Hagen *et al.*, 1971, 1976; Hagen y Bishop, 1979; McEwen *et al.*, 1994; Mensah, 1997; Molleman *et al.*, 1997; James, 2003; James y Price, 2004). El principio del uso de suplementos o atrayentes de insectos benéficos radica en que la aplicación de estos productos puede incrementar o redistribuir poblaciones de depredadores en sitios donde son requeridos (Nordlund *et al.*, 2001). En el presente estudio se evaluó el efecto de la aspersión de alimentos suplementarios y el uso de atrayentes, en la atracción y retención de poblaciones de depredadores con potencial para el control biológico de *T. citricida* en huertos de cítricos.

Objetivos

Evaluar el efecto de atrayentes y alimentos suplementarios asperjados, para atraer y retener poblaciones de insectos depredadores con potencial para el control biológico de *Toxoptera citricida* en árboles de cítricos en el noreste de México.

Obtener un conteo de las especies depredadoras colectadas durante la evaluación.

Hipótesis

El atrayente en estudio supera en eficiencia al atrayente convencional, para atraer y retener poblaciones de insectos depredadores de *T citricida*.

Revisión de literatura

El pulgón café de los cítricos es más grande que otras especies de pulgones que infestan a los cítricos. Los adultos ápteros son de color negro muy brillante y las ninfas son oscuras café-rojizo. Los adultos alados pueden ser reconocidos por sus notables segmentos negros de sus antenas (Denmark 1990).

Las poblaciones de *T. citricida* se incrementan muy rápidamente cuando las condiciones son favorables. Las ninfas completan su desarrollo en seis a ocho días bajo temperaturas de 20 °C. Un pulgón a temperatura de 25°C pueden producir una población de 4400 individuos en tres semanas en ausencia de enemigos naturales (Komasaki 1988). Su estrecho rango de hospederos y su tendencia a producir formas aladas a medida que el brote infestado madura, contribuye a su eficiencia para transmitir el VTC porque es muy probable que infeste otro árbol de cítricos más que otro hospedero (Yokomi et al. 1994, Yokomi 1995).

Para el control de esta plaga se han utilizado insecticidas químicos (Yokomi et al., 1995; Tsai et al 1996), los cuales además de su costo, son un peligro para las personas que lo aplican y para el medio ambiente, a causa de ingredientes de alto poder residual. En Florida, Estado Unidos de América, se consideraron diferentes metodologías de control biológico para confrontar a *T. citricida*; incluyendo el uso de entomopatógenos (Poprawski et al., 1999), la evaluación de depredadores con

potencial para liberaciones masivas (Michaud, 2000), y la introducción en la región de parasitoides exóticos (Michaud, 2000).

Los resultados mas promisorios fueron obtenidos a través del control biológico de la plaga por conservación de enemigos naturales (Michaud, 2000). En México el desarrollo del control de la plaga con enemigos naturales introducidos o nativos podría ser auxiliado con practicas que favorecen y mejoran la actividad en campo de los agentes de control biológico, como lo es la provisión de alimentos suplementarios o atrayentes (Van Emden y Hagen, 1976, Thompson y Hagen, 1999. Nordlund et al., 2001). Diversos autores han demostrado que la aspersion de alimentos suplementarios o atrayentes incrementa poblaciones de insectos benéficos (Hagen y Tassan, 1970; Hagen et al., 1971, 1976; Hagen y Bishop, 1979; McEwen et al ., 1994; Mensah, 1997; Molleman et al., 1997; James, 2003; James Y Price, 2004). El principio del uso de suplementos o atrayentes de insectos benéficos radica en que la aplicación de estos productos ouede incrementar o reducir poblaciones de depredadores en sitios donde son requeridos (Nordulnd et al., 2001).

Los depredadores consumen otros organismos, para completar su desarrollo y abundancia es afectada por las fuentes de alimento, copula, sitios de refugio y de hibernación, condiciones ambientales e insecticidas. Un método para atraer o conservar y aumentar la población de depredadores es un estrato agrícola ha sido el uso de sustancias atrayentes o aspersiones de alimentos suplementarios. La mayoría de alimentos suplementarios que se usan con este propósito tiene como base a la levadura de cerveza y azúcar. Generalmente, los alimentos suplementarios a base de levadura

de cerveza permiten la atracción de depredadores; y aquellos en base a azúcar facilitan la retención de los depredadores presentes en un cultivo (Mensha Y Singleton, 2002).

Debido a la reciente aparición del pulgón café de los cítricos en nuestro país, los estudios realizados han sido escasos y actualmente se desconoce un manejo efectivo del insecto. Como una alternativa para contribuir al manejo de esta plaga, se considera importante aprovechar la fauna benéfica nativa en la agricultura de cítricos, y establecer programas de control biológico por aumento y conservación de enemigos naturales, especialmente, depredadores generalistas nativos.

Importancia de la citricultura a nivel nacional.

El valor de la producción citricola asciende a 6 mil millones de pesos. La actividad genera 70 mil empleos directos, 250 mil indirectos y 27.8 millones de jornales, informe (Ausencia Mata Medina 2004-2005,) Representantes No Gubernamental del Comité Sistema Producto Cítricos.

Virus de la tristeza de los cítricos

El CTV es miembro de grupo de los closterovirus (*especie Citrus Tristeza virus*; género *Closterovirus*; familia *Clorestoviridae*) y está considerando como uno de los patógenos virosos de los cítricos de mayor importancia económica (Bar-Joseph et al, 1989, Bar- Joseph et al., 1992).

Las razas más importantes del CTV son la decadencia rápida, en patrones agrios y Ahuecamiento del tallo en descendencia susceptible (Lee et al., 1994). Durante muchos años, los investigadores han estado impedidos por la falta de una técnica de bioensayo rápido y confiable para detectar diferentes razas del CTV en infecciones sencillas o mezcladas. Esto, mas el hecho de que el virus esta limitado al floema, es extremadamente largo y flexible, limitado a hospederos perennes y esta en bajas concentraciones, ha hecho que nuestro conocimiento de este virus se haya desarrollado lentamente.

Importancia del Virus de la tristeza de los cítricos (VTC)

Se trata de un enfermedad que afecta a todos los cítricos que se encuentran injertados sobre el naranjo agrio (*C. aurantium*), así como al limos mexicano (*C. aurantifolia*). En México, se han encontrado y erradicado 4, 763 árboles positivos al VTC en 20 entidades citricotas, sin embargo, se han tratado de razas asintomaticas.

No obstante, en febrero de 2000 se detecta en la zona norte de Yucatán y quintana roo, la presencia del pulgón café *Toxoptera citricida*, que es el vector mas eficiente del virus. El avance del mismo, ha sido muy rápido, invadiendo en el 2001 a la península de Yucatán, a inicios y a finales de 2003 llega a tabasco y Veracruz, respectivamente; y como ultimo reporte se tiene presente en el estado de Chiapas y Oaxaca. De las 502, 554 hectáreas establecidas con cítricos en el territorio nacional, el 68.5% corresponden a la naranja, 20.5 % a limón mexicano, 5.2 % limón persa, el resto de mandarinas, tangerina, pomelos, etc. De los cítricos dulces (naranja, mandarina,

pomelo, lima y tangerina) cerca del 95 % se encuentran injertado sobre el naranjo agrio, patrón mas susceptible a la enfermedad, así mismo, 103, 023 hectáreas de limos mexicano, lo que hacen a la citricultura mexicana altamente vulnerable a la enfermedad (alrededor de 492, 357 Ha.), lo que podría afectar la producción de mas de 6, 504,258 toneladas, con un valor de la producción de \$7,100,000,000.00.

Materiales y Métodos

Los estudios se realizaron en huertos experimentales con árboles jóvenes de naranja var. Marrs, y árboles adultos de naranja var. Valencia en el Campo Experimental Gral. Terán, N.L. (N 25°18', O 99°35', 265 msnm), así como en huertos comerciales con árboles de naranja var. Valencia en Chiná, Camp., y en el rancho San Pedro municipio de Huimanguillo, Tab., Méx. (N 17°42.9'18'', O 93°27'6.45''). Los árboles jóvenes tenían una edad de cinco años, la de los árboles adultos fue mayor a 20 años; en ambos huertos los árboles están plantados a una distancia de 4 m entre árboles y 8 m entre líneas de árboles, con un sistema de producción de riego por gravedad. En el huerto en Chiná, Campo., la edad de los árboles fue mayor a 20 años; en el huerto en Huimanguillo, Tab., la edad de los árboles superaba los 15 años. La distancia de plantación en ambos huertos es de 8 x 8 m; el sistema de producción es de "temporal".

En todas las localidades se utilizó un diseño experimental completamente aleatorio, donde se evaluaron los tratamientos siguientes:

Campo Experimental Gral. Terán, N.L.:

Ensayos 1 y 2. Realizados en árboles jóvenes.

1. Testigo (aspersión de un litro de agua/árbol).
2. Aspersión de un litro/árbol de la mezcla consistente en 50 g de leche en polvo y 50 g de azúcar sin refinar, diluidos en un litro de agua/árbol.

3. Aspersión de un litro/árbol de la mezcla consistente en 50 g de levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*) en polvo, 50 g de azúcar sin refinar, diluidos en un litro de agua/árbol.

4. Aspersión de un litro/árbol de la mezcla consistente en 50 g de levadura de cerveza (*S. cerevisiae*) en presentación para panificación y 50 g de azúcar sin refinar, diluidos en un litro de agua/árbol.

Para el ensayo dos se redujeron la cantidad utilizada de ingredientes y solamente se diluyeron 5 g de cada uno en el litro de agua. En ambos ensayos cada tratamiento contó con 10 repeticiones.

Ensayo 3. Realizado en árboles jóvenes y adultos.

1. Testigo (aspersión de un litro de agua/árbol).

2. Aspersión de un litro/árbol de la mezcla consistente en 5 g de leche en polvo y 5 g de azúcar sin refinar, diluidos en un litro de agua/árbol.

3. 5 ml de ácido acetilsalicílico en un vial de vidrio/árbol.

4. Aspersión de 40 ml de la proteína hidrolizada Winner® diluida en 960 ml de agua/árbol.

En el ensayo con árboles jóvenes cada tratamiento contó con 12 repeticiones; en el caso de los árboles adultos las repeticiones utilizadas fueron cuatro.

Ensayo 4. Realizado en árboles jóvenes.

1. Testigo (aspersión de un litro de agua/árbol).
2. Aspersión de un litro/árbol de la mezcla consistente en 5 g de leche en polvo y 5 g de azúcar sin refinar, diluidos en un litro de agua/árbol.
3. 5 ml de ácido acetilsalicílico en un vial de vidrio/árbol.
4. 5 ml de salicilato de metilo en un vial de vidrio/árbol.
5. 1 ml ácido fosfórico en un vial de vidrio/árbol.
6. 5 ml de ácido fosfórico en un vial de vidrio/árbol.

En este ensayo cada tratamiento contó con 12 repeticiones.

En árboles adultos en Chiná, Camp.:

1. Testigo (aspersión de un litro de agua/árbol).
2. Aspersión de un litro/árbol de la mezcla consistente en 50 g de leche en polvo y 50 g de azúcar sin refinar, diluidos en un litro de agua/árbol.
3. Aspersión de un litro/árbol de la mezcla consistente en 50 g de levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*) en polvo, 50 g de azúcar sin refinar, diluidos en un litro de agua/árbol.

En este ensayo cada tratamiento contó con 10 repeticiones.

En árboles adultos en Huimanguillo, Tab.:

1. Testigo (aspersión de un litro de agua/árbol).
2. Aspersión de un litro/árbol de la mezcla consistente en 5 g de leche en polvo y 5 g de azúcar sin refinar, diluidos en un litro de agua/árbol.
3. 10 ml de ácido acetilsalicílico en un vial de vidrio de 1 cm de diámetro/árbol.

4. 10 ml de ácido acetilsalicílico en un vial de vidrio de 2 cm de diámetro, con tapón de algodón/árbol.

En este ensayo cada tratamiento contó con ocho repeticiones.

Las unidades experimentales utilizadas estuvieron constituidas por un árbol; entre cada unidad existió una distancia de separación de 8 m. El efecto de los productos diversos fue evaluado en la atracción (presencia de adultos) y retención (presencia de oviposturas, larvas y pupas) de insectos depredadores en los árboles de cítricos. Un día antes y después de la aplicación de los tratamientos se registró la presencia de insectos benéficos en 2m² de follaje de cada árbol; posteriormente, los registros se efectuaron cada semana. En los ensayos en Campeche, y Tabasco, se registraron además la incidencia de brotes infestados por la plaga, o presencia de áfidos en las hojas. Los insectos colectados fueron depositados en bolsas plásticas; la identificación y cuantificación de los especímenes fue realizada en laboratorio bajo el estereoscopio. Los datos fueron analizados según el diseño especificado y se utilizaron transformaciones para cumplir con los supuestos de normalidad e igualdad de varianza; a los promedios de tratamientos se les aplicó la prueba de Tukey.

Resultados y Discusión

En el ensayo uno (Cuadro 1), los árboles que recibieron el tratamiento basado en la aspersión en un litro de la mezcla de 50 g de leche en polvo y 50 g de azúcar sin refinar diluidos en un litro de agua, mostraron significativamente una mayor presencia de adultos ($P= 0.006$) y estados inmaduros ($P= 0.04$) de insectos benéficos [*Ceraeochrysa* sp. nr. *cincta*, *Ceraeochrysa valida*, y *Chrysoperla rufilabris* (Neuroptera: Chrysopidae), además del coccinélido *Olla v-nigrum* (Coleoptera)] (Cuadro 1).

Cuadro. 1. Abundancia de insectos benéficos en árboles de naranja Marrs asperjados con alimentos suplementarios.

Tratamiento*	Ensayo 1		Ensayo 2	
	Insectos depredadores**, Número promedio \pm DS			
	Adultos	Estados inmaduros	Adultos	Estados inmaduros
1. Aspersión de Agua (Testigo)	0.8 \pm 1.3ab	0.1 \pm 0.3b	1.2 \pm 1.0a	3.8 \pm 1.6b
2. Aspersión de leche	2.4 \pm 1.3a	1.1 \pm 1.2a	0.5 \pm 0.8a	7.1 \pm 3.7a
3. Aspersión de levadura de cerveza	2.3 \pm 1.6a	0.7 \pm 1.0ab	1.1 \pm 1.1a	5.9 \pm 3.6ab
4. Aspersión de levadura de cerveza (panificación)	0.5 \pm 1.1b	0.7 \pm 0.9ab	0.4 \pm 0.5a	6.1 \pm 4.5ab

* Ver sección anterior para descripción completa de tratamientos. Ensayo 1. Ingredientes evaluados en cantidades de 50 g cada uno; en el Ensayo 2 los ingredientes fueron evaluados en cantidades de 5 g cada uno. **Especies de Chrysopidae y Coccinellidae en 2 m² de follaje. Promedios seguidos por letras iguales dentro de una misma columna, no son estadísticamente diferentes (Tukey, $\alpha=0.05$).

En la Figura 1 se observa que la atracción de insectos benéficos ejercida por los suplementos asperjados, presentó una duración de prácticamente una semana después de la aplicación de los productos. En el estudio se observó también que, a diferencia del tratamiento testigo donde solo se asperjó agua, los árboles asperjados con los alimentos suplementarios indicados, presentaron incidencia de fumagina en el follaje.

Durante el desarrollo de este ensayo, en la región existían infestaciones severas por mosca prieta de los cítricos, *Aleurocanthus woglumi* (Ashby) (Homoptera: Aleyrodidae) y presencia de varias especies de hongos causante de la fumagina, por lo que es posible que el patógeno encontrara sustrato para desarrollarse en los productos aplicados.

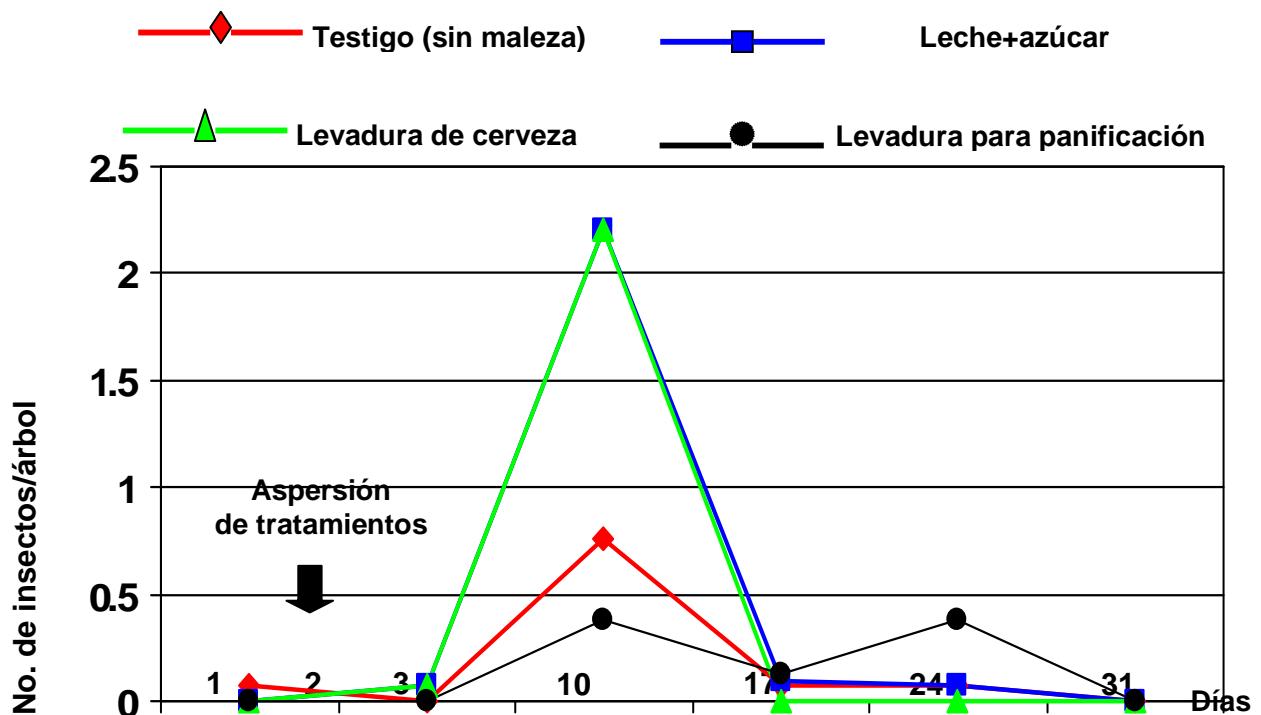


Fig. 1. Insectos depredadores adultos (familias Chrysopidae y Coccinellidae) atraídos a los árboles de naranja después de la aspersion de alimentos suplementarios.

En el estudio realizado en el Estado de Campeche, se observó que a pesar de estar presente la plaga, la presencia de insectos benéficos fue en densidades menores a la que incidieron en el ensayo en el Estado de Nuevo León. En Campeche, solamente se encontraron efectos significativos de los tratamientos en la atracción de insectos benéficos ($P=0.0389$) (Cuadro 2).

Cuadro. 2. Abundancia de insectos benéficos en árboles de naranja Valencia asperjados con alimentos suplementarios en Chiná, Camp., Méx.

Tratamiento	Número promedio \pm DS (n)		
	No. Insectos	No. estados	Infestación (%)
	depredadores adultos*	inmaduros de depredadores*	
1. Aspersión de Agua (Testigo).	0.1 \pm 0.3b (10)	0.9 \pm 1.4 (10)	19.3 \pm 118.7 (10)
2. Aspersión de leche.	1.8 \pm 2.2a (10)	1.1 \pm 1.1 (10)	1.9 \pm 56.2 (10)
3. Aspersión de levadura de cerveza.	0.7 \pm 1.9ab (10)	0.8 \pm 0.9 (10)	20.6 \pm 89.0 (10)

* Especies de Chrysopidae y Coccinellidae en 2 m² de follaje. Promedios seguidos por letras iguales dentro de una misma columna, no son estadísticamente diferentes (Tukey, $\alpha=0.05$).

La presencia de estados inmaduros (huevos y larvas) de los insectos benéficos en los árboles asperjados con los alimentos suplementarios, fue similar en ambas regiones; sin embargo, en Campeche, el tratamiento testigo también presentó depredadores en densidades similares a las presentes en el resto de los tratamientos (Cuadro 2), por lo que no fue posible detectar diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($P=0.474$). En lo que respecta al control de las infestaciones de la plaga, se observó que en los diferentes tratamientos la eliminación de los áfidos tuvo un rango que fue de 0-100%; con un promedio de permanencia de infestaciones al finalizar el efecto de tratamientos de 2-21%, siendo el tratamiento que recibió la aspersión de leche y azúcar, el que presentó la mayor reducción de la plaga, con un porcentaje promedio de permanencia de infestaciones de 2% (Cuadro 2); sin embargo, no existieron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($P=0.879$). Uno de los factores que influyeron para obtener estos resultados, fue la ausencia de depredadores en diversas unidades experimentales, lo cual ocasionó desarrollo de poblaciones de la plaga e invasión de brotes nuevos; con esto se propició un incremento en la presencia de brotes infestados por árbol, lo que representó que además de carecerse de control de la plaga, ésta se reprodujo, generando datos de incrementos de más de 300% de brotes infestados por árbol, afectando los datos del control de la infestación. En el caso de Campeche, aún cuando los árboles fueron asperjados con 50 g de los ingredientes en evaluación/árbol, éstos permanecieron libres de fumagina.

En el ensayo dos en General Terán, N.L., se encontró que en comparación con el tratamiento testigo, los árboles que recibieron el tratamiento basado en la aspersión de un litro de agua que contenía 5 g de leche en polvo y 5 g de azúcar sin refinar, presentaron solamente un número significativamente alto de huevos y larvas de crisópidos (principalmente *C. sp. nr. cincta* y *C. rufilabris*) ($P= 0.0009$); la atracción de adultos por los diferentes tratamientos no fue estadísticamente significativa ($P= 0.064$) (Cuadro 1). En este ensayo todos los árboles que recibieron aspersión de alimentos suplementarios presentaron el follaje libre de fumagina.

En el estudio de evaluación en el Estado de Nuevo León, donde se incluyó al ácido acetilsalicílico y la proteína hidrolizada Winner (Cuadro 3), se observó que en ambos ensayos (árboles jóvenes [ensayo 1] y maduros [ensayo 2]), la atracción y

Cuadro. 3. Abundancia de insectos benéficos en árboles de naranja Valencia asperjados con alimentos suplementarios en Gral. Terán, N.L., Méx.

Tratamiento*	Ensayo 1		Ensayo 2	
	Insectos depredadores**, Número promedio \pm DS			
	Adultos	Estados inmaduros	Adultos	Estados inmaduros
1. Aspersión de Agua (Testigo)	2.8 \pm 1.9	2.5 \pm 1.7	3.5 \pm 2.1	2.2 \pm 1.2
2. Aspersión de leche	1.7 \pm 1.5	3.9 \pm 1.8	4.7 \pm 1.2	3.2 \pm 1.7
3. 5 ml de ácido acetilsalicílico en vial de vidrio.	2.2 \pm 2.0	3.2 \pm 2.3	2.7 \pm 2.1	2.0 \pm 2.4
4. Aspersión de proteína hidrolizada, Winner	1.7 \pm 1.0	4.2 \pm 2.6	2.5 \pm 1.3	1.0 \pm 0.8

Ensayo 1 realizado en árboles jóvenes. Ensayo 2 realizado en árboles adultos. **Especies de Chrysopidae y Coccinellidae en 2 m² de follaje. Promedios seguidos por letras iguales dentro de una misma columna, no son estadísticamente diferentes (Tukey, $\alpha=0.05$).

retención de insectos benéficos fue relativamente constante en el tratamiento basado en la aspersión de la mezcla de leche y azúcar; sin embargo las diferencias entre tratamientos no fueron estadísticamente significativas (Ensayo 1, presencia de adultos, P= 0.261; presencia de estados inmaduros, P=0.198. Ensayo 2, presencia de adultos, P= 0.296; presencia de estados inmaduros, P=0.344). En el estudio realizado en Huimanguillo Tabasco, con la inclusión del ácido acetilsalicílico en una dosis mayor a la utilizada en Nuevo León, y en dos formas diferentes de liberación, se observó que

cuando este producto fue colocado en el vial en contacto con un tapón de algodón, produjo una presencia de depredadores (especies de Chrysopidae, Coccinellidae, Hemerobiidae, y Syphidae) en el árbol significativamente mayor a la del resto de los tratamientos (Cuadro 4) ($P=0.002$). En lo que respecta a parasitismo, el tratamiento testigo fue el que presentó el mayor porcentaje; sin embargo, las diferencias no fueron estadísticamente diferentes (Cuadro 4) ($P=0.059$). La presencia de un número mayor de áfidos parasitados en el tratamiento testigo (Fig. 2), obedeció a una mayor cantidad de áfidos en los brotes infestados, ya que es posible observar en la Fig. 3, que conforme la actividad depredadora de los insectos atraídos reducía la presencia del pulgón en los otros tratamientos, se observa prácticamente una concentración de los parasitoides en el tratamiento testigo, donde existía una mayor disponibilidad de huéspedes, es decir, un mayor número de áfidos en los brotes que recibieron el tratamiento testigo (Fig. 2 y 3).

La eliminación de colonias de la plaga presentó un rango de 51% en el caso del tratamiento testigo, hasta 92% en los tratamientos basados en aspersion de leche y uso de ácido acetilsalicílico en vial con tapón de algodón (Cuadro 4); sin embargo, las diferencias entre tratamientos no fueron estadísticamente diferentes ($P=0.374$). Al igual que en ensayos anteriores, los tratamientos favorecieron el ataque de la plaga por insectos benéficos y en ocasiones, ante la ausencia de éstos, el pulgón café presentó un crecimiento poblacional notorio, afectando los porcentajes de control ejercido por los enemigos naturales atraídos por los tratamientos en evaluación, ocasionando que no se detectaran diferencias significativas en los efectos de los tratamientos. El mayor control global de la plaga (75%) fue observado en los árboles que recibieron al tratamiento

basado en ácido acetilsalicílico en vial con algodón, el menor porcentaje de control fue registrado en el tratamiento testigo (25%), valor asociado a la presencia natural de enemigos de la plaga en la región (Cuadro 4).

En el ensayo donde se evaluó el ácido acetilsalicílico, y su forma volátil, el salicilato de metilo, además de ácido fosfórico en diferentes concentraciones, se careció de efectos significativos de los tratamientos en la atracción de insectos benéficos (presencia de insectos depredadores adultos, $P= 0.341$), así como en la retención de éstos en el árbol (presencia de depredadores en estados inmaduros, $P=0.275$). A pesar de lo anterior, existen tendencias mostradas por los diferentes valores registrados de atracción y retención de depredadores por los diferentes tratamientos, que sugieren una evaluación subsecuente de dosis de salicilato de metilo así como del ácido fosfórico (Cuadro 5); en este ensayo también es conveniente denotar los valores altos en la atracción de insectos benéficos que se presentaron en el tratamiento basado en leche y azúcar (Cuadro 5), lo cual generalmente también ocurrió en los estudios diversos realizados en esta fase del proyecto.

Cuadro. 4. Abundancia de insectos benéficos en árboles de naranja Valencia asperjados con alimentos suplementarios en Huimanguillo, Tab., Méx.

Tratamiento	Número promedio \pm DS (n)			
	No. depredadores*	Parasitismo	Eliminación de colonias (%)	% Control de infestaciones IC 95%
1. Aspersión de Agua (Testigo).	0.4 \pm 0.7 (8) b	9.5 \pm 10.5 (8)	51.3 \pm 102.5 (8)	25 \pm
2. Aspersión de leche.	0.1 \pm 0.3 (8) b	0.5 \pm 0.9 (8)	92.3 \pm 14.6 (8)	62.5 \pm
3. 10 ml de ácido acetilsalicílico en vial de vidrio.	0 (8) b	2.9 \pm 2.9 (8)	88.2 \pm 28.0 (8)	62.5 \pm
3. 10 ml de ácido acetilsalicílico en vial de vidrio y tapón de algodón.	1.8 \pm 1.6 (8) a	4.1 \pm 6.8 (8)	92.3 \pm 14.6 (8)	75 \pm

*Especies de Chrysopidae, Coccinellidae, Hemerobiidae, y Syrphidae en 2 m² de follaje. Promedios seguidos por letras iguales dentro de una misma columna, no son estadísticamente diferentes (Tukey, $\alpha=0.05$).

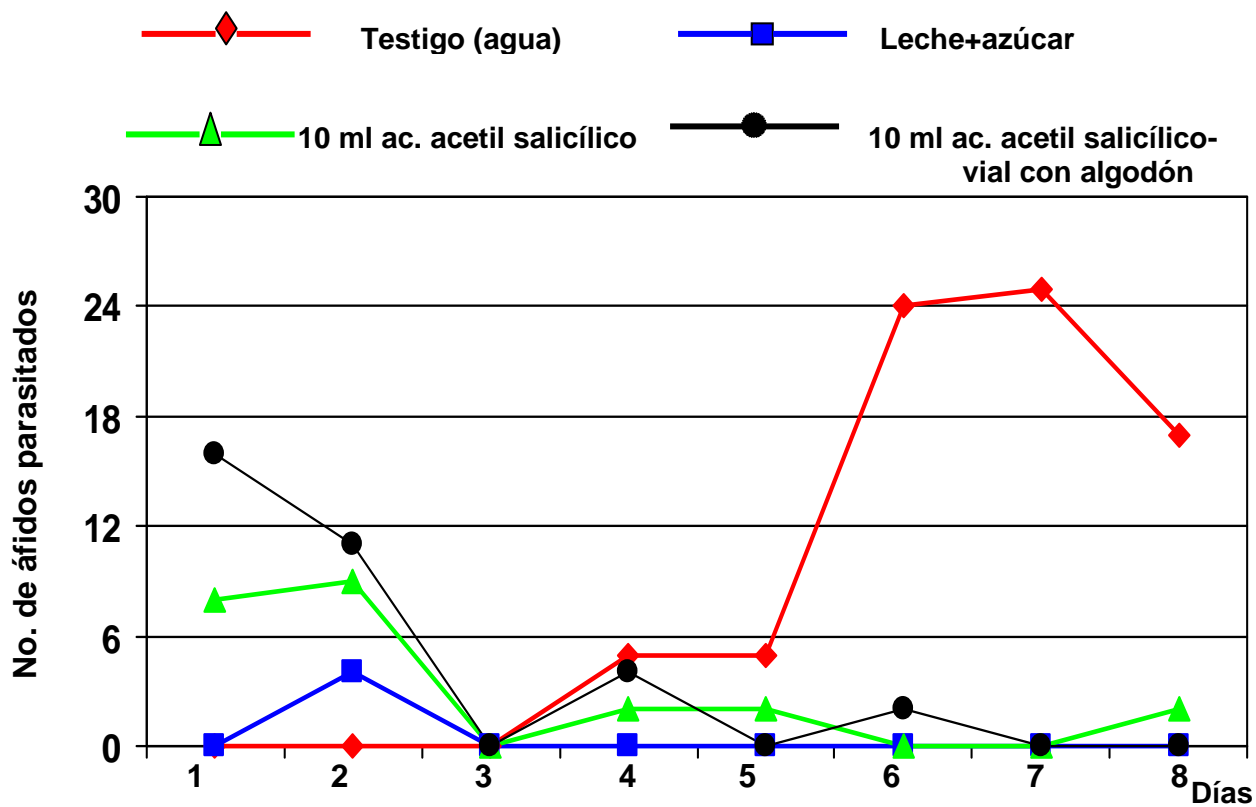


Fig. 2. Presencia de áfidos parasitados por himenópteros en brotes de naranja con atrayentes o alimentos suplementarios.

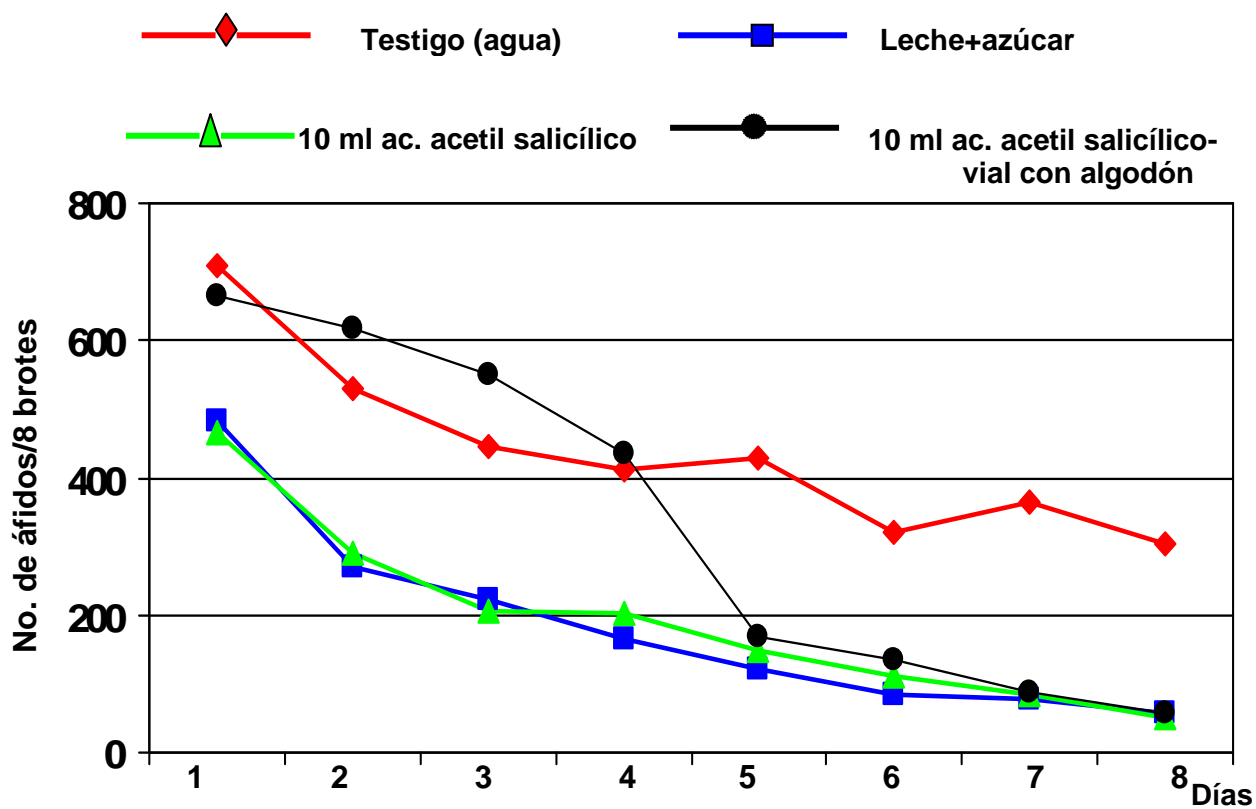


Fig. 3. Presencia de pulgón café de los cítricos en brotes de naranja con presencia de atrayentes o alimentos suplementarios de enemigos naturales.

Cuadro. 5. Abundancia de insectos benéficos en árboles de naranja Marrs con presencia de alimentos suplementarios y atrayentes.

Tratamiento	Número promedio \pm DS (n)	
	No. depredadores	No. depredadores en
	adultos*	edos. inmaduros*
1. Aspersión de Agua (Testigo).	1.9 \pm 1.9 (8)	2.2 \pm 1.9 (8)
2. Aspersión de leche.	2.2 \pm 2.6 (8)	4.6 \pm 2.5 (8)
3. 5 ml de ácido acetilsalicílico en vial de vidrio.	3.6 \pm 2.1 (8)	2.5 \pm 1.8 (8)
4. 5 ml de salicilato de metilo en vial de vidrio.	3.5 \pm 1.7 (8)	4.0 \pm 3.4 (8)
5. 1 ml de ácido fosfórico en vial de vidrio.	2.4 \pm 2.2 (8)	5.7 \pm 6.3 (8)
6. 5 ml de ácido fosfórico en vial de vidrio.	2.0 \pm 1.2 (8)	3.6 \pm 2.6 (8)

*Especies de Chrysopidae y Coccinellidae en 2 m² de follaje. Promedios seguidos por letras iguales dentro de una misma columna, no son estadísticamente diferentes (Tukey, $\alpha=0.05$).

En control biológico por conservación es posible utilizar prácticas diversas para aprovechar la presencia de enemigos naturales nativos e incrementar su efectividad. Esto puede realizarse con métodos culturales y tácticas selectivas como proporcionar alimentos suplementarios, refugios, recursos para presas alternativas, atrayentes, habitats para invernar, y microclimas apropiados (Wilson y Huffaker, 1971; Douth, 1972; Landis y Orr 1999). Las aspersiones de alimentos suplementarios y el uso de atrayentes son una estrategia promisoría para concentrar enemigos naturales en lugares estratégicos e inducirlos a permanecer en áreas o microhabitats donde son necesarios para controlar plagas (Nordlund *et al.*, 2001).

En nuestros estudios con evaluación de alimentos suplementarios y atrayentes, aún cuando los insectos benéficos registrados en los diferentes ensayos realizados se presentaron en cantidades inferiores a las encontradas por Hagen y Bishop (1979) en alfalfa asperjada con alimentos suplementarios, estos representaron un incremento en un agrosistema caracterizado por presentar poblaciones reducidas de dichos organismos (López-Arroyo, 2001). Además, en forma notable, las dos especies de Chrysopidae favorecidas principalmente por los tratamientos en los ensayos (*C. sp. nr. cincta* y *C. rufilabris*), se caracterizan por presentar potencial para el control del pulgón café de los cítricos (López-Arroyo *et al.*, 2004); en adición a esto, también se atrajeron especies de Hemerobiidae (Neuroptera), y aún de mayor importancia, de Syrphidae (Diptera), depredadores voraces de la plaga (Belliere y Michaud, 2001; Browning y Michaud, 2000, 2001). Hasta el momento, este último grupo de depredadores solo puede ser manipulado en campo a través de prácticas de

conservación (Chambers y Adams, 1986; Budenberg y Powell, 1992; Sutherland *et al.*, 1999, 2001). Nuestros estudios muestran el potencial del uso de aspersiones de atrayentes y alimentos suplementarios para el aprovechamiento de estos insectos benéficos.

El uso de leche en polvo y azúcar (5g de cada ingrediente) diluidos en un litro de agua para aplicación en un árbol, demostró generalmente en los diferentes ensayos una atracción y retención de insectos benéficos relativamente mayor a la ejercida por los otros tratamientos evaluados. El uso del ácido acetilsalicílico y su forma volátil, el salicilato de metilo, mostraron potencial de ser utilizado para el aprovechamiento de insectos benéficos, tal como lo fue demostrado por Molleman *et al.* (1997), James (2003) y James y Price (2004)., el costo del producto limita su aplicación extensiva en la citricultura mexicana, donde los productores son reacios a invertir ante un problema emergente, como lo es el pulgón café de los cítricos. El uso de 5 ml del ácido acetilsalicílico o salicilato de metilo representa un costo de \$5.00 m.n. por árbol, y un costo mínimo de \$100.00 m.n. y utilizado en un mínimo de 20 árboles/ha; en nuestros estudios se llegó a mantener el producto original hasta por 15 días; James (2003) y James y Price (2004) llegaron a utilizar dichos productos tan solo por un día, lo cual sería totalmente incosteable para el citricultor mexicano. El uso de leche y azúcar (5g de cada ingrediente) en 20 árboles tendría un costo de \$1.41 m.n.; para asperjar en la totalidad de la hectárea, el costo de dichos productos tendría un valor de \$11.00. La recomendación sería de realizar de tres a cuatro aspersiones de los productos indicados cada semana, sin rebasar la dosis, ya que se podría ocasionar

desarrollo de fumagina si existe presencia de los hongos causantes de ésta. Lo anterior serviría para proteger los tejidos más susceptibles de ser infestados por la plaga durante la brotación de los cítricos en el país.

Una estrategia para utilizar alimentos suplementarios que favorezcan la incidencia de enemigos naturales de la plaga indicada, sería iniciar la aspersión de dichos productos antes de que *T. citricida* inicie la colonización de la brotación de los cítricos, de tal forma de asegurar la presencia de agentes de control biológico que pudiesen atacar las infestaciones iniciales de la planta.

Conclusiones

Se comprueba que la utilización de leche en polvo y azúcar (5 g de cada ingrediente diluidos en un litro de agua para aplicación en un árbol tiene una mayor atracción y retención de insectos benéficos que los otros tratamientos en estudio.

El mayor costo del ácido acetilsalisílico y su forma volátil, el salicilato de metilo limitan su utilización, sin embargo muestran potencial para la atracción y retención de insectos benéficos.

Literatura citada

- Belliure, B., and J.P. Michaud. 2001.** Biology and behavior of *Pseudodorus clavatus* (Diptera: Syrphidae), an important predator of citrus aphids. Ann. Entomol. Soc. Ame. 94: 91-96.
- Browning, H.W., and J.P. Michaud. 2000.** Field Evaluation of Natural Enemies of Brown Citrus Aphid. Project No. 971-16. IFAS, UF, CREC. Lake Alfred, Florida.
- Budenberg, W.J., and W. Powell. 1992.** The role of honeydew as an ovipositional stimulant for two species of syrphids. Ent. Exp. Appl. 64: 57-61.
- Chambers, R.J., and T.H.L. Adams. 1986.** Quantification of the impact of hoverflies (Diptera: Syrphidae) on cereal aphids in winter wheat: an analysis of field populations. J. Appl. Ecol. 23: 895–904.
- Doutt, R.L. 1972.** Biological control: Parasites and predators, pp. 288-297. *In* Pest control strategies for the future. National Academy of Sciences. Washington, D.C.
- Hagen, K.S., and R.L. Tassan. 1970.** The influence of food Wheast and related *Saccharomyces fragilis* yeast products on the fecundity of *Chrysopa carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). Can. Entomol. 102: 806-811.
- Hagen, K.S., E.F. Sawall, and R.L. Tassan. 1971.** The use of food sprays to increase effectiveness of entomophagous insects, pp. 59-81. Proceedings of the Tall Timbers Conference of Ecological Control by Habitat Management. Tallahassee, Fl.

- Hagen, K.S., P. Greany, E.F. Sawall, and R.L. Tassan. 1976.** Tryptophan in artificial honeydews as a source of an attractant for adult *Chrysopa carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *Environ. Entomol.* 5: 458–468.
- Hagen, K.S., and G.W. Bishop. 1979.** Use of supplemental foods and behavioral chemicals to increase the effectiveness of natural enemies, pp. 49-60. In: D.W. Davis, S.C. Hoyt, J.A. McMurtry, and M.T. Ali Niazee (Eds.) *Biological control and insect pest management* (Agricultural Science Publication 4096). University of California, Berkeley.
- Landis, D.A., and D.B. Orr. 1999.** Biological control: Approaches and applications. In E.B. Radcliffe and W.D. Hutchinson (eds.), *Radcliffe's IPM World Textbook*, URL: <http://ipmworld.umn.edu>, University of Minnesota, St. Paul, MN.
- López-Arroyo, J.I. 2001.** Depredadores de áfidos asociados a los cítricos en Nuevo León, México. In: *Memorias del Congreso Nacional de Entomología*. Sociedad Mexicana de Entomología. Julio de 2001. Querétaro, Qro., Méx.
- López-Arroyo, J.I., R. Canales, M.A. Miranda, y J. Loera. 2004.** Evaluación de depredadores para el control del pulgón café de los cítricos (Homóptera: Aphididae). In: *Memorias del XXVII Congreso de la Sociedad Mexicana de Control Biológico*. Noviembre de 2004. Los Mochis, Sin., Méx.
- James, D.G. 2003.** Synthetic herbivore-induced plant volatiles as field attractants for beneficial insects. *Environ. Entomol.* 32: 977-982.
- James, D.G., and T.S. Price. 2004.** Field-testing of methyl salicylate for recruitment and retention of beneficial insects in grapes and hops. *J. Cem. Ecol.* 30:1613-1628.

- McEwen, P.K., M.A. Jervis, and N.A.C. Kidd. 1994.** Use of a sprayed L-tryptophan solution to concentrate numbers of the green lacewing *Chrysoperla carnea* in olive tree canopy. *Entomol. Exp. Applicata* 70: 97-99.
- Mensah, R.K. 1997.** Local density responses of predatory insects of *Helicoverpa* spp. to a newly developed food supplement "Envirofeast" in commercial cotton in Australia. *Int. J. Pest Management* 43: 221-225.
- Michaud, J.P. 2000.** Development and reproduction of ladybeetles (Coleoptera: Coccinellidae) on the citrus aphids *Aphis spiraecola* Patch and *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) (Homoptera: Aphididae). *Biol. Control* 18: 287-297.
- Michaud, J.P. 2002.** Classical biological control: A critical review of recent programs against citrus pests in Florida. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 95: 531-540.
- Michaud, J.P., and B. Belliure. 2001.** Impact of syrphid predation on production of migrants colonies of the brown citrus aphid, *Toxoptera citricida* (Homoptera:
- Molleman, F., B. Drukker, and L. Blommers. 1997.** A trap for monitoring pears psylla predators using dispensers with the synomone methylsalicylate. *Proceedings of the Section Experimental and applied Entomology of the Netherlands Entomological Society* 8: 177-182.
- Nordulnd, D.A., A.C. Cohen, and R.A. Smith. 2001.** Mass-rearing, release techniques, and augmentation, pp. 303-319. *In*: P. McEwen, T.R. New, and A.E. Whittington (Ed.). *Lacewings in the Crop Environment*. Cambridge University Press. Cambridge, U.K.

- Poprawski, T.J., P.E. Parker, and J.H. Tsai. 1999.** Laboratory and field evaluation of hyphomycete insect pathogenic fungi for control of brown citrus aphid (Homoptera: Aphididae). *Environ. Entomol.* 28: 315-321.
- Sutherland, J.P., M.S. Sullivan, and G.M. Poppy. 1999.** The influence of floral character on the foraging behaviour of the hoverfly, *Episyrphus balteatus* (Degeer) (Diptera: Syrphidae). *Ent. Exp. Appl.* 93:157–164.
- Sutherland, J.P., M.S. Sullivan, and G.M. Poppy. 2001.** Oviposition behaviour and host colony size discrimination in *Episyrphus balteatus* (Diptera: Syrphidae). *Bul. Entomol. Research.* 91: 411-417.
- Thompson, S.N., and K.S. Hagen. 1999.** Nutrition of entomophagous insects and other arthropods, pp. 594-652. In: T.S. Bellows, and T.W. Fisher (Eds.) *Handbook of Biological Control.* Academic Press. San Diego.
- van Emden, H.F., and K.S. Hagen. 1976.** Olfactory reactions of the green lacewing *Chrysopa carnea* to tryptophan and certain breakdown products. *Environ. Entomol.* 53: 469-473.
- Wilson, F., and C.B. Huffaker. 1971.** The philosophy, scope, and importance of biological control, pp. 3-15. *In* C.B. Huffaker (ed.), *Biological control.* Plenum Press. New York.