

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISION DE AGRONOMIA



**EVALUACIÓN DE ATRAYENTES Y ALIMENTOS SUPLEMENTARIOS PARA
LA ATRACCIÓN, RETENCIÓN Y AUMENTO DE DEPREDADORES
AFIDÓFAGOS ENEMIGOS DEL PULGÓN CAFÉ DE LOS CÍTRICOS
Toxoptera citricida (HOMOPTERA: APHIDIDAE).**

Por:

EUSTAQUIO DOMINGUEZ RIVERA

TESIS

**Presentado como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Diciembre del 2006

AGRADECIMIENTOS

A mi **Alma Terra Mater** por haberme cobijado durante todo mi estancia en ella y brindarme todos los servicios para llevar a cabo mis objetivos.

Al Dr. **Reynaldo Alonso Velasco** por haberme dado la oportunidad de trabajar con él en esta tesis y culminarla con éxito.

Al Dr., **Jesús Loera Gallardo** investigador del INIFAP por su investigación realizada de esta tesis y su ayuda para la presentación de la misma.

Al Ing. **Eliseo González Sandoval** por formar parte del jurado calificador y tener una buena amistad en el curso que nos impartió.

A mis compañeros de generación **Emilio, Jorge Iván, Ernesto, Víctor, Amilkar, Mario, Neto, y Arturo** por su amistad en el transcurso de la carrera que concluimos juntos.

A mis compañeros de cuarto (**colorada 20**) donde viví 1 año con ellos y compartimos varias experiencias que me llevaron cada día a ser mejor y enfrentar mis problemas.

DEDICATORIA

A mis padres **Eustaquio Domínguez Rivera y Victorina Rivera Moreno** a ellos les agradezco todo lo que soy por darme vida, apoyo incondicional en todos los aspectos.

A mis hermanos **Rosa Maria y Pablo**, y a su familia respectivamente por sus consejos que fueron muy valiosos.

A mis hermanos **Ing, Juan Lorenzo y Jairo Misael** quienes estuvieron conmigo durante mi estancia en la institución, además de orientarme, aconsejarme y brindarme todo apoyo.

A mi primo **Carlos Enrique**, su esposa e hija, **Aricelda y Karla Nayara** con quienes tuve un vínculo de amistad

A mis amigos **Alberto, Mayolo, Alfredo (perrin), Fabián, Clemente y Teodoro** quienes me brindaron su amistad incondicional en cada momento.

A mi amiga **Iveth** considerada así por su amistad cariño y comprensión, en todos los momentos difíciles que enfrentamos juntos y formar parte de mi vida.

INDICE

INTRODUCCION. -----	1
Objetivos específicos. -----	2
Objetivos generales. -----	2
REVISIÓN DE LITERATURA. -----	3
Ubicación taxonómica (<i>Toxoptera citricida</i>). -----	3
Origen de la naranja. -----	5
Importancia de la citricultura a nivel nacional. -----	6
Virus de la tristeza de los cítricos (VTC). -----	6
Importancia del (VTC). -----	7
MATERIALES Y METODOS. -----	8
Huerto experimental del campo de General Terán, N. L. -----	9
Huerto comercial en china Campeche. -----	11
Huerto comercial Huimanguillo Tabasco. -----	11
RESULTADOS Y DISCUSION. -----	13
Ensayo 1. -----	13
Ensayo 5. -----	13
Ensayo 2. -----	14
Ensayo 3. -----	15
Ensayo 6. -----	15
Ensayo 4. -----	17
CONCLUSIONES. -----	19
LITERATURA CITADA. -----	21
APENDICE. -----	28

INDICE DE CUADROS

Abundancia de insectos depredadores en árboles de cinco años, de naranja Marrs, asperjados con alimentos suplementarios. General Terán N. L. -----	28
Abundancia de insectos depredadores en árboles (> 20 años) de naranja Valencia, asperjados con alimentos suplementarios. Chiná, Campeche. -----	29
Abundancia de insectos depredadores en árboles (cinco años y > 20 años de naranja Valencia, asperjados con alimentos suplementarios. General Terán, N. L. -----	30
Abundancia de insectos depredadores en árboles y sus efectos en colonias de <i>Toxoptera citricida</i> en cítricos asperjados con alimentos suplementarios. Huimanguillo, Tabasco. -----	31
Abundancia de insectos depredadores en árboles de naranja Marrs asperjados con alimentos suplementarios. -----	32

INDICE DE FIGURAS

Insectos depredadores adultos (Chrysopidae y Coccinellidae) atraídos a los árboles de naranja asperjados con alimentos suplementarios. General Terán, N. L.-----33

Número de pulgones café parasitados por himenópteros en brotes de Naranja con atrayentes o alimentos suplementarios. Huimangillo, Tabasco-----34

Presencia de pulgón café de los cítricos en brotes de naranja asperjados con atrayentes o alimentos suplementarios de enemigos naturales. Huimanguillo, Tabasco.-----35

INTRODUCCIÓN

El pulgón café de los cítricos, *Toxoptera citricida* Kirkaldy (Homoptera: Aphididae), originario de Asia, se ha diseminado en casi todas las áreas cítricas del mundo, excepto en América del Norte, región del Mediterráneo y Medio Oriente. En el continente Americano fue reportado por primera vez en Venezuela en 1976 (Yokomi *et al.*, 1992, Rocha-Peña *et al.*, 1995); es considerado como el transmisor más eficiente del virus de la tristeza de los cítricos (VTC) (Yokomi *et al.*, 1994); invadió el sureste de México durante el año 2000, a través de los estados de Yucatán y Quintana Roo y actualmente se ha diseminado a los estados de Oaxaca, Tabasco y Veracruz.

El (VTC) es el causante de la enfermedad más dañina y destructiva de los cítricos y ha provocado la eliminación de 50 millones de árboles cítricos en países donde existe este complejo virus-vector (Marroquín *et al.*, 2004), se disemina principalmente mediante material vegetativo infectado o a través de insectos vectores, entre los cuales se encuentran los áfidos como el pulgón café de los cítricos. En España, Israel y algunas áreas cítricas de California, E.U.A., donde no se encuentra *T. citricida*, el pulgón del algodón *Aphis gossypii* Glover., es el principal vector del VTC (Marroquín *et al.*, 2004).

T. citricida además de transmitir razas severas del VTC, causa daño al alimentarse de la savia del árbol, provoca deformaciones en los brotes tiernos, enrollamiento de las hojas (Peña-Martínez *et al.*, 2001) y secreta una mielecilla que favorece el desarrollo del hongo *Capnodium* spp. (Hill and Hoy, 2003).

Con la presencia del insecto vector en México, existe el riesgo de que se presenten epifitias de VTC similares a las ocurridas en otros países.

OBJETIVO GENERAL

En el presente estudio se evaluó el efecto de atrayentes y alimentos suplementarios asperjados, para atraer y retener poblaciones de insectos depredadores con potencial para el control biológico de *T. citricida* en huertos de cítricos.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Obtener el mejor tratamientos para atraer retener y aumentar la población de enemigos afidofagos enemigos del pulgón café *Toxoptera citricida*.

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

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 puede producir una población de 4400 individuos en tres semanas en ausencia de enemigos naturales (Komazaki 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 mas que otro hospedero (Yokomi *et al.* 1994, Yokomi 1995).

Ubicación taxonómica

Phylum:	ARTHROPODA
Clase:	HEXAPODA
Orden:	Homoptera
Familia:	Aphididae

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, Estados 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, 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 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 puede incrementar o redistribuir poblaciones de depredadores en sitios donde son requeridos (Nordlund *et al.*, 2001).

Los depredadores consumen otros organismos, para completar su desarrollo y su abundancia es afectada por las fuentes de alimento, cópula, sitios de refugio y de invernación, condiciones ambientales e insecticidas. Un método para atraer o conservar y aumentar la población de depredadores en 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 enemigo naturales, especialmente, depredadores generalistas nativos.

Origen de la naranja

La naranja se origino hace unos 20 millones de años en el sudeste asiático. Desde entonces hasta ahora han sufrido numerosas modificaciones debidas a la selección natural y a hibridaciones tanto naturales como producidas por el hombre, como las originadas por patrones y por injertos para que las especies se pongan más resistentes a plagas y enfermedades, a diferentes tipos de clima, suelos no aptos para el cultivo, entre otras cosas.

Importancia de la citricultura a nivel nacional

El valor de la producción cítrica asciende a 6 mil millones de pesos. La actividad genera 70 mil empleos directos, 250 mil indirectos y 27.8 millones de jornales, informó (Ausencio Mata Medina 2004-2005,) Representante 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 *Closteroviridae*) y está considerado 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, más el hecho de que el virus está limitado al floema, es extremadamente largo y flexible, limitado a hospederos perennes y está 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 una enfermedad que afecta a todos los cítricos que se encuentran injertados sobre el naranjo agrio (*C. aurantium*), así como al limón mexicano (*C. aurantifolia*). En México, se han encontrado y erradicados 4,763 árboles positivos al VTC en 20 entidades citrícolas, sin embargo, se han tratado de razas asintomáticas.

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 más eficiente del virus. El avance del mismo, ha sido de muy rápido, invadiendo en el 2001 a la Península de Yucatán, a inicios y finales de 2003 llega a Tabasco y Veracruz, respectivamente; y como último 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 % corresponde a la naranja, 20.5 % a limón mexicano, 5.2 % a limón persa, y el resto de mandarinas, tangerina, pomelos, etc. De los cítricos dulces (naranja, mandarina, pomelo, lima y tangerina) cerca del 95% se encuentra injertado sobre el naranjo agrio, patrón más susceptible a la enfermedad, asimismo, 103,023 hectáreas de limón mexicano, lo que hace a la citricultura mexicana altamente vulnerable a la enfermedad (alrededor de 492,357 Ha), lo que podría afectar la producción de más 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 y huertos comerciales. Los huertos experimentales estuvieron ubicados en el campo experimental de General Terán N. L. (N 25°18', O 99°35', 265 msnm) y consistieron de árboles jóvenes (cinco años) de naranja var. Marrs, y árboles (> 20 años) de naranja var. Valencia; en ambos huertos la distancia entre árboles fue de 4 m y de 8 m entre líneas de árboles, bajo un sistema de riego por gravedad.

Los huertos comerciales estuvieron ubicados en Chiná Campeche y en el Rancho San Pedro de Huimanguillo Tabasco (N 17°42.9'18", O 93°27'6.45"). Los huertos consistieron de árboles de naranja var. Valencia. La edad de los árboles en Chiná Campeche fue > 20 años y en el Rancho San Pedro > 15 años. En ambos huertos la distancia de plantación fue de 8 x 8 m, bajo un sistema de producción de "temporal".

En todos los ensayos se utilizó un diseño experimental completamente aleatorio para el arreglo de los tratamientos. Los tratamientos consistieron en asperjar 2 m² de follaje de los árboles con agua y/o mezclas de diversas cantidades de alimentos suplementarios: leche en polvo, azúcar no refinada, levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*) en polvo, levadura de cerveza (*S. cerevisiae*) para panificación, proteína hidrolizada Winner®, así como los atrayentes volátiles: ácido acetil salicílico, salicilato de metilo y ácido fosfórico, colocados en viales de vidrio, en los árboles

En huerto experimental del Campo Experimental de General Terán, N.L.

Ensayo 1.

1 L de agua (testigo)

50 g de leche en polvo + 50 g de azúcar

50 g de levadura de cerveza en polvo + 50 g de azúcar

50 g de levadura de cerveza para panificación + 50 g de azúcar

Ensayo 2.

1. L de agua (testigo)

5 g de leche en polvo + 5 g de azúcar

5 g de levadura de cerveza en polvo + 5 g de azúcar

5 g de levadura de cerveza para panificación + 5 g de azúcar

En ambos ensayos cada tratamiento fue repetido 10 veces y un árbol constituyó una repetición. En el tratamiento testigo, se asperjó solamente un litro de agua y el resto de los tratamientos se asperjaron diluidos en un litro de agua.

Ensayo 3.

1 L de agua (testigo)

5 g de leche en polvo + 5 g de azúcar

5 ml de ácido acetil salicílico en un vial de vidrio de un cm diam.

40 ml de proteína hidrolizada Winner® diluida y asperjada en 960 ml de agua

Se realizaron dos ensayos y en cada uno se aplicaron los mismos tratamientos. Un ensayo se hizo en árboles de cinco años y cada tratamiento fue repetido 12 veces; y el otro, en árboles > 20 años, repitiendo cuatro veces los tratamientos; un árbol constituyó una repetición. En el tratamiento testigo, se asperjó solamente un litro de agua; el tratamiento de leche en polvo + azúcar se asperjó diluido en un litro de agua; la proteína hidrolizada se aplicó como se indica, y en el caso del atrayente volátil, ácido acetil salicílico, se colocó en un vial/árbol, fijándolo a una rama, mediante cinta adhesiva.

Ensayo 4.

1 L de agua (testigo)

5 g de leche en polvo + 5 g de azúcar

5 ml de ácido acetil salicílico en un vial de vidrio de un cm diam.

5 ml de salicilato de metilo en un vial de vidrio de un cm diam.

1 ml ácido fosfórico en un vial de vidrio de un cm diam.

5 ml de ácido fosfórico en un vial de vidrio de un cm diam.

Cada tratamiento fue repetido 12 veces y un árbol constituyó una repetición. En el tratamiento testigo, se asperjó solamente un litro de agua; el tratamiento de leche en polvo + azúcar se asperjó diluido en un litro de agua; el resto de los tratamientos, atrayentes volátiles, ácido acetil salicílico, salicilato de metilo y ácido fosfórico, cada uno, se colocó en un vial/árbol, fijándolo a una rama, mediante cinta adhesiva.

En huerto comercial en Chiná, Campeche

Ensayo 5.

1 L de agua (testigo)

50 g de leche en polvo + 50 g de azúcar

50 g de levadura de cerveza en polvo + 50 g de azúcar

Los tratamientos fueron repetidos 10 veces y un árbol constituyó una repetición. En el tratamiento testigo se asperjó solamente un litro de agua. Los tratamientos leche en polvo + azúcar y levadura de cerveza en polvo + azúcar, se diluyeron asperjándolos en un litro de agua.

En huerto comercial en Huimanguillo, Tabasco

Ensayo 6.

1 L de agua (testigo)

5 g de leche en polvo + 5 g de azúcar

10 ml de ácido acetil salicílico en un vial de vidrio de 1 cm diám.

10 ml de ácido acetil salicílico en un vial de vidrio de 2 cm diám. Tapado con algodón

Cada tratamiento fue repetido ocho veces y un árbol constituyó una repetición. En el tratamiento testigo se asperjó solamente un litro de agua. El tratamiento leche en polvo + azúcar se diluyó asperjándolo en un litro de agua.

El atrayente volátil ácido acetil salicílico se colocó en un vial/árbol, fijándolo a una rama, mediante cinta adhesiva.

Para evaluar el efecto de los tratamientos en los diversos ensayos, se realizaron muestreos un día antes y después de la aspersion y se registró la presencia de insectos benéficos en 2 m² de follaje de cada árbol. El efecto de atracción fue medido con base a la presencia de adultos afidófagos registrados y el efecto de retención se determinó a través de la presencia de oviposturas, larvas y pupas de insectos depredadores en los árboles de cítricos. Posteriormente, los muestreos para registrar los depredadores en sus diferentes fases de desarrollo, se efectuaron durante las siguientes cuatro semanas.

En los ensayos en Campeche y Tabasco, se registró además, la incidencia de brotes infestados por pulgón café, o presencia en las hojas (en Nuevo León aún no se ha detectado esta plaga). Los insectos colectados fueron depositados en bolsas plásticas; la identificación y cuantificación de los especímenes fue realizada en laboratorio bajo el estereoscopio. Los datos se analizaron de acuerdo al diseño correspondiente y se utilizaron transformaciones para cumplir con los supuestos de normalidad e igualdad de varianza; las medias de tratamientos fueron separadas mediante la prueba de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ensayo 1. En General Terán (Cuadro 1), el tratamiento 50 g de leche en polvo + 50 g de azúcar, mostró significativamente una mayor presencia de adultos ($P= 0.006$) y estados inmaduros ($P= 0.04$) de insectos depredadores [*Ceraeochrysa* sp. nr. *cincta*, *Ceraeochrysa valida*, y *Chrysoperla rufilabris* (Neuroptera: Chrysopidae), además del coccinélido *Olla v-nigrum* (Coleoptera). La atracción de insectos benéficos causada por los suplementos asperjados persistió durante la siguiente semana después de la aspersión (Figura 1).

A diferencia del testigo, donde solo se asperjó agua, los árboles asperjados con los alimentos suplementarios, presentaron incidencia de fumagina en el follaje. Durante el desarrollo del ensayo, en la región se observaron infestaciones severas por mosca prieta de los cítricos, *Aleurocanthus woglumi* (Ashby) (Homoptera: Aleyrodidae) y presencia de fumagina causada por varias especies de hongos. Posiblemente los alimentos suplementarios asperjados en los árboles del ensayo, constituyeron un sustrato apropiado para el desarrollo de los patógenos causantes de fumagina.

Ensayo 5. En Chiná, Campeche (Cuadro 2), a pesar de que *T. citricida* ha invadido el estado, los insectos depredadores ocurrieron en densidades menores a las registradas en el ensayo 1 de General Terán. En Chiná, solamente se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, respecto al número de depredadores adultos atraídos ($P=0.0389$). La presencia de

estados inmaduros (huevos y larvas) de los depredadores, en los árboles asperjados con los alimentos suplementarios, fue similar en ambas regiones; sin embargo, en Chiná, el testigo también presentó depredadores en densidades similares a las presentes en el resto de los tratamientos, por lo que no fue posible detectar diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($P=0.474$).

En cuanto al control de la plaga y considerando los diversos tratamientos y repeticiones, los depredadores causaron la eliminación de pulgones en cantidades que oscilaron desde 0 hasta 100%; con un promedio de permanencia de las infestaciones, al término del ensayo, de 1.9-20.6%. El tratamiento 50 g de leche en polvo + 50 g de azúcar registró la mayor reducción de la plaga, con un porcentaje de permanencia de la infestación de 1.9%. El porcentaje de infestación de pulgones al final del ensayo, no mostró diferencias significativas entre tratamientos ($P=0.879$). La falta de significancia estadística entre tratamientos fue originada por la ausencia de depredadores en algunas unidades experimentales, lo cual, permitió a los pulgones continuar su reproducción e invadir nuevos brotes. Consecuentemente, se registraron incrementos de más del 300% de brotes infestados por árbol, llegándose a afectar los datos del control de la infestación. En este ensayo de Chiná, aún cuando los árboles fueron asperjados con cantidades de 50 g de los ingredientes, permanecieron libres de fumagina.

Ensayo 2. En General Terán (Cuadro 1), en comparación con el testigo, los árboles que recibieron el tratamiento 5 g de leche en polvo + 5 g de azúcar,

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 ($P= 0.064$). En este ensayo, todos los árboles que recibieron aspersión de alimentos suplementarios presentaron el follaje libre de fumagina.

Ensayo 3. En General Terán (Cuadro 3), donde se incluyó al ácido acetilsalicílico y la proteína hidrolizada Winner, se observó que en árboles jóvenes (ensayo 1) y maduros (ensayo 2), la atracción y retención de insectos benéficos fue relativamente constante en el tratamiento 5 g de leche en polvo + 5 g de 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, $P=0.344$).

Ensayo 6. En Huimanguillo Tabasco, (Cuadro 4), donde se incluyó el ácido acetilsalicílico en una dosis mayor a la utilizada en General Terán Nuevo León, y en dos formas diferentes de liberación, se observó que cuando este ácido fue colocado en un vial con tapón de algodón, se obtuvo una presencia de depredadores (especies de Chrysopidae, Coccinellidae, Hemerobiidae, y Syphidae) en el árbol, significativamente mayor a la del resto de los tratamientos ($P=0.002$). En lo que respecta a parasitismo, el tratamiento testigo fue el que presentó el mayor número de pulgones parasitados; sin embargo, las diferencias no fueron estadísticamente diferentes ($P=0.059$). La presencia de un número mayor de pulgones parasitados en el testigo (Fig. 2), resultó a

consecuencia de una mayor cantidad de pulgones en los brotes infestados. Esto es explicable porque la actividad depredadora de los insectos atraídos redujo el número de pulgones en los otros tratamientos, mientras que los parasitoides se concentraron en el tratamiento testigo donde existieron brotes con una mayor disponibilidad de pulgones (Fig. 2 y 3).

La eliminación de colonias de pulgones ocurrió dentro de un rango de 51% en el tratamiento testigo, hasta 92% en los tratamientos 5 g de leche en polvo 5 g de azúcar, y ácido acetilsalicílico en vial con tapón de algodón, sin embargo, las diferencias entre tratamientos no fueron estadísticamente diferentes ($P=0.374$).

Al igual que en ensayos anteriores, se observó que, exceptuando al testigo, el resto de los tratamientos propiciaron el ataque a la plaga por los insectos benéficos y en ocasiones, ante la ausencia de éstos, el pulgón café presentó un crecimiento poblacional notorio, afectando los porcentajes del control ejercido por los enemigos naturales atraídos por los tratamientos y 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 ácido acetilsalicílico en vial con algodón y 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.

Ensayo 4. En General Terán (Cuadro 5), donde se evaluó el ácido acetilsalicílico, y su forma volátil, el salicilato de metilo, además del ácido fosfórico en dos concentraciones, se careció de efectos significativos entre tratamientos en la atracción de insectos depredadores adultos ($P= 0.341$), así como en la retención de éstos en el árbol (presencia de depredadores en estados inmaduros, $P=0.275$); sin embargo, los valores registrados mostraron las mayores tendencias de atracción y retención de depredadores por los diferentes tratamientos; esto, sugiere una evaluación futura de dosis de salicilato de metilo así como del ácido fosfórico; en este ensayo también es conveniente denotar los valores en la atracción de insectos benéficos que se presentaron en el tratamiento basado en 5 g de leche en polvo + 5 g de azúcar, lo cual generalmente también ocurrió en los estudios diversos realizados en esta fase del proyecto.

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 invernación, y microclimas apropiados (Wilson y Huffaker, 1971; Douthett, 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 la presente evaluación de alimentos suplementarios y atrayentes, aún cuando los insectos benéficos registrados en los diferentes ensayos realizados se presentaron en menores cantidades a las reportadas por Hagen y Bishop (1979) en alfalfa asperjada con alimentos suplementarios, representaron un incremento en el agrosistema cítricos, caracterizado por presentar poblaciones reducidas de tales organismos (López-Arroyo, 2001). Además, en forma notable, las dos especies de Chrysopidae más favorecidas 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, *Ocyrtamus* spp.), depredadores que manifiestan una gran voracidad sobre la plaga (Belliere y Michaud, 2001; Browning y Michaud, 2000; Michaud y Belliere, 2001). Actualmente, 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.

CONCLUSIONES

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 ácido acetilsalicílico y el salicilato de metilo producto limitan 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 significa un costo de \$5.00 por árbol, y un costo de \$100.00 si es asperjado en 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 (5 g de cada ingrediente) en 20 árboles/ha tendría un costo de \$1.41; por ha, el costo significaría \$11.00. Para proteger los tejidos

más susceptibles de ser infestados por la plaga durante la los periodos de brotación en los árboles sería recomendable realizar de tres a cuatro aspersiones/semana sin rebasar la dosis, para evitar el riesgo de desarrollo de fumagina si existe presencia de los hongos que la causan.

Como una estrategia adecuada para utilizar alimentos suplementarios que favorezcan la ocurrencia de enemigos naturales del pulgón café, es conveniente iniciar las aspersiones antes de que *T. citricida* inicie la colonización de la brotación de los cítricos, de este modo se asegura la presencia de insectos depredadores para eliminar las infestaciones iniciales de la plaga.

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.
- Denmark HA. 1990. A field key to the citrus aphids in Florida (Homoptera: Aphididae). Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Plant Industry, Gainesville, Florida. Entomology Circular No. 335. 2 p.
- 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 Niaze (Eds.) Biological control and insect pest management (Agricultural Science Publication 4096). University of California, Berkeley.

Hill, S.L. and M.A. Hoy. 2003. Interactions between the red imported fire ant *Solenopsis invicta* and the parasitoid *Lipolexis scutellaris* potentially affect classical biological control of the aphid *Toxoptera citricida*. Biological Control 27: 11-19.

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. Chem. Ecol. 30:1613-1628.

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.

Komazaki S. 1987. Growth and reproduction in the first two and summer generations of two citrus aphids, *Aphis citricola* van der Goot and *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) (Homoptera: Aphididae), under different thermal conditions. *Applied Entomology and Zoology* 23:220-227.

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.

Marroquín C., Olmos A., Gorris M.T., Bertolini E., Martínez M.C., Carbonell E.A., Hermoso de Mendoza A. y Cambra M. 2004. Estimation of the number of aphids carrying citrus tristeza virus that visit adult citrus trees. *Virus Research* 100: 101-108.

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.

- Mensha Robert, and Angela Singleton. 2002. The what, how and when of food sprays. *The Australian cotton grower* pp. 52-54.
- 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 pear psylla predators using dispensers with the synomone methylsalicylate. *Proceedings of the Section Experimental and applied Entomology of the Netherlands Entomological Society* 8: 177-182.
- Nordlund, 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.
- Peña-Martínez R., et al. 2001. Biología y Ecología de las principales cinco especies de áfidos (Homoptera: Aphididae) vectores del VTC. *Memorias del Simposium Internacional Virus Tristeza de los Cítricos*, Cd. Victoria, Tamaulipas México. pp. 93-106.

- 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.
- Rocha-Peña, M.A., R.F. Lee, R. Lastra, C.L. Niblett, F.M. Ochoa-Corona, S.M. Garnsey and R. K. Yokomi. 1995. Citrus tristeza virus and its aphid vector, *Toxoptera citricida*. Threats to citrus production in the Caribbean and Central and North America. *Plant Disease* 79: 437-445
- 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.
- Tsai, J.H., R.F. Lee, Y.H. Liu y C.L. Niblett. 1996. Biología y control del áfido negro de los cítricos (*Toxoptera citricida* Kirkaldy) y la tristeza de los cítricos. En: E.B. Radcliffe y W.D. Hutchison (eds.), *Texto mundial de MIP Radcliffe's*. <http://ipmworld.umn.edu>, Universidad de Minesota. St. Paul, MN.

- 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.
- Yokomi R.K., R. Lastra, S.M. Garnsey, R.F. Lee, C.L. Niblett and M.A. Rocha-Peña. 1992. Establishment of *Toxoptera citricida* (Homoptera: Aphididae) in Central America. Proceedings XIX International Congress of Entomology. Beijing, p. 392.
- Yokomi R.K., R. Lastra, M.B. Stoetzel, V.C. Damsteegt, R.F. Lee, S.M. Garnsey, T. R. Gottwald, M.A. Rocha-Peña and C.L. Niblett. 1994. Establishment of the brown citrus aphid (Homoptera: Aphididae) in Central America and Caribbean Basin and transmission of citrus tristeza virus. *Journal of Economic Entomology* 87(4): 1078-1085.
- Yokomi, R.K., P.A. Stansly, E.A. Rodríguez, and T.R. Gottwald. 1995. Chemical mitigation of brown citrus aphid populations in Puerto Rico. p. 75-76 in Proceedings of the Third International Workshop on Citrus Tristeza Virus and Brown Citrus Aphid in the Caribbean Basin: Management strategies. Lake Alfred, FL. University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences.
- Yokomi RK. 1995. Why the concern about spread of brown citrus aphids into new citrus areas? pp. 27-31. *In* Lee R, Roca-PeAa M, Niblett CL, Ocoa F, Garnsey SM, Yokomi RK, Lastra R (eds.). Citrus tristeza virus and the brown citrus aphid in the Caribbean Basin Management strategies. Proceedings of the Third International Workshop, University of Florida, Lake Alfred, FL.

APENDICE

Cuadro. 1. Abundancia de insectos depredadores en árboles de cinco años, de naranja Marrs, asperjados con alimentos suplementarios. General Terán N. L.

Tratamientos*	Insectos depredadores** (promedio \pm DS)			
	Ensayo 1		Ensayo 2***	
	Adultos	Estados inmaduros	Adultos	Estados Inmaduros
1 L. de agua (testigo)	0.8 \pm 1.3ab	0.1 \pm 0.3b	1.2 \pm 1.0a	3.8 \pm 1.6b
50 g de leche en polvo + 50 g de azúcar	2.4 \pm 1.3a	1.1 \pm 1.2a	0.5 \pm 0.8a	7.1 \pm 3.7a
50 g de levadura de cerveza en polvo + 50 g de azúcar	2.3 \pm 1.6a	0.7 \pm 1.0ab	1.1 \pm 1.1a	5.9 \pm 3.6ab
50 g de levadura de cerveza (panificación) + 50 de azúcar	0.5 \pm 1.1b	0.7 \pm 0.9ab	0.4 \pm 0.5a	6.1 \pm 4.5ab

*Se utilizó azúcar no refinada.

**Especies de Chrysopidae y Coccinellidae en 2 m² de follaje.

*** Se utilizaron 5 g de cada una de las sustancias.

Números seguidos por letras iguales en una misma columna, no son estadísticamente diferentes (Tukey, $\alpha=0.05$).

Cuadro. 2. Abundancia de insectos depredadores en árboles (> 20 años) de naranja Valencia, asperjados con alimentos suplementarios. Chiná, Campeche

Tratamientos*	Insectos depredadores** promedio \pm DS (n)		
	No. adultos	No. estados inmaduros	Infestación (%)
1 L. de agua (Testigo).	0.1 \pm 0.3b (10)	0.9 \pm 1.4 (10)	19.3 \pm 118.7 (10)
50 g de leche en polvo + 50 g de azúcar	1.8 \pm 2.2a (10)	1.1 \pm 1.1 (10)	1.9 \pm 56.2 (10)
50 g de levadura de cerveza en polvo +50 g de azúcar.	0.7 \pm 1.9ab (10)	0.8 \pm 0.9 (10)	20.6 \pm 89.0 (10)

* Se utilizó azúcar no refinada

** Especies de Chrysopidae y Coccinellidae en 2 m² de follaje.

Números seguidos por letras iguales en una misma columna, no son estadísticamente diferentes (Tukey, $\alpha=0.05$).

Cuadro. 3. Abundancia de insectos depredadores en árboles (cinco años y > 20 años de naranja Valencia, asperjados con alimentos suplementarios. General Terán, N. L.

Tratamientos*	Insectos depredadores** (promedio ± DS)			
	Ensayo 1 árboles de cinco años		Ensayo 2 árboles > 20 años	
	Adultos	Estados inmaduros	Adultos	Estados inmaduros
1 L. de Agua (Testigo)	2.8 ± 1.9	2.5 ± 1.7	3.5 ± 2.1	2.2±1.2
5 g de leche en polvo + 5 g de azúcar	1.7 ± 1.5	3.9 ± 1.8	4.7 ± 1.2	3.2±1.7
5 ml de ácido acetil salicílico en vial de vidrio.	2.2 ± 2.0	3.2 ± 2.3	2.7 ± 2.1	2.0±2.4
40 ml de proteína hidrolizada Winner® + 960 ml de agua	1.7 ± 1.0	4.2 ± 2.6	2.5 ± 1.3	1.0±0.8

* Se utilizó azúcar no refinada.

** Especies de Chrysopidae y Coccinellidae en 2 m² de follaje.

Números seguidos por letras iguales en una misma columna, no son estadísticamente diferentes (Tukey, $\alpha=0.05$).

Ensayo 1, adultos P=0.261; inmaduros P=0.198

Ensayo 2, adultos P=0.296; inmaduros 0.344

Cuadro. 4. Abundancia de insectos depredadores en árboles y sus efectos en colonias de *Toxoptera citricida* en cítricos asperjados con alimentos suplementarios. Huimanguillo, Tabasco.

Tratamiento*	Número promedio \pm DS (n)			
	No. depredadores	Parasitismo	Reducción de colonias (%)	% Control de infestaciones (IC 95%)
1 L. agua (Testigo).	0.4 \pm 0.7 (8) b	9.5 \pm 10.5 (8)	51.3 \pm 102.5 (8)	25 \pm
5 g de leche en polvo + 5 g de azúcar	0.1 \pm 0.3 (8) b	0.5 \pm 0.9 (8)	92.3 \pm 14.6 (8)	62.5 \pm
10 ml de ácido acetil salicílico en vial (1 cm diam.) de vidrio.	0.0 (8) b	2.9 \pm 2.9 (8)	88.2 \pm 28.0 (8)	62.5 \pm
10 ml de ácido acetil salicílico en vial (2 cm diam.) 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

* Se utilizó azúcar no refinada

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, $\alpha=0.05$).

Depredadores: P=0.002; Parasitoides = 0.059. Colonias: P=0.37

Cuadro. 5. Abundancia de insectos depredadores en árboles de naranja Marrs asperjados con alimentos suplementarios.

Tratamiento*	Insectos depredadores** (promedio±DS)	
	No. adultos	No. estados Inmaduros
1 L. de agua (testigo).	1.9± 1.9 (8)	2.2 ± 1.9 (8)
5 g de leche en polvo + 5 g de azucar.	2.2± 2.6 (8)	4.6 ± 2.5 (8)
5 ml de ácido acetil salicílico en vial (un cm diam.) de vidrio.	3.6 ± 2.1 (8)	2.5 ± 1.8 (8)
5 ml de salicilato de metilo en vial (un cm diam.) de vidrio.	3.5 ± 1.7 (8)	4.0 ± 3.4 (8)
1 ml de ácido fosfórico en vial (un cm diam.) de vidrio.	2.4 ± 2.2 (8)	5.7 ± 6.3 (8)
1 ml de ácido fosfórico en vial (un cm diam.) de vidrio.	2.0 ± 1.2 (8)	3.6 ± 2.6 (8)

* Se utilizó azúcar no refinada

**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, $\alpha=0.05$).

Adultos P= 0.341, inmaduros p=0.275

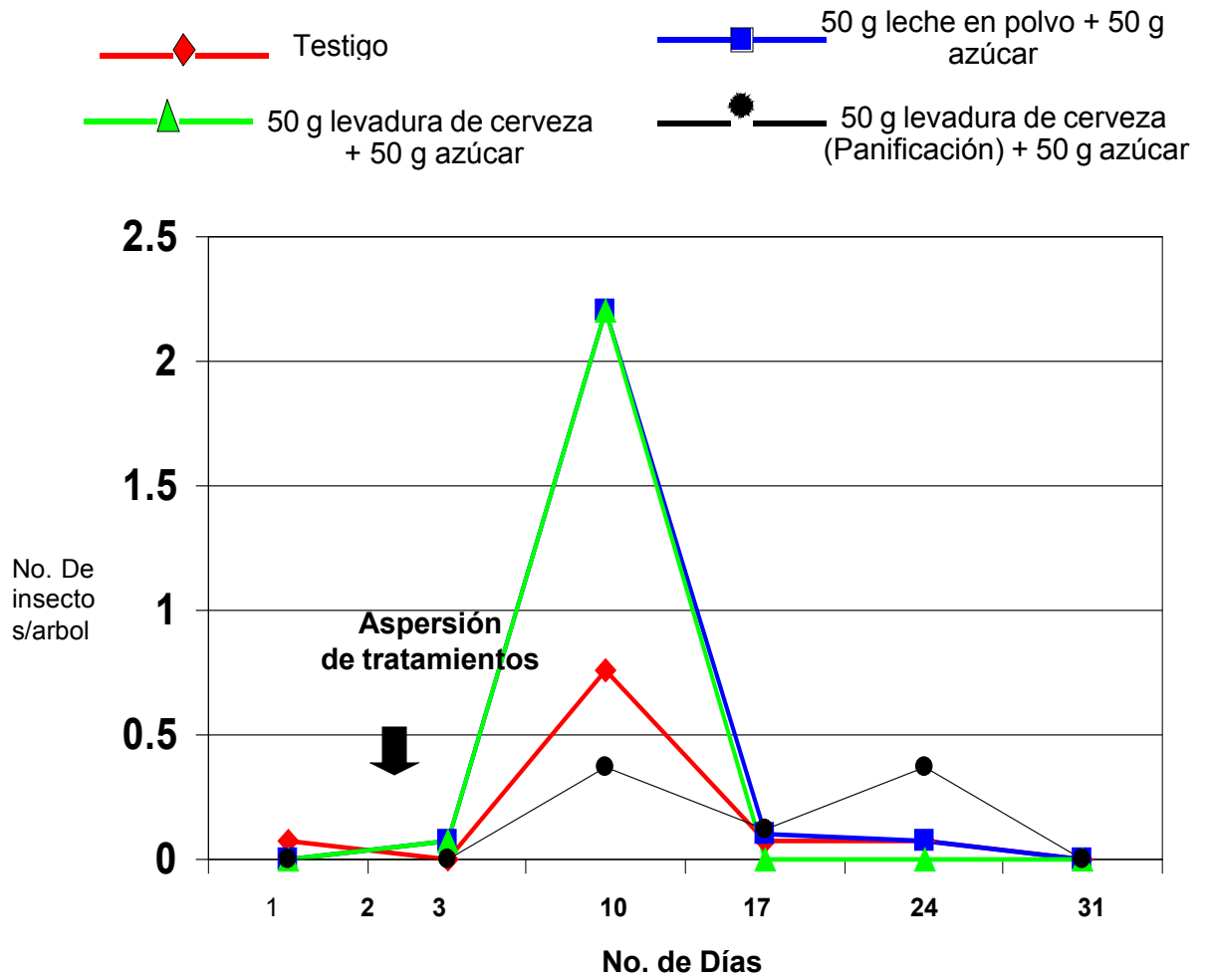


Fig. 1. Insectos depredadores adultos (Chrysopidae y Coccinellidae) atraídos a los árboles de naranja asperjados con alimentos suplementarios. General Terán, N. L.

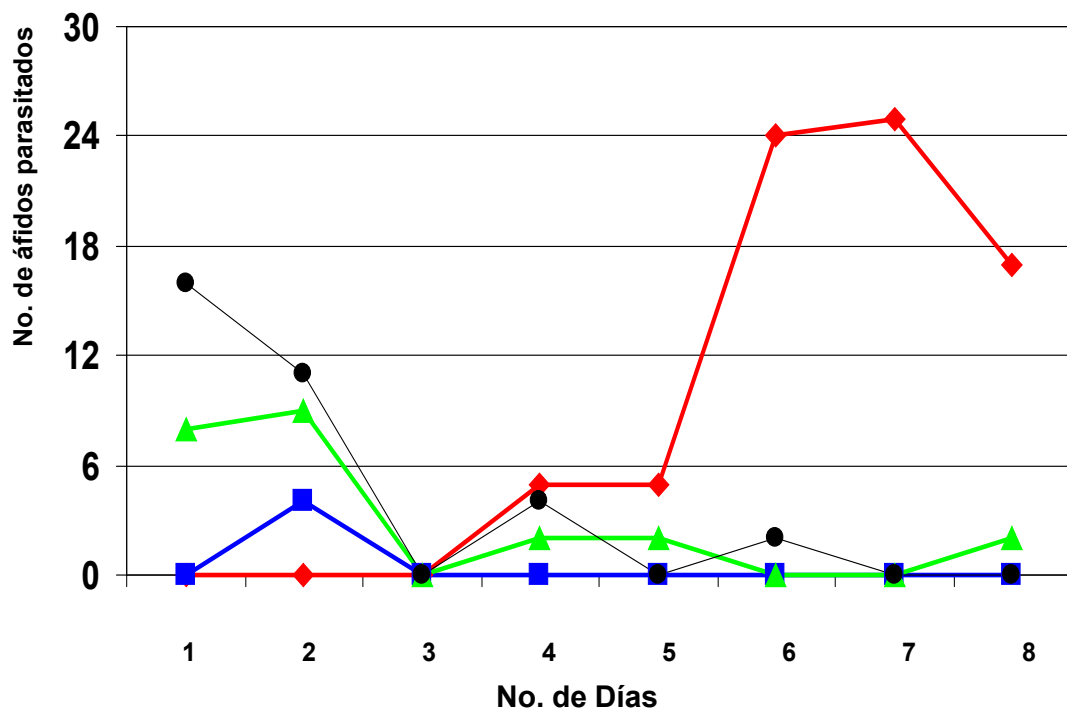
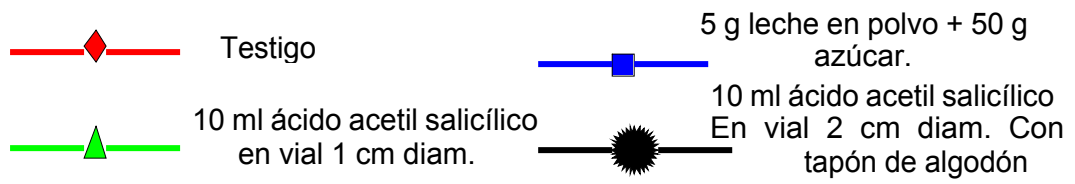


Fig. 2. Número de pulgones café parasitados por himenópteros en brotes de naranja con atrayentes o alimentos suplementarios. Huimangillo, Tabasco

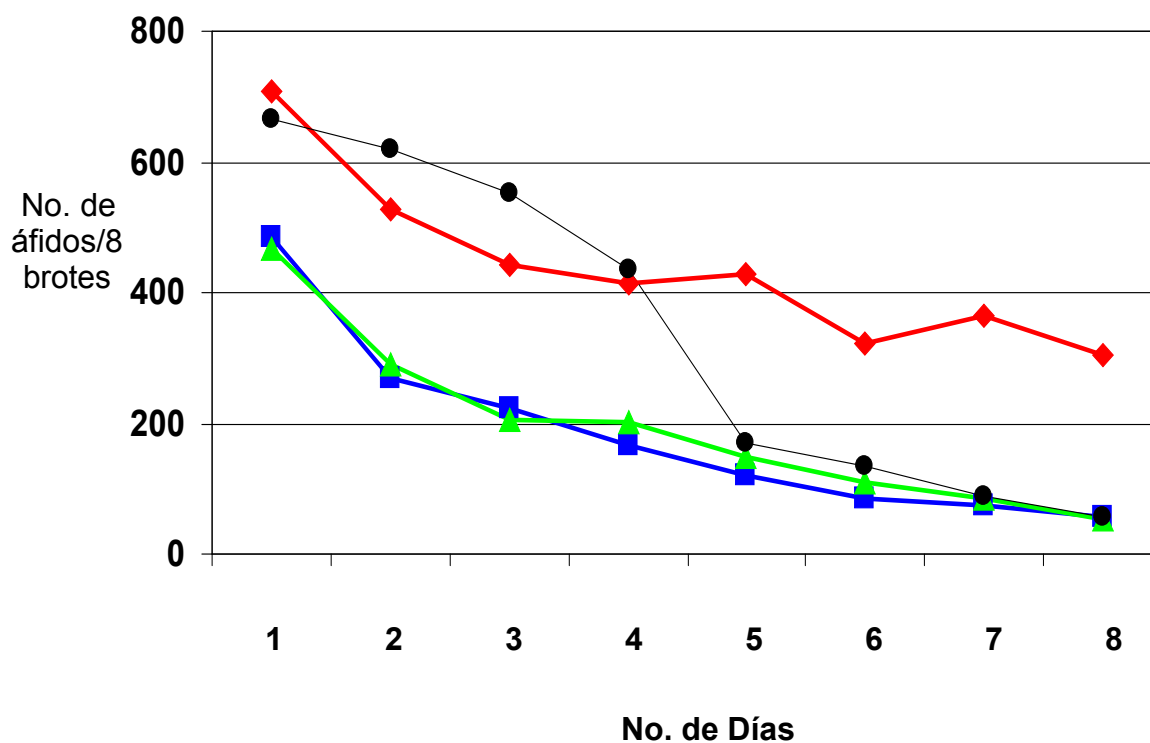
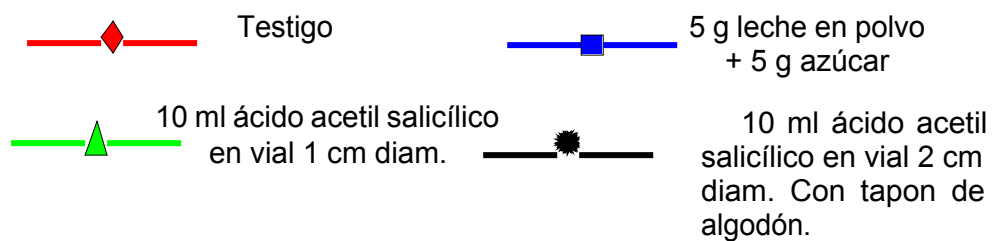


Fig. 3. Presencia de pulgón café de los cítricos en brotes de naranja asperjados con atrayentes o alimentos suplementarios de enemigos naturales. Huimanguillo, Tabasco.