

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
" ANTONIO NARRO "**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**



**EFFECTO DE LA MALEZA EN DEPREDADORES AFIDÓFAGOS  
ASOCIADOS A CÍTRICOS**

**POR:**

**SANTIAGO DANIEL TORRES HERNÁNDEZ**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO  
DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO.  
NOVIEMBRE DE 2006**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

**DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**

**EFFECTO DE LA MALEZA EN DEPREDADORES AFIDÓFAGOS  
ASOCIADOS A CÍTRICOS**

Presentada por:

**Santiago Daniel Torres Hernández**

**TESIS**

Que se somete a consideración del jurado examinador como requisito parcial  
para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

**Aprobado por el Comité de Sinodales:**

**Presidente**

**Vocal**

**Dr. Reynaldo Alonso Velasco**

**Dr. J. Isabel López Arroyo**

**Vocal**

**Vocal**

**Ing. Eliseo S. González Sandoval**

**M. C. Jesús R. Valenzuela García**

**Coordinador de la División de Agronomía**

**M. C. Arnoldo Oyervides García**

**Saltillo, Coahuila, México.  
Noviembre de 2006**

## **Dedicatoria**

A Dios por brindarme las fuerzas para salir adelante, por que gracias a el tuve fe en mucha gente que me ayudó y soportó durante toda mi carrera y mas que nada por darme la mejor familia del mundo.

A mis padres: Santiago Torres Trejo

Simona Hernández del Ángel

Por tener la fortuna de ser hijo de ellos, porque ante muchas circunstancias me dieron educación, por darme tanta confianza y comunicación, pues pienso que son de los valores más importantes para una magnifica relación de familia, por dejar que estudiara lo que a mí me gusta, por eso pido a dios que me los cuide y bendiga toda su vida.

A mis abuelitos: Víctor, Raquel

Arnulfo (†), Macrina

Aunque ya no exista uno de ellos siempre lo llevaré en el corazón, pero al igual que los otros tres agradezco sus consejos, ayuda económica pero sobre todo ayuda emocional y confianza para salir adelante.

A mi hermana: Raquel

Por que además de ser mi hermana es mi amiga, por su apoyo incondicional que siempre lo necesité para salir adelante.

A mis tíos: Chofa y su esposa Laura, Neto y su esposa Olivia, Mate y su esposa Elisa, Aurelia y su esposo Claudio, Irene y a su esposo Genaro, Tere, Ofelia y a su esposo Ricardo.

Dora, Teodula, Tina (†) y a su esposo Lorenzo (†), Luisa (†), Ferrer (†) y a mi madrina Meli, Rafa y a su esposa Leti, Enrique y a su esposa Felipa.

Por apoyarme económica y moralmente de corazón y además por ser muy buenas personas conmigo y con mi familia.

Aunque quiero hacer una pequeña referencia pero muy especial para mi, ya que fueron mis padres más cercanos durante mi carrera, por su gran ayuda y comprensión para salir adelante muchas gracias familia Torres Coronado.

A mis primos: Por apoyarme siempre moralmente con sus consejos y por comportarse como amigos cuando estoy con ellos.

A mi novia: Argelia

Por su respeto y comprensión cuando es necesario, por llenar de felicidad cada uno de los momentos que pasamos juntos, y sobre todo por brindarme la confianza que soporta nuestra feliz relación, te amo pequeña.

A mis amigos: Chalol, Poncho, Víctor.

Por brindarnos confianza para estudiar pero sobre todo para salir adelante.

A mis amigos de la UAAAN: Lalo, Armando, José Luis, Fernando Amigón, Adrián, Zayra, Deisy, Ceci, Osiel, José Juan, Víctor Manuel, Cruz, Raúl, Rosa, Yaris, Lolis, Magda, el ches, Rubén, Juan Carlos, José, Gabriel, Armando, Conchis, Toto, Tariacuri,, Fernando, Estela, Paola, Kenya, Betty, Marina, Leo.

A mis amigos del Americano: a mi compadre Lalo, Arturo, Galileo, Marco Antonio, Carlos, Gustavo, Luis, Pablito, Roberto, Cesar, Gabino, en especial a los coachs al enseñarme que en esta vida como en el deporte para triunfar se hace mucho sacrificio, dedicación y constancia, gracias coachs (Jaime Contreras, Roberto, Roberto Betancourt, Juan Javier González, Guadalupe Valero, Raúl Betancourt).

A mis amigos de Saltillo: a Doña Micaela y a Don Nicolás, y a sus hijos Alberto y Santiago agradeciéndoles la estancia en su casa y sobre todo el amable trato que me dan.

A Doña Guillermina y a Don Pedro que con sus actos y su confianza incondicional me han apoyado.

A la banda de La Panteones: Miguel, Santiago, Alberto, Héctor, Marcos, Ricardo, Daniel.

Al Ing. Manuel Burciaga y familia: Por haberme brindado una bonita amistad.

Al Ing. Arnoldo Oyervides García: Por haberme facilitado y abrirme las puertas en su proyecto de investigación sobre adaptación de maíces en el trópico.

## **Agradecimiento**

A MI ALMA MATER; Gracias a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por brindarme la oportunidad de haberme preparado profesionalmente y sentar las bases para tener un trabajo digno.

Al Dr. Reynaldo Alonso Velasco. Por brindarme todo su apoyo y sus conocimientos para el desempeño del presente trabajo de investigación que se llevó acabo.

Al Dr. José Isabel López Arroyo. Elemento fundamental por facilitar todos sus conocimientos y estar al borde en tiempo y persona para que esta investigación se haya logrado.

Al Ing. Eliseo S. González Sandoval. Por su apoyo y colaboración oportuna de asesoramiento para la revisión del presente trabajo de investigación.

Al M. C. Jesús R. Valenzuela García. Por su gran amistad, por sus consejos de superación y la disponibilidad para la revisión del presente trabajo.

Se agradece también al Campo Experimental General Terán, Nuevo León, del INIFAP por el apoyo recibido para realizar la presente investigación.

Agradecer que este estudio fue financiado con recursos del proyecto CONACY-SAGARPA 2002-C01-1249 "Control biológico del pulgón café de los cítricos en México: Uso de depredadores y entomopatógenos nativos".



## Índice de contenido

Dedicatoria.....	i
Agradecimiento.....	ii
Índice de contenido.....	iii
Índice de cuadros.....	ix
Introducción.....	1
Objetivos.....	2
Hipótesis.....	2
Revisión de Literatura.....	3
Potencial de los depredadores <i>Ceraeochrysa</i> y especies de Coccinellidae para el control de <i>Toxoptera citricida</i> .....	5
Diversidad vegetal y uso de alimentos suplementarios para el manejo de poblaciones de sírfidos y otros enemigos naturales.....	7
Diversidad y estabilidad de ecosistemas.....	8
Definición de conceptos.....	8
Relación Diversidad-Estabilidad.....	9
El dogma ecológico.....	9
Diversidad de los cultivos agrícolas.....	10
Ventajas de la diversificación agrícola.....	10
Efecto de la diversificación agrícola en los enemigos naturales.....	11
Desventajas de la diversificación agrícola.....	12
Medios de diversificación agrícola y efecto en poblaciones insectiles.	13
Diversificación con cultivos agrícolas.....	13

Diversificación con plantas silvestres (Diversidad fuera del cultivo)...	14
Diversificación con maleza.....	15
Materiales y Métodos.....	17
Resultados y Discusiones.....	19
Conclusiones.....	29
Literatura citada.....	30

## Índice de cuadros

Cuadro 1. Especies vegetales encontradas dentro de las hileras.....	19
Cuadro 2. Especies vegetales encontradas entre las hileras .....	20
Cuadro 3. Efecto de la presencia de maleza en la abundancia de artrópodos benéficos en árboles de cítricos.....	22
Figura 1. Fluctuación poblacional de arañas bajo diferentes sistemas de diversificación del huerto citrícola.....	23
Figura 2. Fluctuación poblacional de insectos depredadores (Chrysopidae y Coccinellidae) bajo de diferentes sistemas de diversificación del huerto citrícola .....	26
Figura 3. Precipitación pluvial mensual y temperatura media mensual en una huerta de cítricos en el 2004.....	28

## Introducción

Actualmente, la región citrícola del noreste del país se encuentra en riesgo de ser invadida por el pulgón café de los cítricos, *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) (Homóptera: Aphididae), plaga que invadió la Península de Yucatán durante el mes de febrero de 2000 (Michaud y Álvarez, 2000). *T. citricida* es el vector más eficiente del virus tristeza de los cítricos. Este fitopatógeno ocasiona generalmente la muerte del árbol atacado y ha causado grandes pérdidas económicas en los países en los que se ha presentado (Lee *et al.*, 1992). En el continente Americano, la especie se encuentra presente en las zonas citrícolas de Centro y Sud América, Islas del Caribe, y Florida, E.U.A. (Michaud, 1998). En México, informes sobre el avance de la plaga la ubican en los municipios del sur de Veracruz y recientemente en Oaxaca. De los países donde la citricultura regional a sido invadida por *T. citricida*, solo en la región citrícola de Florida, E.U.A., se ha indicado un uso exitoso del control biológico de la plaga; esto principalmente a través de la conservación de enemigos naturales (Michaud, 2002). En el presente estudio se explora el aumento y conservación de artrópodos depredadores con potencial de atacar a la plaga en árboles de cítricos, a través de la diversificación vegetal del huerto, obtenida principalmente por una regulación en la presencia de la maleza.

En el estado de Nuevo León, para favorecer la incidencia y permanencia de artrópodos benéficos en los árboles cítricos, se ha optado por incrementar la diversidad vegetal del huerto citrícola. La diferencia en la riqueza de especies de plantas puede afectar la ecología de insectos herbívoros a través de un

número diferente de mecanismos. Dentro de estos se encuentra la interferencia física de la colonización del cultivo y la dificultad mayor de los insectos para encontrar un huésped, en situaciones donde la planta alimenticia se encuentra dispersa entre otra vegetación. Además, la diversificación del cultivo puede actuar como un medio para inhibir la orientación visual y olfatoria del insecto plaga, así como para afectar su reproducción (Cromartie, 1981; Kemp y Barrett, 1989). No obstante lo anterior, frecuentemente los sistemas de cultivo diversificados son señalados por presentar mayor abundancia y diversidad de enemigos naturales de las plagas, por lo cual éstos son más efectivos en controlar los diferentes artrópodos nocivos que inciden en las plantas.

### **Objetivo**

El objetivo del presente estudio fue el de favorecer el aumento y conservación de artrópodos depredadores en árboles de cítricos a través de la diversificación vegetal del huerto, obtenida principalmente por una regulación en la presencia de la maleza.

### **Hipótesis**

La diversificación vegetal del huerto citrícola está asociado a un incremento en la presencia y permanencia de artrópodos depredadores con potencial de atacar al pulgón café de los cítricos, *Toxoptera citricida*.

## Revisión de Literatura

Una estrategia para el manejo del pulgón café de los cítricos, vector del virus de la tristeza de los cítricos (VTC), la cual podría incluirse fácilmente en el manejo integrado del complejo virus-vector, es el control biológico del insecto. Los estudios existentes a nivel mundial en esta área señalan el posible potencial de éste (Halbert y Brown, 1996; Michaud, 1998); sin embargo, sólo se ha explotado el uso de entomopatógenos (Rondón *et al.*, 1981; Poprawski *et al.*, 1999) y parasitoides (Yokomi y Tang, 1996; Deng y Tsai, 1998). La utilización de este último grupo de agentes ha sido considerado un fracaso para el control del pulgón café de los cítricos en Florida (Michaud y Browning, 2002). Una opción más para el control biológico de *T. citricida*, es el uso de depredadores generalistas y hongos entomopatógenos como enemigos naturales del vector del VTC (Michaud, 2000; Michaud y Belliure, 2001; Michaud y Browning, 2002).

Los insectos depredadores del género *Ceraeochrysa* (Neuróptera: Chrysopidae) constituyen una excelente alternativa para el control biológico de *T. citricida*. Estos depredadores, al igual que otros crisópidos de gran importancia para la agricultura (e.g., *Chrysoperla*), son reconocidos como eficientes afidófagos. Además, *Ceraeochrysa* presenta ventajas sobre estos notables enemigos naturales: 1) Tienen mecanismos para defenderse de sus propios enemigos naturales, por lo que sus poblaciones no son diezmadas drásticamente por este factor (Smith, 1922; Muma, 1959a, b; Masters y Eisner, 1990; Eisner *et al.*, 1994). 2) Presentan una gran distribución en México y una

relativa riqueza de especies (Tauber y De León, 2001). 3) En la naturaleza ciertas especies de *Ceraeochrysa* están fuertemente asociadas a los cítricos (Muma, 1957, 1959a, b; Núñez, 1988 a, b). 4) Varias especies de *Ceraeochrysa* han sido observadas atacando al pulgón café de los cítricos (Michaud, 1998). Los hábitos de este depredador, aunados a su gran voracidad para consumir áfidos, así como la disponibilidad de tecnología para su producción masiva (López-Arroyo *et al.*, 1999a,b,c, 2000), hacen factible contemplarlo como un excelente candidato para utilizarlo en el control biológico de *T. citricida*.

Aunado a *Ceraeochrysa*, existen varias especies de coccinélidos nativos (Coleóptera: Coccinellidae) que también han demostrado actividad depredadora de *T. citricida*, ya que además poseen características que pueden ser aprovechadas para ser producidos en crías masivas de estos insectos (Chambers y Adams, 1986; Michaud y Browning, 2000, 2002). Otro grupo de depredadores con potencial para atacar a *T. citricida* son las especies de sírfidos (Diptera: Syrphidae) (Michaud y Belliure, 2001; Belliure y Michaud, 2001); sin embargo, debido a las dificultades para implementar crías masivas de estos insectos, se requiere de alternativas de conservación para su aprovechamiento en campo (Chambers y Adams, 1986; Sutherland *et al.*, 2001), Como es la manipulación de poblaciones naturales de sírfidos, mediante el uso aspersiones de atrayentes y alimentos suplementarios (Bunderberg y Powell, 1992), y a través del establecimiento de plantas que favorezcan la presencia de estos importantes depredadores de áfidos en los cítricos (Sutherland *et al.*, 1999; Browning y Michaud, 2000).

**Potencial de los depredadores *Ceraeochrysa* y especies de Coccinellidae para el control de *Toxoptera citricida*.**

El género *Ceraeochrysa* (Neuroptera: Chrysopidae) es exclusivamente Americano y neotropical, con un rango geográfico de sus especies desde el sur de Canadá hasta el extremo sur de Chile en Sud América (Adams, 1982; Brooks y Barnard, 1990). Actualmente, existen alrededor de 40 especies descritas de *Ceraeochrysa*; de éstas, dieciséis se encuentran presentes en México (Tauber y De León, 2001).

Las especies de *Ceraeochrysa* ocurren en habitats diversos, por ejemplo: bosques de clima húmedo y seco, pastizales, huertos frutícolas y en cultivos anuales y perennes (Muma, 1959; Adams, 1992; Olazo, 1987; Brooks y Barnard, 1990). Las larvas de *Ceraeochrysa* depredan artrópodos de cuerpo blando y sus huevos, generalmente incluyendo una gran cantidad de plagas económicamente importantes. Los adultos se alimentan de polen y mielecilla (Smith, 1922; Muma, 1959 a, b; Brooks y Barnard, 1990; Dean y Schuster, 1995). Debido a la frecuente y muy fuerte asociación de estos depredadores con plagas en diversos sistemas de cultivo, las especies de *Ceraeochrysa* parecen ser importantes enemigos naturales y excelentes candidatos para su uso en programas de control biológico. Por ejemplo, *Ceraeochrysa cubana* (Hagen), la cual ocurre en una gran variedad de cultivos, tiene un gran potencial para ser criada masivamente, así como para manipular sus



poblaciones bajo condiciones de campo (Muma, 1959; López-Arroyo *et al.*, 1999a, b, c). En laboratorio, ha sido producida como una dieta larval basada en *T. citricida* (Venzon *et al.*, 1996). *C. cubana* es también tolerante a varios insecticidas (Mattioli *et al.*, 1992; Carvalho *et al.*, 1994), una característica que incrementa su valor para su uso en el manejo integrado de plagas. En adición, las especies de *Ceraeochrysa* generalmente parecen bien defendidas contra sus propios enemigos naturales, por lo cual, en comparación con otros depredadores producidos comercialmente, son menos vulnerables a la depredación ejercida por otros grupos de insectos, por ejemplo: las larvas son crípticas; se cubren con restos de los presas, secreciones cerosas, exuvias y diferentes partes de las plantas (Smith, 1992; Muma, 1959; Eisner y Silberglied, 1998; Mason *et al.*, 1991); los adultos defienden químicamente sus huevos (Eisner *et al.*, 1994) y tienen habilidad para escapar de las telarañas (Masters y Eisner, 1990). Además, las especies *Ceraeochrysa cincta*, *C. cubana* y *C. smithi* tienen un gran potencial para ser producidas en México (López-Arroyo *et al.*, 1999a, b, 2000), por lo que su aprovechamiento en el control biológico de *T. citricida* podría ser relativamente rápido.

Varias especies de Coccinellidae (Coleoptera) frecuentemente son señalados por presentarse asociados a cítricos (Michaud, 1998; López-Arroyo, 2001), donde atacan un amplio rango de especies de áfidos, incluyendo a *T. citricida* (Michaud, 1998, 2000; Michaud y Browning, 2002). La presencia en México de *Cycloneda sanguínea*, *Hippodamia convergens*, y *Olla v-nigrum* en cítricos (López-Arroyo, 2001), además de la gran voracidad de éstos insectos para consumir áfidos, así como la factibilidad de desarrollar tecnología para su

producción masiva, hacen factible contemplarlos como excelentes candidatos para utilizarlos en el control biológico del pulgón café de los cítricos (Michaud, 2000).

### **Diversidad vegetal y uso de alimentos suplementarios para el manejo de poblaciones de sífidos y otros enemigos naturales.**

La diferencia en la riqueza de especies de plantas puede afectar la ecología de los insectos herbívoros a través de un número diferente de mecanismos (Risch, 1980; Shelton y Edwards, 1983). Dentro de éstos se encuentra la interferencia física de la colonización del cultivo y la dificultad mayor de los insectos para encontrar un huésped, en situaciones donde la planta alimenticia se encuentra dispersa entre otra vegetación (Root, 1973; Cromartie, 1981; Capinera *et al.*, 1985). Además, la diversificación del cultivo puede actuar como un medio para inhibir la orientación visual y olfatoria del insecto plaga, así como para afectar su reproducción (Cromartie, 1981; Kemp y Barrett, 1989).

No obstante lo anterior, frecuentemente los sistemas de cultivos diversificados son señalados por presentar mayor abundancia y diversidad de enemigos naturales de las plagas, por lo cual éstos son más efectivos en controlar los diferentes artrópodos nocivos que inciden en las plantas (Risch *et al.*, 1983; Price, 1987; Russell, 1989; Smith y McSorley, 2000). En lo que respecta a los sífidos afidófagos, la selección de sistemas de diversificación

del huerto cítrico es crítica, ya que se podría afectar la incidencia de larvas de sírfidos en el árbol; esto debido a que la hembra en estado adulto presenta fases de selección de sitios de ovoposición y la propia ovoposición, que son estimuladas por una serie de procesamientos de señales sensoriales provenientes del tamaño, densidad y color del grupo de vegetación, además del tamaño de la colonia de áfidos y la presencia de mielecilla (Sutherland *et al.*, 1999, 2001). La diversificación del huerto cítrico debe contemplar la presencia de especies vegetales como *Ambrosia artemisiifolia*, *Bidens pilosa*, *Chenopodium botrys*, *Solarium americanum*, *Taraxacum* sp. , señaladas por favorecer la incidencia de sírfidos depredadores (Browning y Michaud, 2000).

La respuesta arriba citada de los sírfidos depredadores a la mielecilla de los áfidos (Budenberg y Powell, 1992; Sutherland *et al.*, 1999, 2001), representa una opción excelente para aprovechar la presencia de poblaciones naturales de estos importantes depredadores, ya que la manipulación en campo de los sírfidos podría intentarse con productos artificiales utilizados exitosamente con otros depredadores que son también atraídos por la mielecilla de los áfidos (Hagen *et al.*, 1971, 1976; Mensah, 1997).

## **Diversidad y Estabilidad en Ecosistemas**

### **Definición de conceptos.**

Los términos de diversidad y estabilidad son comúnmente utilizados en Ecología para expresar aspectos de organización de ecosistemas (Margalef, 1969). La noción de diversidad posee sus raíces en consideración de la riqueza y variedad de especies en una comunidad (Margalef, 1969; van Emden y Williams, 1974); en realidad es resultado de la función del ecosistema y aparece como una propiedad instantánea (Margalef, 1969). La estabilidad, en forma general, es definida como el tiempo de persistencia de un estado de equilibrio (van Emden y Williams, 1974); en términos cotidianos, un sistema es considerado estable, si cuando cambia de un estado firme, éste desarrolla fuerzas que tiendan a restaurar su condición original (Margalef, 1969).

### **Relación Diversidad – Estabilidad: El dogma ecológico.**

Desde que en 1857 el filósofo Herbert Spencer propuso que la tendencia hacia la diversidad resultaba en estabilidad (Pimentel, 1961; van Emden y Williams, 1974), la idea se popularizó hasta el extremo de convertirse en un dogma ecológico de gran aceptación hasta la década de los 70's (van Emden y Williams, 1974; Levins y Wilson, 1980). Los principios ecológicos por los cuales la diversidad de especies o complejidad de comunidades estabiliza conjuntos ecológicos, fue reconocida por los investigadores desde inicios de 1900 (Pimentel, 1961); sin embargo, los principios fueron expuestos y señalados más fuertemente después de la Segunda Guerra Mundial. La idea fue sumariada señalando que las cadenas alimenticias de interacciones entre los niveles tróficos actuaban más efectivamente para resistir cambios en la

abundancia de especies individuales, en comparación con cadenas alimenticias simples (Risch, 1987).

La agricultura y silvicultura constituyeron los ejemplos utilizados para apoyar la teoría y al mismo tiempo en ambas se tuvieron las aplicaciones más prácticas (Pimentel, 1961), hasta alcanzarse la resultante de la simplificación agrícola, poseía conexión con muchos de los problemas ocasionados por plagas (van Emden y Williams, 1974; Nordlund *et al.*, 1984); estableciéndose así el conocimiento de que mediante la diversificación de agroecosistemas, se reducirían los problemas por éstas (Risch, 1980). Con lo anterior, el sentido del dogma fue establecido dentro de la teoría ecológica con el objeto de mejorar el control de plagas (Pimentel, 1961).

### **Diversificación de los cultivos agrícolas**

### **Ventajas de la diversificación agrícola**

Los sistemas de cultivo diversificados presentan ventajas definidas sobre los monocultivos, principalmente en cuanto a obtención de nutrientes del suelo, estabilidad de rendimientos a través del tiempo, control de plagas y mejores beneficios económicos (Kass, 1978); además, Vandermeer (1990) considera que rinden más, protegen contra riesgos, utilizan mejor los recursos disponibles, uniformizan la distribución de requerimientos de labores, y proveen una dieta más balanceada.

Con respecto a los rendimientos en producción, en general, en las mezclas de cultivos son más bajos que los existentes en los monocultivos (por planta); sin embargo, en los policultivos los rendimientos frecuentemente son mayores cuando se estiman en base a la unidad de tierra cultivada (Andow, 1983); respecto a esto, Trenbath (1974 citado por Amador y Gliessman, 1990) señala que de 572 cultivos en mezclas experimentales, el 66% mostraron un rendimiento total que no fue diferente a la suma de las áreas equivalentes sembradas en monocultivo.

### **Efecto de la diversificación agrícola en los enemigos naturales.**

Los recursos esenciales provistos por los sistemas diversificados, para los enemigos naturales, difieren entre las especies (Rabb et al . , 1976); sin embargo, pueden ser categorizados en:

a) Disponibilidad de alimentos. Esto usualmente es más fácilmente realizado en las comunidades vegetales diversas, debido a que éstas generalmente poseen una variación espacial y temporal de recursos alimenticios totales mas uniformes; lo cual incrementa la efectividad de los enemigos naturales (Andow y Risch, 1985); cuya permanencia es asegurada a través del mantenimiento de poblaciones pequeñas de la plaga objetivo, durante periodos extendidos de tiempo (Powell, 1986).

Los sistemas de cultivo diversos también proveen de agua (Rabb et al . , 1976) y de huéspedes o presas alternantes o alrededor del cultivo (Powell,

1986; Herzog y Funderburk, 1987). Algunas veces, estos contribuyen a asegurar la sobrevivencia de las poblaciones viables de enemigos naturales en una región, año tras año (Powell, 1986; Van Emden, 1990).

Muchos depredadores y parasitoides adultos requieren de fuentes de alimento, principalmente en la forma de néctar y polen para sobrevivir y reproducirse (Messenger *et al.*, 1976; Powell 1986; Herzog y Funderburk, 1987). Parasitoides adultos provistos de fuentes de néctar, han demostrado incrementos en longevidad, fecundidad y tasas de ataque, en comparación con testigos sin alimentar (Powell, 1986). El néctar es considerado un recurso crítico para los parasitoides hembras, ya que constituye la fuente de energía para el desarrollo de la actividad de búsqueda de huéspedes. Dichos efectos, frecuentemente fortalecen la respuesta funcional y numérica de los enemigos naturales (Price *et al.*, 1980).

b) Disponibilidad de habitats especiales. Los sistemas de cultivo diversificados usualmente también proveen de mejores refugios para los enemigos naturales, así como de sitios para invernar y áreas para anidaje y reproducción (Rabb *et al.*, 1976; Powell, 1986; Herzog y Funderburk, 1987).

### **Desventajas de la diversificación agrícola**

Los cultivos diversificados son señalados por dificultar la cosecha y otras operaciones mecanizadas (Kass, 1978). Además, no todos los intentos por manejar poblaciones plaga a través de la diversidad vegetal han sido exitosos;

existen casos donde la situación ha sido empeorada. En la mitad de éstos, los factores responsables de la deterioración en la situación de la plaga, no han sido claros o probablemente no investigados. En algunos casos donde se intentan varias explicaciones, éstas no fueron convincentes, ya que raramente llegaron a estar soportadas por observaciones científicas (Baliddawa, 1985).

Cuando se carece de una diversificación agrícola planeada, los efectos de la diversidad en las poblaciones de herbívoros pueden ser revertidos. Risch (1980) encontró que al adicionar una planta huésped en el policultivo, la plaga especialista presentaba poblaciones más altas en estos sistemas de cultivo. En lo referente a enemigos naturales, se considera que la presencia de otras plantas en los cultivos podrían interferir en la localización de huéspedes/presas, especialmente si utilizan una señal visual u olfatoria similar a la de éstos, lo cual reduciría la efectividad de búsqueda (Risch *et al.*, 1982; Andow y Risch, 1985; Powell, 1986).

### **Medios de diversificación agrícola y efecto en poblaciones insectiles.**

#### **Diversificación con cultivos agrícolas.**

El intercalamiento o mezclas de cultivos frecuentemente producen un incremento natural en la actividad de los depredadores, y altos niveles de parasitismo en poblaciones de plagas, en comparación con los monocultivos respectivos (Powell, 1986; Herzog y Funderburk, 1987). Altieri (1984b) señala que si otro cultivo es adicionado al sistema, la complejidad estructural y la



variedad de recursos alimenticios debe incrementarse para permitir la coexistencia de más especies de insectos. Alternativamente, Matteson *et al.* (1984) denotan que una especie vegetal en un cierto policultivo, puede servir como huésped alternante y así proteger a otro más susceptible o más económicamente valioso, de daños mayores.

### **Diversificación con plantas silvestres (diversidad fuera del cultivo).**

La abundancia y distribución de enemigos naturales en el cultivo puede ser afectada por las plantas silvestres, particularmente por las especies cercanas o lejanas (cuando son enemigos naturales voladores muy activos) a los márgenes del cultivo (van Emden, 1990). Frecuentemente ha sido encontrado que la vegetación silvestre adyacente a los campos de cultivo, constituye una fuente importante para la colonización y recolonización, por enemigos naturales, de los campos de cultivo sujetos a disturbios continuos (Altieri y Letourneau, 1984; Baliddawa, 1985).

Las plantas silvestres localizadas fuera del cultivo pueden influenciar la eficiencia de los enemigos naturales dentro del cultivo al proporcionarles fuentes de alimento para adultos, presas/huéspedes alternas y refugio. Cuando la vegetación silvestre adyacente al campo del cultivo es restringida, los enemigos naturales sufren de estos factores (Altieri Letourneau, 1984); sin embargo son favorecidos si existe una reducción en el manejo de dichos habitats (Baliddawa, 1985).

### **Diversificación con maleza.**

La extensión de la cultura de la maleza no ha sido bien documentada (Andow, 1983); sin embargo, indicios de su uso han sido registrados en el Sureste de México, donde los campesinos realizan la distinción de buen monte para la maleza que no necesita ser removida y mal monte para la que sí lo requiere (Amador y Gliessman, 1990).

Las malezas constituyen componentes importantes en los agroecosistemas, los cuales afectan la biología de plagas e insectos benéficos en varias formas, tales como la provisión de flores, presas alternantes, modificación del microclima del cultivo, producción de estímulos químicos, alteración de la colonización del medio, etc. (Altieri *et al.*, 1977; Altieri y Whitcomb, 1979); además de mejorar la posibilidad de que el cultivo escape al daño de las plagas (Baliddawa, 1985).

En general, la maleza realiza una amplia contribución a la riqueza de la fauna dentro de los sistemas de producción; teóricamente esta gran diversidad de especies de insectos en parcelas enmalezadas puede incrementar el número de especies de la comunidad y la estabilidad dentro del área de cultivo, principalmente como un resultado del incremento del control biológico (Altieri *et al.*, 1977). Además, la destrucción de una plaga por enemigos naturales,

mientras ésta se alimenta en la maleza y antes de que los sobrevivientes se trasladen al cultivo, puede ser de importancia fundamental en determinar la abundancia de una plaga de temporada a temporada, y constituir una influencia fuerte para estabilizar a largo plazo la dinámica poblacional insectil (van Emden y Williams, 1974).

Los cultivos con cubiertas densas y alta diversidad de maleza usualmente son señalados por poseer densidades altas de artrópodos depredadores (Baliddawa, 1985); los cuales generalmente tienden a dispersarse dentro del cultivo (Altieri y Whitcomb, 1979). Además, la maleza como fuente de enemigos naturales reviste gran importancia al inicio del cultivo, cuando pocas plagas están presentes para mantener o incrementar las poblaciones de artrópodos benéficos (Collins y Johnson, 1985).

La coexistencia cultivo-maleza frecuentemente ocurre en los agroecosistemas (Altieri *et al.*, 1977; Baliddawa, 1985); y en muchos casos se han obtenido rendimientos altos en estos sistemas diversificados, en comparación con las parcelas tratadas con herbicidas (Altieri *et al.*, 1977). Lo anterior supone para la maleza un gran potencial como componente biológico en sistemas de cultivos diversificados con maleza, representa el paso inicial hacia el mejoramiento de estos sistemas, con bases en principios ecológicos (Altieri y Whitcomb, 1979).

## **Materiales y Métodos**

El estudio se realizó en el huerto de cítricos var. Valencia del Campo Experimental Gral. Terán, N.L., México (N 25°18', W 99°35', 265 msnm). Los árboles tenían una edad mayor a 20 años y están plantados a una distancia de 4 m entre árboles y 8 m entre líneas de árboles. El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar, con tres tratamientos; como repeticiones se tomaron las fechas de muestreo efectuadas. Los tratamientos evaluados fueron:

1. Testigo (siempre libre de maleza).
2. Presencia de maleza solo entre los árboles.
3. Presencia de maleza solo entre las líneas de árboles.

Las parcelas experimentales utilizadas estuvieron formadas por 6 hileras de árboles, con 19 árboles / hilera; entre cada parcela existió una separación de 16 m. Al inicio del estudio, se eliminó la maleza en toda el área experimental y posteriormente se permitió crecer de acuerdo a los tratamientos. La regulación de la maleza se realizó en forma mecánica y manual.

Para determinar las especies vegetales presentes y las densidades de cada una en los diferentes tratamientos, se realizó un muestreo completamente

aleatorio de la maleza presente en las unidades experimentales; en éstas al azar se seleccionaron 10 unidades de muestreo de un metro cuadrado cada una, las cuales fueron delimitadas en el terreno mediante el uso de estacas y cordel; se contaron las plantas existentes por especies y se tomaron muestras de cada una de éstas. Todos los especímenes fueron colocados en una prensa botánica y fueron transportados al laboratorio para su identificación. El reconocimiento de las especies se realizó con el uso de claves taxonómicas, manuales de identificación de maleza, y a través de la comparación con especímenes conservados en el herbario de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

En cada parcela experimental se realizaron muestreos con red en 12 árboles cada diez días; los insectos colectados fueron depositados en bolsas plásticas; la identificación y cuantificación de los especímenes fue realizada en laboratorio bajo el estereoscopio.

Durante todo el periodo del estudio diariamente se registraron las condiciones climáticas de temperatura y precipitación. 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 cuadro 1 se presentan las especies vegetales que se presentaron con mayor frecuencia en los tratamientos dentro de las hileras de árboles de cítricos.

Cuadro 1. Especies vegetales encontradas dentro de las hileras.

Nombre común	Nombre técnico	Densidad (plantas/ha)
Sin nombre	<i>Calyptocarpus vialis</i> Less.	690,000
Barba de chivato	<i>Clematis drummondii</i> Torr. & Gray	70,000
Hiedra	<i>Hedera helix</i> L.	66,670
Mañana dulce	<i>Dyssodia pentachaeta</i> (DC.) B.L. Robins	43,330
Enredadera	<i>Solanum</i> sp.	36,670
Zacate Johnson	<i>Sorghum halepense</i> (L.)	30,000
Malva	<i>Waltheria americana</i> L.	20,000
Maravilla	<i>Mirabilis</i> spp.	13,330
Borraja	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	13,330
Trompillo	<i>Solanum elaeagnifolium</i> Cav.	6,670
Cola de borrego	<i>Acalypha lindheimeri</i> Muell.-Arg.	3,330
Hierba mora	<i>Asclepias verticillata</i> L.	
Cardo	<i>Argemone mexicana</i> L.	
Anacua	<i>Ehretia anacua</i> (Teran & Berl.) I.M. Johnston	Especies presentes en densidades menores.
Hortensia	<i>Lantana camara</i> L.	
Tomate de cáscara	<i>Physalis ixocarpa</i> auct. non Brot. Ex Hornem.	
Zacate setaria	<i>Setaria</i> sp.	
Ortiga	<i>Urtica dioica</i> L.	

Al inicio del experimento, se eliminó la maleza en toda el área experimental y posteriormente se permitió crecer de acuerdo a los tratamientos, la regulación de la maleza se realizó en forma mecánica y manual. Dentro de

las hileras de árboles de naranja se encontraron 17 especies vegetales de maleza, principalmente *Calyptocarpus vialis*, y que corresponde al 69.4% del número total de especies de malezas identificadas.

Cuadro 2. Especies vegetales encontradas entre las hileras.

Nombre común	Nombre técnico	Densidad (plantas/ha)
Lentejilla	<i>Lepidium virginicum</i> L.	376,670
Amargoso	<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	163,300
Malva	<i>Waltheria americana</i> L.	66,670
Trompillo	<i>Solanum elaeagnifolium</i> Cav.	66,670
Mañana dulce	<i>Dyssodia pentachaeta</i> (DC.) B.L. Robins	30,000
Sin nombre	<i>Lithospermum matamorensense</i> DC.	26,670
Pasto pretoria	<i>Dichanthium annulatum</i> (Forsk.) Stapf	10,000
Sin nombre	<i>Bidens pilosa</i> L.	10,000
Barba de chivato	<i>Clematis drummondii</i> Torr. & Gray	3,330
Borraja	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	3,330
Hierba mora	<i>Asclepias verticillata</i> L.	
Cardo	<i>Argemone mexicana</i> L.	
Pasto buffel	<i>Cenchrus ciliaris</i> L.	
Cadillo	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	
Zacate pata de gallo	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Especies presentes en densidades menores.
Polocote o mirasol	<i>Helianthus annus</i> L.	
Hierba lechosa	<i>Solanum nigrum</i> L.	
Zacate johnson	<i>Sorghum halepense</i> (L.)	
Trébol silvestre	<i>Trifolium</i> spp.	

Las especies vegetales encontradas fueron principalmente (*Calyptocarpus vialis*), Lentejilla (*Lepidium virginicum* L.), Amargoso (*Parthenium hysterophorus*), Barba de chivato (*Clematis drummondii*), Malva (*Waltheria americana*), Trompillo (*Solanum elaeagnifolium*) y en menores densidades el Girasol silvestre (*Helianthus annus* L.) y el Zacate Johnson (*Sorghum halepense* L.), por lo cual al presentarse una gran diversidad de especies vegetales trae como consecuencia la presencia de diversos insectos

los cuales pueden ser algunos, nocivos para el desarrollo normal del árbol (cuadro 2).

La abundancia de distribución de enemigos naturales en árboles de naranja puede ser afectada por las plantas silvestres (van Emden, 1990), por lo cual se puede considerar que en este trabajo al encontrar una gran diversidad de especies silvestres, localizados dentro o fuera del cultivo pueden influenciar la eficiencia de los enemigos naturales dentro del cultivo al proporcionarles fuentes de alimento para adultos, presas/huéspedes alternas y refugio, ya que Altieri y Letorneau (1984) mencionan que cuando la vegetación silvestre adyacente al campo del cultivo es restringida, los enemigos naturales sufren de estos factores, sin embargo son favorecidos si existe una reducción en el manejo de dichos habitats (Baliddawa, 1985).

Los resultados mostraron que las parcelas con presencia de maleza, en o entre las hileras de árboles, presentaron densidades poblacionales de artrópodos benéficos significativamente mayores que las existentes en el tratamiento testigo sin presencia de maleza (cuadro 3). En comparación con la presencia de insectos benéficos, las arañas fueron notablemente abundantes en los árboles, con una cantidad casi seis veces mayor a la de estos. Las arañas encontradas fueron principalmente de las familias *Araneidae*, *Salticidae*, *Tetragnathidae*, y *Thomisidae*. El tratamiento con presencia de la maleza entre las hileras de árboles fue el que significativamente favoreció la mayor presencia de arañas ( $P = 0.002$ )(cuadro 3). En el caso de los insectos depredadores, las especies encontradas fueron principalmente *Ceraeochrysa* sp. nr. cincta,



*Ceraeochrysa valida*, *Chrysoperla rufilabris* (Neuróptera: Chrysopidae), y *Olla vnigrum* (Coleóptera: Coccinellidae), siendo el tratamiento con maleza en las hileras de árboles el que presentó la mayor presencia de estos organismos benéficos ( $P = 0.001$ )(cuadro 1). Los efectos en la incidencia de sírfidos depredadores no han sido significativos.

Cuadro 3. Efecto de la presencia de maleza en la abundancia de artrópodos benéficos en árboles de cítricos.

Tratamiento	Promedio $\pm$ Desviación estándar	
	Arañas	Insectos*
1. Testigo (sin maleza)	80.2 $\pm$ 230.6b	10.1 $\pm$ 28.9b
2. Maleza en las hileras de los árboles.	81.2 $\pm$ 231.0b	17.7 $\pm$ 50.4a
3. Maleza entre las hileras de los árboles.	91.1 $\pm$ 261.1a	10.2 $\pm$ 29.1b

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

Existieron diferencias significativas en la abundancia estacional de los artrópodos benéficos, siendo más marcadas en el caso de las arañas (Fig. 1); donde se encontró una gran abundancia durante el primer semestre del año, y presencia mínima posteriormente. Esta reducción en la presencia de estos artrópodos benéficos en los árboles de cítricos durante el segundo semestre del año, es compensada relativamente por la inmigración de poblaciones de insectos depredadores, principalmente *Ceraeochrysa* sp. nr. cincta, y *Chrysoperla rufilabris* (Neuróptera: Chrysopidae), especies que determinan el patrón de abundancia en la fluctuación estacional de dicho grupo de insectos (Fig. 2).

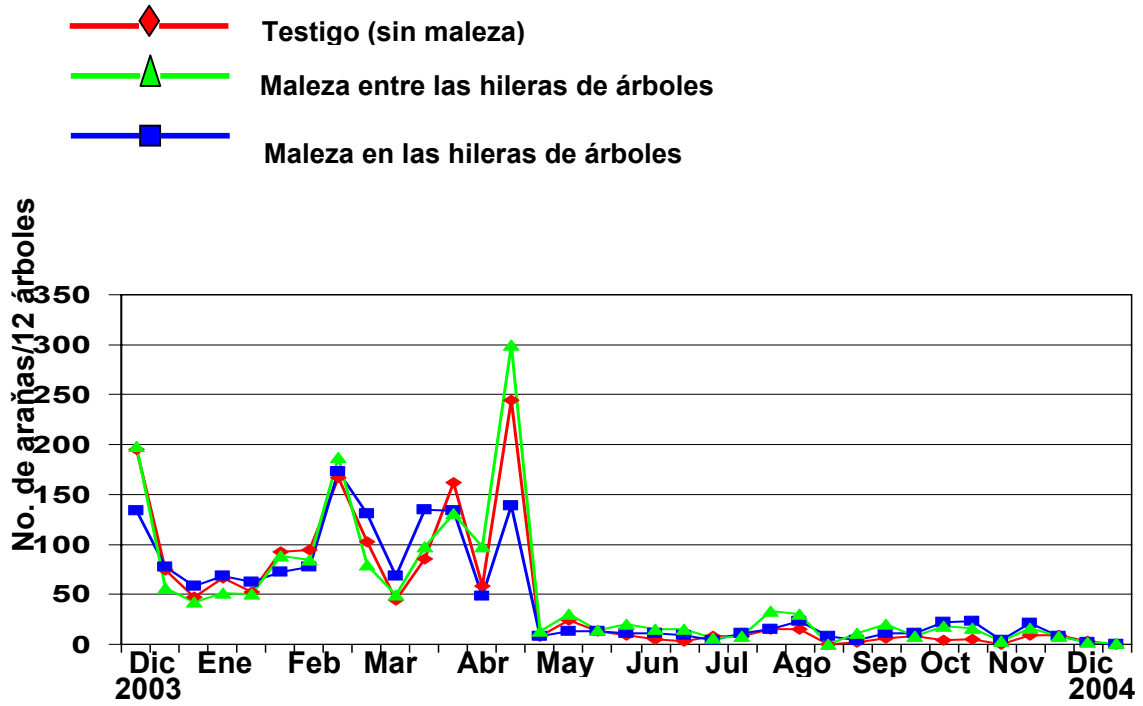


Fig. 1. Fluctuación poblacional de arañas bajo diferentes sistemas de diversificación del huerto cítrico.

Debido a que la maleza fue manejada para restringir presencia solo en las áreas que caracterizaban al tratamiento, el rendimiento de naranja no fue afectado significativamente por la posible competencia ejercida por las diversas especies de plantas encontradas. La calidad de la fruta tampoco fue afectada significativamente por el daño causado por poblaciones del trips de los cítricos.

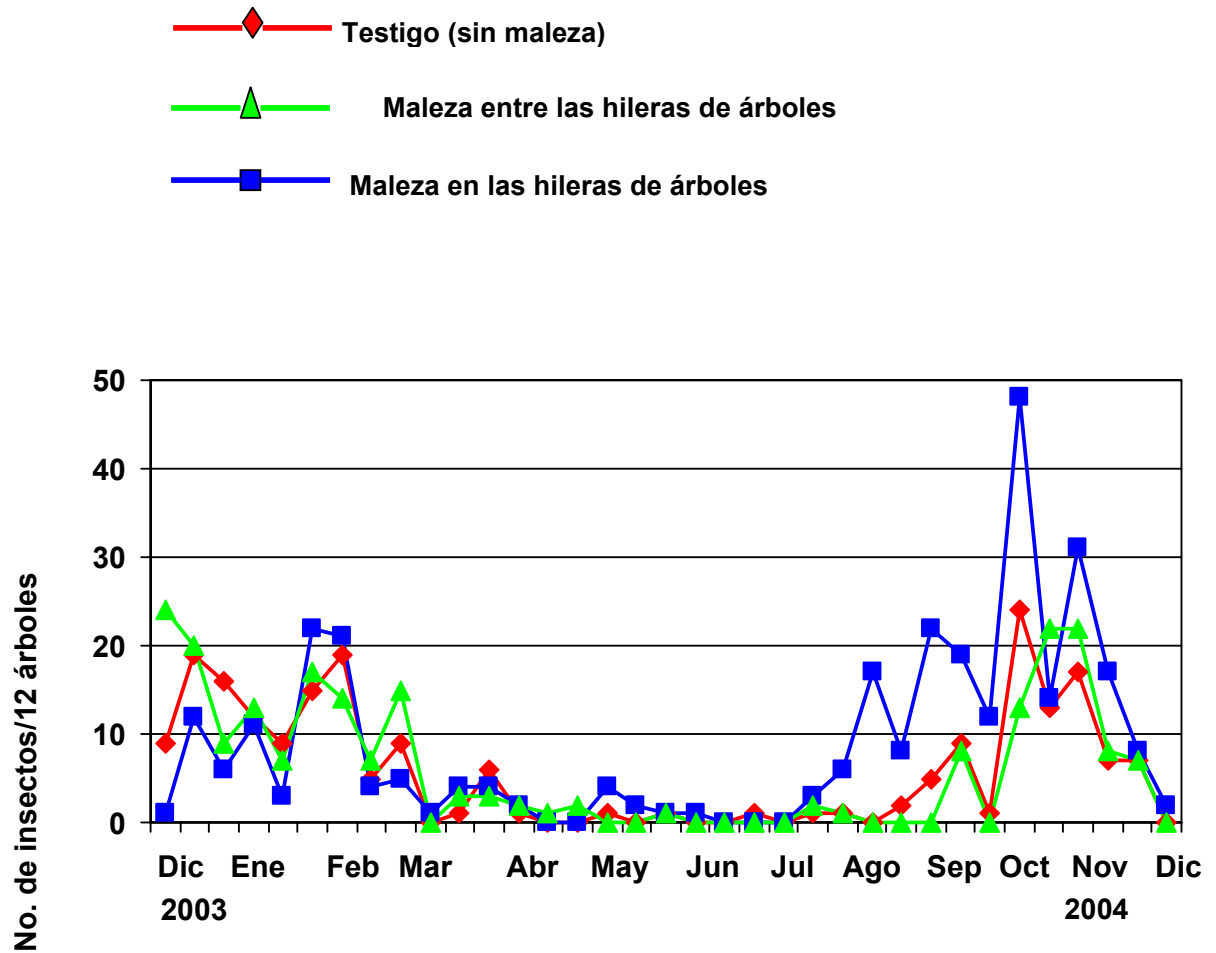
Frecuentemente los sistemas de cultivos diversificados son señalados por presentar posibles problemas ocasionadas por artrópodos plaga, debido principalmente a que éstos favorecen una mayor abundancia y diversidad de enemigos naturales de las plagas (Russell, 1989; Smith y McSorley, 2000).

En el presente estudio, los dos sistemas de diversificación del huerto cítrico evaluados favorecieron significativamente la presencia de arañas o insectos depredadores. Lo anterior podría constituir una estrategia primaria para asegurar la presencia de enemigos naturales en huertos, con capacidad para atacar una posible invasión de *T. citricida* en la región. Sin embargo, es necesario considerar que la presente investigación solamente presenta información de un año de estudio. Los efectos competitivos de la maleza es posible que se hagan presentes después de un tiempo considerable, por lo que se sugiere determinar los efectos de la presencia de la maleza durante períodos largos.

A pesar de que el tratamiento con maleza presente en las hileras de árboles (tratamiento dos) presentó una presencia considerable de insectos depredadores, su utilización para el aprovechamiento de estos insectos es

limitada porque las condiciones de sombra bajo la copa del árbol favoreció el desarrollo de plantas que son indeseables en el huerto, como lo es la presencia de hiedra u ortiga, especies causante de irritaciones en la piel de humanos y animales (Cuadro 2). En el tratamiento basado en permitir el desarrollo de maleza entre las hileras de los árboles no se observó el desarrollo de la especie anterior (Cuadro 3), por lo que constituiría el mejor medio para diversificar el huerto cítrícola y consecuentemente favorecer y aprovechar la presencia de arañas e insectos benéficos que pudiesen contribuir al control de las plagas de los cítricos, y principalmente del pulgón café de los cítricos.

Este tipo de diversificación vegetal fue evaluada también exitosamente en soya en la forma de establecimiento de corredores de maleza (corredores sucesionales) por Shelton y Edwards (1983).



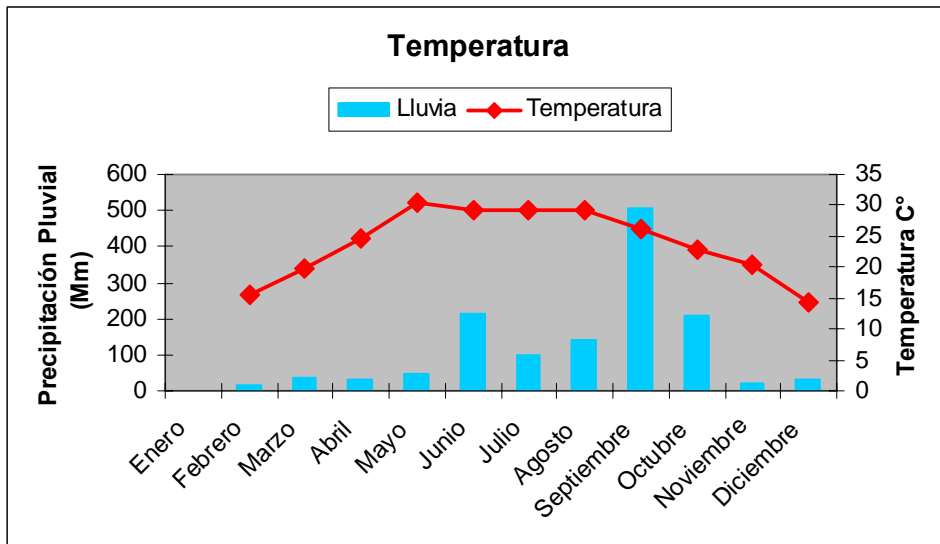
**Fig. 2. Fluctuación poblacional de Insectos depredadores (Chrysopidae y Coccinellidae) bajo diferentes sistemas de diversificación del huerto cítrico.**

En lo que respecta a la influencia de las condiciones climáticas en las poblaciones de arañas e insectos benéficos, se observa aparentemente una

independencia entre las densidades de arañas y las condiciones de temperatura o precipitación durante el estudio (Figuras 1, 2 y 3). En la figura 1, donde se observa la fluctuación poblacional de las arañas en los árboles de naranja, se presentan poblaciones altas de dichos organismos benéficos durante el primer semestre del año, mientras que en el segundo semestre, se nota una presencia menor, sin asociación con fluctuación en la temperatura o en la precipitación (Fig. 3). Es posible que durante el segundo semestre del año, las arañas se hayan concentrado en la maleza en lugar del árbol de naranja, debido a una posible concentración de presas en las especies vegetales presentes.

En lo referente a insectos, a diferencia de las arañas, se denota una mayor asociación entre poblaciones de insectos depredadores y las condiciones de temperatura y precipitación. Al igual que en el estudio de López-Arroyo (2001), la presencia de insectos benéficos inició a incrementarse al finalizar el verano e inicios del otoño, cuando la temperatura inició a disminuir y la humedad ambiental incrementó por una mayor incidencia de lluvias (Fig. 3). Las altas densidades de insectos depredadores estuvieron determinadas por el inicio y establecimiento de la colonización del árbol por el depredador *Chrysoperla rufilabris* (López-Arroyo, 2001), especie que prácticamente determina la fluctuación poblacional de insectos depredadores, ya que además de definir altas poblaciones durante el otoño y el invierno, dicho organismo benéfico abandona el huerto cuando las condiciones de temperatura se incrementan y la precipitación escasea (López-Arroyo, 2001), por lo que es

posible notar bajas poblaciones de insectos depredadores durante la mayor parte de la primavera y el verano (Fig. 2).



**Fig. 3. Precipitación pluvial mensual y temperatura media mensual en una huerta de cítricos en el 2004.**

## Conclusiones

En el presente estudio los dos sistemas de diversificación del huerto cítrico evaluados favorecieron significativamente la presencia de arañas o insectos depredadores.

El permitir un desarrollo regulado de la maleza entre las hileras de los árboles podría constituir una estrategia primaria para asegurar la presencia de enemigos naturales en huertos con capacidad para atacar una imposible invasión de *Toxoptera citricida* en la región.



## Literatura Citada

- Adams, P.A. 1982. *Ceraeochrysa*, a new genus of Chrysopinae (Neuroptera) (studies in New World Chrysopidae, part II). *Neuroptera International* II: 69-75.
- Altieri, M. A. 1984b. Patterns of insect diversity in monocultures and polycultures of Brussels sprouts. *Protection Ecology* 6: 227-232.
- Altieri, M. A., and Letourneau, D. K. 1984. Vegetation diversity and insect pest outbreaks. *C.R.C. Critical Reviews in Plant Sciences* 2: 131-169.
- Altieri, M. A., Van Schoonhoven, A., and Doll, J. 1977. The ecological role of weeds in insect pest management systems: A review illustrated by bean (*Phaseolus vulgaris*) cropping systems. *PANS* 23 (2): 195-205.
- Altieri, M. A. and Whitcomb, W. H. 1979. The potential use of weeds in the manipulation of beneficial insects. *Hortscience* 14 (1): 12-18.
- Amador, M. F. and Gliessman, S. R. 1990. An ecological approach to reducing external inputs through the use of intercropping, pp. 146-159. In: Gliessman, S. R. ed. *Agroecology. Researching the ecological basis for sustainable agriculture*. Springer-Verlag, New York.

- Andow, D. 1983. Effect of agricultural diversity on insect populations, pp. 91-115. In: Lockeretz, W. ed. *Environmentally sound agriculture*. Praeger Publishers, New York.
- Andow, D. A. and Risch, S. J. 1985. Predation in diversified agroecosystems: Relations Between a coccinellid predator *Coleomegilla maculata* and its food. *Journal of Applied Ecology* 22: 357-372.
- Baliddawa, C. W. 1985. Plant species diversity and crop pest control. An analytical review. *J. of Sci. Applic.* 6 (4): 479-487.
- Bateman, R. 1997. The development of a mycoinsecticide for the control of locusts and grasshoppers. *Outlook on Agriculture* 26 (1): 13-18.
- Belliure, B., and Michaud, J. P. 2001. Biology and behavior of *Pseudodorus clavatus* (Diptera: Syrphidae), an important predator of citrus aphids. *Ann. Entomol. Soc. Ame.* 94: 91-96.
- Brooks, S.J., and Barnard, P.C. 1990. The green lacewings of the world: a generic review (Neuroptera: Chrysopidae). *Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Ent.)* 59: 117-286.
- Browning, H. W., and Michaud, J. P. 2000. Field Evaluation of Natural Enemies of Brown Citrus Aphid. Project No. 971-16. IFAS, UF, CREC. Lake Alfred, Florida.

- Budenberg, W.J., and Powell, W. 1992. The role of honeydew as an ovipositional stimulant for two species of syrphids. *Ent. Exp. Appl.* 64: 57-61.
- Capinera, J. L., Weissling, T. J. and Schweizer, E. E. 1985. Compatibility of intercropping of pinto beans and sweet corn on insect abundance in Colorado. *J. Economic Entomology* 78: 354-357.
- Carvalho, C. F., Salgado, L. O., Rigitano, R. L. O. and Velloso, A. H. H. P. 1994. Efeitos de reguladores de crescimento de insetos sobre ovos e larvas de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em laboratório. *Ciênc. e Prát.* 18: 49-55.
- Collins, F. L. and Johnson, S. J. 1985. Reproductive response of caged adult velvetbean caterpillar and soybean looper to the presence of weeds. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 14: 139-149.
- Cromartie, W. J. 1981. The environmental control of insects using crop diversity, pp. 223-251. In: Pimentel, D. ed. *Handbook of pest management in agriculture*. C.R.C. Press, Boca Raton, Florida.
- Chambers, R. J., and Adams, T. H. L. 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.

- Chandler, D., Heald, J. B. and Gillespie, A. T. 1993. Competitive interaction between strains of *Verticillium lecanii* on two insect host. *Ann. Appl. Biol.* 122: 435-440.
- Dean, D.E., and Schuster, D.J. 1995. *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) and *Macrosiphum euphorbiae* (Homoptera: Aphididae) as prey for two species of Chrysopidae. *Environ. Entomol.* 24: 1562-1568.
- Deng, Y. X., and Tsai, J. H. 1998. Development of *Lysiphlebia japonica* (Hymenoptera: Aphidiidae), a parasitoid of *Toxoptera citricida* (Homoptera: Aphididae) at five temperatures. *Fla. Entomol.* 81: 415-423.
- Eisner, T., Attygalles, A. B., Conner, W. E., Eisner, M., MacLeod, E. and Meinwald, J. 1996. Chemical egg defense in a green lacewing (*Ceraeochrysa smithi*). *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 93: 3280-3283.
- Geraud, F. 1992. *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) en Venezuela, su relación con la epifitía del virus tristeza, pp. 202-203. In: R. Lastra, R. Lee, M. Rocha-Peña, C. L. Niblett, F. Ochoa, S. M. Garnsey, and R. K. Yokomi [eds.] Proceedings of the workshop Citrus tristeza virus and *Toxoptera citricidus* in Central America: Development of management strategies and use of biotechnology for control. CATIE-University of Florida-INIFAP / SARH-Universidad Central de Venezuela-USDA. Sept. 15-19. Maracay, Venezuela.

- Hagen, K.S., Greany, P., Sawall, E. F. and Tassan, R.L. 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., Sawall, E. F. and Tassan, R.L. 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.
- Halbert, S., and Brown, L. W. 1996. The Brown citrus aphid, *Toxoptera citricida* (Kirkaldy). Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Plant Industry, University of Florida. Publication Number:EENY-7.
- Hermoso, A., J. F. Ballester-Olmos, and J. A. Pina-Lorca. 1984. Transmission of citrus tristeza virus by aphids (Homoptera, Aphididae) in Spain, pp. 23-27. In: S. M. Garnsey, L. W. Timmer, and A. J. Dodds [eds.] Proc. 9<sup>th</sup>. Conf. Intern. Organ. Citrus Virol. Riverside, California.
- Herzog, D. C. and Funderburk, J. E. 1987. Ecological basis for habitat management and pest cultural control, pp. 217-250. In: Kogan, M. ed. Ecological theory and integrated pest management practice. John Wiley & sons, New York.
- Kass, D. C. L. 1978. Polyculture cropping systems: Review and analysis. *Cornell International Agriculture Bulletin* 32. 69 pp.

- Kemp, J. C. and Barrett, G. W. 1989. Spatial patterning: Impact on arthropod populations within soybean agroecosystems. *Ecology* 70: 114-128.
- Lee, R. F., Roistacher, C. N., Niblett, C. L., Lastra, R., Rocha-Peña, M., Garnsey, S. M., Yokomi, R. K., Gumpf, D. J. and Dodds, J. A. 1992. Presence of *Toxoptera citricidus* in Central America: A threat to citrus in Florida and the United States. *Citrus Industry* 73.
- Levins, R. and Wilson, M. 1980. Ecological theory and pest management. *Annual Review of Entomology* 25: 287-308.
- López-Arroyo, J.I. 2001. Depredadores de áfidos asociados a los cítricos en Nuevo León, México. pp. E-153. *In*: Memorias XXXVI Congreso Nacional de Entomología. Sociedad Mexicana de Entomología. Querétaro, Qro. México.
- López-Arroyo, J.I., Tauber, C.A. and Tauber, M.J. 1999a. Effects of prey on survival, development, and reproduction of trash-carrying chrysopids (Neuroptera: *Ceraeochrysa*). *Environmental Entomology* 28 (6): 1183-1188.
- López-Arroyo, J.I., Tauber, C.A. and Tauber, M.J. 1999b. Intermittent oviposition and re-mating in *Ceraeochrysa cincta* (Neuroptera: Chrysopidae). *Annals of the Entomological Society of America* 92 (4): 587-593.

- López-Arroyo, J.I., Tauber, C.A. and Tauber, M.J. 1999c. Comparative life-histories of the predators *Ceraeochrysa cincta*, *C. cubana*, and *C. smithi* (Neuroptera: Chrysopidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 92: 208-217.
- López-Arroyo, J.I., Tauber, C.A. and Tauber, M.J. 2000. Storage of lacewings eggs: Poststorage hatching and quality of subsequent larvae and adults. *Biol. Control* 18: 165-171.
- Margalef, R, 1969. Diversity and stability: A practical proposal and a model of interdependence, pp. 25-37. In: Woodwell, G. M. and Smith, H. H. eds. *Diversity and stability in ecological systems. Brookhaven Symposia in Biology No. 22* Brookhaven National Laboratory, New York.
- Matteson, P. C., Altieri, M. A. and Cagné, W. C. 1984. Modification of small farmer practices for better pest management. *Annual Review of Entomology* 29: 383-402.
- Mattioli, E., Carvalho, C. F. and Salgado, L.O. 1992. Efeitos de inseticidas e acaricidas sobre ovos, larvas e adultos do predador *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em laboratório. *Ciênc. e Prát.* 16: 491-497.
- 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.

Messenger, P. S. Biliotti, E. and van den Bosch, R. 1976. The importance of natural enemies in integrated control, pp. 543-563. In: Huffaker, C. B. and Messenger, P. S. eds. *Theory and practice of biological control*. Academic Press, New York.

Michaud, J.P. 1998. A review of the literature on *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) (Homoptera: Aphididae). *Fla. Entomol.* 81: 37-61.

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 Alvarez, R. 2000. First collection of brown citrus aphid in Quintana Roo. *Fla. Entomol.* 83: 357- 358.

Michaud, J.P., and Belliure, B. 2001. Impact of syphid predation on production of migrants colonies of the brown citrus aphid, *Toxoptera citricida* (Homoptera: Aphididae). *Biol. Control* 21: 91-95.



- Michaud, J. P., and Browning, H. P. 2002. Three targets of classical biological control in the Caribbean: Success, contribution, and, failure. In : Proceedings of the first International Symposium in Biological Control of Arthropods. February, 2002. Honolulu, Hawaii.
- Muma, M.H. 1957. Effects of larval nutrition on the life cycle, size, coloration, and longevity of *Chrysopa lateralis* Guer. *Fla. Entomol.* 40: 5-9.
- Muma, M.H. 1959a. Chrysopidae associated with citrus in Florida. *Fla. Entomol.* 42:149-153.
- Muma, M.H. 1959b. Hymenopterous parasites of Chrysopidae on Florida citrus. *Fla. Entomol.* 42: 21-29.
- Nordlund, D., Chalfant, R. B. and Lewis, W. J. 1984. Arthropod populations, yield and damage in monocultures and polycultures of corn, beans and tomatoes. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 11 (4) : 353-367.
- Núñez, E. 1988a. Chrysopidae (Neuroptera) del Perú y sus especies mas comunes. *Rev. Per. Entomol.* 31: 69-75.
- Núñez, E. 1988b. Ciclo biológico y crianza de *Chrysoperla externa* y *Ceraeochrysa cincta* (Neuroptera, Chrysopidae). *Rev. Per. Entomol.* 31: 76-82.

Olazo, E.V.G 1987. Los neurópteros asociados con los cultivos cítricos de la provincia de Tucumán y descripción de una nueva especie de *Nomerobius* (Hemerobiidae). *Rev. Investigación* 5: 37-54.

**Poprawski, T. J., Parker, P. E. and Tsai, J. H. 1999. Laboratory and field evaluation of hyphomycete insect pathogenic fungi for control of brown citrus aphid (Homoptera: Aphididae). *Environ: Entomol.* 28: 315-321.**

Pimentel, D. 1961. Species diversity and insect population outbreaks. *Annals of the Entomological Society of America* 54 (1): 76-86.

Powell, W. 1986. Enhancing parasitoid activity in crops, pp. 319-340. In: Waage, J. and Greathead, D. eds. *Insect parasitoids*. Academic Press, London.

Price, P. W. 1987. The role of natural enemies in insect populations, pp. 287-312. In: P. Barbosa, J.L. Schultz (eds.). *Insect outbreaks*. Academic Press, San Diego.

Price, P. W., Bouton, C. E., Gross, P., McPherson, B. A. , Thompson, J. N. and Weis, A. E. 1980. Interactions among three trophic levels: Influence of plants on interactions between insect herbivores and natural enemies. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 11: 41-65.

- Rabb, R. L., Stinner, R. E. and van den Bosch, R. 1976. Conservation and augmentation of natural enemies, pp. 233-254. In : Huffaker, C. B. and Messenger, P. S. eds. *Theory and practice of biological control*. Academic Press, New York.
- Risch, S. 1980. The population dynamics of several herbivorous beetles in a tropical agroecosystem: The effect of intercropping corn, beans and squash in Costa Rica. *Journal of Applied Ecology* 17: 593-612.
- Risch, S. J. 1987. Agricultural ecology and insect outbreaks, pp. 217-238. In: Barbosa, P. and Schultz, J. C. eds. *Insect outbreaks*. Academic Press, San Diego.
- Rocha - Peña, M., M.A. Peña, y R. F. Lee. 1992 El virus de la tristeza y sus insectos vectores: Amenaza potencial para la citricultura en México. Campo experimental Gral. Terán, INIFAP – SARH. Publicación especial No. 148 pp.
- Roistacher, C. N., and Bar- Joseph, M. 1987. Aphid transmission of citrus tristeza virus: a review. *Phytophylactica* 19: 163-167.
- Rondón, A. G., Arnal, E. y Godoy, F. 1981. Comportamiento de *Verticillium lecanii* (Zimm) Viegas, patógeno del áfido *Toxoptera citricidus* (Kirk. ) en fincas citrícolas de Venezuela. *Agro. Trop.* 30: 201-212.

- Root, R. B. 1973. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). *Ecological Monographs* 43: 95-124.
- Russell, E.P. 1989. Enemies hypothesis: A review of the effect of vegetational diversity on predatory insects and parasitoids. *Environ. Entomol.* 18: 590-599.
- Shelton, M.D., and C.R. Edwards. 1983. Effect of weeds on the diversity and abundance of insects in soybeans. *Environmental Entomology* 12: 296-298.
- Smith, H.A., and McSorley, R. 2000. Intercropping and pest management: A review of major concepts. *Am. Entomol.* 46: 154-161.
- Smith, R. C. 1922. The biology of Chrysopidae. *Cornell Univ. Agric. Exp. Sta. Mem.* 58: 1291-1372.
- 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* (Degger) (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.

- Tauber, C.A., and De León, T. 2001. Systematics of green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae): Larvae of *Ceraeochrysa* from México. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 94: 197- 209.
- van Emden, H. F. 1990. Plant diversity and natural enemy efficiency in agroecosystems, pp. 63-80. In: Mackauer, M. et al. eds. Critical issues in biological control. Intercept Andover, Hants, U.K.
- van Emden, H. F. and Williams, G. F. 1974. Insect stability and diversity in agro-ecosystems. *Annual Review of Entomology* 19: 455-475.
- Vandermeer, J. H. and Schultz, B. 1990. Variability, stability and risk in intercroppings: Some theoretical explorations, pp. 205-229. In: Gliessman, S.R. ed. Agroecology. Researching the ecological basis for sustainable agriculture. Springer-Verlag, New York.
- Venzon, M., C.F. Carvalho, and R.L.X. Silva. 1996. Effects of various diets and temperature on larval development in the Neotropical green lacewing *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). pp. 251-257. In: M. Canard, H. Aspöck, and M.W. Mansell (Ed.). Pure and applied research in neuropterology. Proceedings of the 5<sup>th</sup>. International Symposium on Neuropterology, 2-6 May 1994, Cairo, Egypt, published in Toulouse, France 1996.

Yokomi, R. K., and Tang, Y. Q. 1996. A survey of parasitoids of brown citrus aphid (Homoptera: Aphididae) in Puerto Rico. *Biol. Control* 6: 222-226-5.