



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA

POSGRADO EN PROTECCIÓN VEGETAL

**FLUCTUACIÓN POBLACIONAL Y CONTROL DEL ARADOR
DE LOS CÍTRICOS *Phyllocoptruta oleivora* Ashmead
EN LA ZONA MEDIA DE SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO**

TESIS

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

PRESENTA:

BERTHA ROSARIO HERNÁNDEZ MARTÍNEZ

Chapingo, Estado de México, Diciembre del 2003



DIRECCIÓN GENERAL ACADÉMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXÁMENES PROFESIONALES



**FLUCTUACIÓN POBLACIONAL Y CONTROL DEL ARADOR DE LOS
CÍTRICOS (*Phyllocoptruta oleivora* Ashmead.) EN LA ZONA MEDIA DE
SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO.**

Tesis realizada por **Bertha Rosario Hernández Martínez** bajo la dirección del
Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial
para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

DIRECTOR:



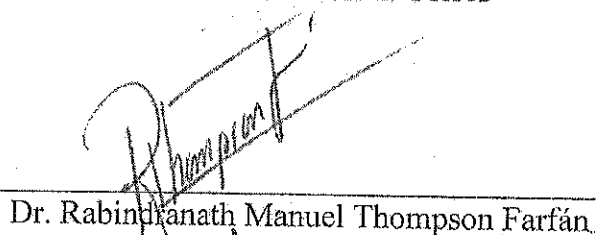
Dr. Fernando Solís Aguilar

ASESOR:



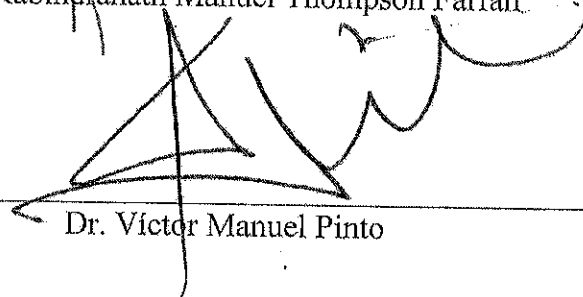
Dr. José Cruz Salazar Torres

ASESOR:



Dr. Rabindranath Manuel Thompson Farfán

ASESOR:

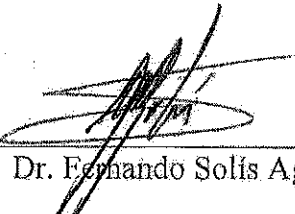


Dr. Víctor Manuel Pinto

**FLUCTUACIÓN POBLACIONAL Y CONTROL DEL ARADOR DE LOS
CÍTRICOS (*Phyllocoptruta oleivora* Ashmead.) EN LA ZONA MEDIA DE
SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO.**

El jurado que revisó y aprobó el examen de grado de **Bertha Rosario Hernández Martínez** autora de la presente tesis de Maestría en Ciencias en Protección Vegetal estuvo constituido por:

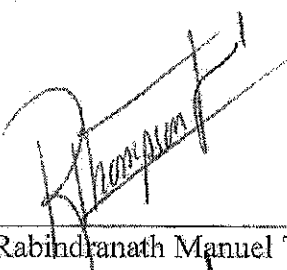
PRESIDENTE: _____


Dr. Fernando Solís Aguilar

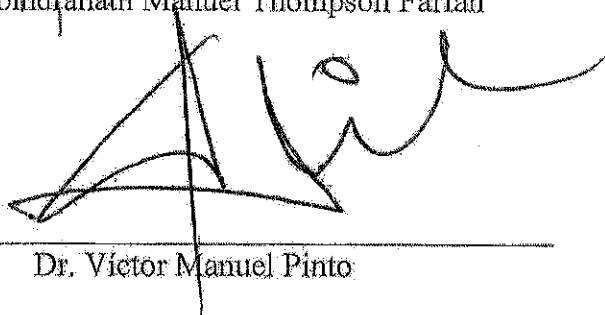
ASESOR: _____


Dr. José Cruz Salazar Torres

ASESOR: _____


Dr. Rabindranath Manuel Thompson Farfán

ASESOR: _____


Dr. Víctor Manuel Pinto

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por otorgarme la beca para realizar los estudios de Maestría en Ciencias en Protección Vegetal.

A la **Universidad Autónoma Chapingo** por darme la oportunidad de convertirme en profesionista y poder continuar estudiando.

Al Dr. Juan Fernando Solís Aguilar, Dr. José Cruz Salazar Torres y Dr. Rabindranath Manuel Thompson Farfán por dedicarle tiempo a éste proyecto al revisar, corregir, sugerir y apoyar cada etapa del mismo.

Al Dr. Víctor Manuel Pinto, Dr. Nahum Marbán y Dr. Guillermo Mondragón por el apoyo que siempre me han brindado.

Al Comité Estatal de Sanidad Vegetal de San Luis Potosí por el interés mostrado en ésta investigación y el constante apoyo durante la fase de campo.

Al Ing. Luis González Torres de la empresa **AGROMUNDO**, y a la empresa **ALTERNAGRO** por donar varios de los productos utilizados, así como al **Ing. Luis Manuel Balderas** por facilitar la huerta para realizar ésta investigación y por sus valiosas contribuciones.

A los Ingenieros **Luis Manuel y Fco. Javier** (y a su papá) por regalarme su valioso tiempo durante el trabajo de campo.

A mi **padre, hermanos, amigos, compañeros y maestros** por ser parte de mi vida.

PERLA MARIA NEGRETE HERNÁNDEZ

**Gracias por existir, por regalarme tu sonrisa cada día y sobre todo
por ser mi hija**

Con amor...

Bertha

DATOS BIOGRÁFICOS

La autora del presente trabajo es originaria de Rayón, San Luis Potosí. Ingresó a la Universidad Autónoma Chapingo en 1992, en donde realizó sus estudios de nivel medio superior en la Preparatoria Agrícola; de 1995 a 1999 cursó la carrera de Ingeniero Agrónomo especialista en Parasitología Agrícola y posteriormente en el periodo de agosto del 2000 a julio del 2002 realizó los estudios de Maestría en Ciencias en el Programa de Protección Vegetal, en la misma universidad. En noviembre del 2002 comenzó a laborar en el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, a través de la Dirección General de Inspección Fitozoosanitaria.

CONTENIDO

INDICE DE CUADROS.....	iv
INDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN (ABSTRACT).....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. El cultivo de la naranja <i>Citrus sinensis</i> L. (Osbeck).....	3
2.1.1. Importancia económica.....	3
2.1.2. Origen e historia.....	5
2.1.3. Clasificación taxonómica y descripción botánica.....	6
2.1.4. Usos.....	7
2.2. El arador de los cítricos <i>Phyllocoptruta oleivora</i> Ashmead.....	8
2.2.1. Generalidades.....	8
2.2.2. Plantas hospederas.....	9
2.2.3. Requerimientos ambientales.....	9
2.2.4. Ciclo de vida.....	10
2.2.5. Daños que ocasiona.....	11
2.2.5.1. Daño causado por otros organismos relacionado con <i>P. oleivora</i>	13
2.2.6. Distribución del arador en el árbol.....	14
2.2.7. Distribución espacial y temporal.....	16
2.2.8. Métodos de muestreo y umbrales de acción.....	17

2.2.8.1. Determinación del porcentaje del fruto y/o hojas infestadas.....	17
2.2.8.2. Muestreo basado en la densidad del arador.....	18
2.2.9. Fluctuación poblacional.....	19
2.3. Métodos de Control.....	20
2.3.1. Control natural.....	20
2.3.2. Control alternativo.....	24
2.3.3. Control químico.....	27
2.3.4. Uso de barreras rompevientos.....	31
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	32
3.1. Localización del área de estudio.....	32
3.2. Preparación del experimento.....	33
3.3. Muestreo y peridiocidad.....	34
3.4. Diseño experimental.....	35
3.5. Efectividad biológica.....	36
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
4.1. Fluctuación poblacional.....	37
4.2. Efectividad biológica.....	39
4.3. Distribución del arador.....	46
4.3.1. Preferencia por algún cuadrante del árbol.....	46
4.3.2. Preferencia por algún lado del fruto.....	47
4.4. Otras plagas.....	48

V. CONCLUSIONES.....	49
VI. LITERATURA CITADA.....	50
VII. ANEXO.....	61

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	TITULO	PAGINA
1	Distribución de los tratamientos en el diseño experimental.....	33
2	Tratamientos evaluados en el ensayo, ingrediente activo y nombre comercial, dosis empleadas y número de árbol al que se le aplicó dicho tratamiento.....	35
3	Comparación de medias del número de ácaros presentes en frutos de naranja 5 días después de la 1ª aplicación de los tratamientos y porcentajes de efectividad.....	39
4	Comparación de medias del número de ácaros presentes en frutos de naranja 12 días después de la 1ª aplicación de los tratamientos y porcentajes de efectividad.....	40
5	Comparación de medias del número de ácaros presentes en frutos de naranja 3 días después de la 2ª aplicación de los tratamientos y porcentajes de efectividad.....	41
6	Comparación de medias del número de ácaros presentes en frutos de naranja 17 días después de la 2ª aplicación de los tratamientos y porcentajes de efectividad.....	42
7	Comparación de medias del número de ácaros presentes en frutos de naranja 31 días después de la 2ª aplicación de los tratamientos y porcentajes de efectividad.....	43
8	Comparación de medias del número de ácaros presentes en frutos de naranja 49 días después de la 2ª aplicación de los tratamientos y porcentajes de efectividad.....	44
9	Distribución del arador en el árbol antes de la aplicación de los tratamientos.....	46
10	Distribución del arador en el fruto antes de la aplicación de los tratamientos.....	48
11	Análisis de varianza de la primera evaluación después de la	

	aplicación de los tratamientos ($\alpha=0.05$).....	62
12	Análisis de varianza de la segunda evaluación después de la aplicación de los tratamientos ($\alpha=0.05$).....	62
13	Análisis de varianza de la tercera evaluación después de la aplicación de los tratamientos ($\alpha=0.05$).....	63
14	Análisis de varianza de la cuarta evaluación después de la aplicación de los tratamientos ($\alpha=0.05$).....	63
15	Análisis de varianza de la quinta evaluación después de la aplicación de los tratamientos ($\alpha=0.05$).....	64
16	Análisis de varianza de la sexta evaluación después de la aplicación de los tratamientos ($\alpha=0.05$).....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	TITULO	PAGINA
1	Ciclo de vida de <i>Phyllocoptruta oleivora</i> Ashmead.....	10
2	Adulto del arador.....	11
3	Adultos y huevecillos del arador.....	11
4	Daño del arador en hojas.....	13
5	Daño del arador en frutos	13
6	Ubicación geográfica del experimento.....	32
7	Fluctuación poblacional del arador de los cítricos del 26 de abril al 5 de septiembre del 2002.....	38
8	Frutos asperjados con Ethion.....	45
9	Frutos asperjados con Carbosulfan.....	45
10	Frutos asperjados con Propargite.....	45
11	Frutos asperjados con <i>Bacillus</i>	45
12	Frutos asperjados con Jabón.....	45

FLUCTUACIÓN POBLACIONAL Y CONTROL DEL ARADOR DE LOS CÍTRICOS (*Phyllocoptruta oleivora* Ashmead.) EN LA ZONA MEDIA DE SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

POPULATION FLUCTUATION AND CONTROL OF CITRUS RUST MITE (*Phyllocoptruta oleivora* Ashmead.) IN THE "ZONA MEDIA" OF SAN LUIS POTOSI, MEXICO

Bertha Rosario Hernández Martínez¹, Juan Fernando Solís Aguilar².

RESUMEN

Se realizaron muestreos en naranjo *Citrus sinensis* L. Osbeck, variedad valencia tardía del 23 de marzo al 18 de abril del 2002, en los que se detectó que el arador *Phyllocoptruta oleivora* Ashmead prefiere alimentarse en los frutos que en las hojas, motivo por el cual para conocer la fluctuación poblacional de ésta plaga durante el periodo comprendido del 26 de abril al 5 de septiembre del mismo año, sólo se contabilizó el número de ácaros presentes en frutos, encontrando una baja densidad de población durante los primeros cuatro muestreos, misma que al aumentar la humedad ambiental, alcanzó los niveles más altos, rebasando el umbral de acción establecido (3 ácaros/cm²) para la aplicación de los tratamientos. Para conocer la preferencia por alguna parte específica del árbol, éste se dividió en cuatro cuadrantes (norte, sur, este y oeste) y el fruto en dos lados (soleado y sombreado), observando que al acercarse al umbral de acción un mayor número de ácaros se encontraba en el lado oeste del árbol y el lado soleado del fruto. Una vez rebasado dicho umbral se evaluó la acción acaricida del Carbosulfan, Azufre, Propargite, Azadirachtina, Dimetoato, Jabón Agrícola, Ethion y *Bacillus thuringiensis*, en las dosis recomendadas comercialmente; los porcentajes de efectividad más altos durante la 1ª, 2ª y 3ª evaluación los mostraron el Carbosulfan, Propargite y Ethion (1ª evaluación: Carbosulfan 91%, Propargite 86.9%; 2ª evaluación: Carbosulfan 92.3%, Ethion 91.6%; 3ª evaluación: Ethion 96.7%, Propargite 94.6%). Los tratamientos menos efectivos fueron el Jabón y *B. thuringiensis*, ya que en la 1ª, 2ª y 6ª evaluaciones el Jabón tuvo una efectividad del 40.5, 29.5 y 0% respectivamente y con *B. thuringiensis* durante la 3ª y 4ª evaluaciones su efectividad fue del 74 y 4.8%, respectivamente.

Palabras clave: *Phyllocoptruta oleivora*, arador de los cítricos, efectividad biológica.

ABSTRACT

Samples were taken from *Citrus sinensis* L. Osbeck, variety "Valencia Late" orange trees from March 23 to April 18, 2002 and it could be observed that citrus rust mite *Phyllocoptruta oleivora* Ashmead, shows preference for fruit over leaves. For this reason to find out about the population fluctuation of this pest during the period between April 26 to September 5, 2002 only the number of mites found to be present on the fruit was taken into account, finding a low population density during the first four samplings, but when environmental humidity increased, the population density reached its highest levels, surpassing the threshold of action established (3 mites/cm²) in order to apply treatments. To be able to find out the preference for a certain part of the tree, the tree was divided into four sides (north, south, east and west) and the fruit was divided into two sides (sunny and shady), through which could be observed that as the threshold of action was approached, a greater number of mites was found on the west side of the tree and on the sunny side of the fruit. Once the said threshold of 3 mites/cm² was surpassed, Carbosulfan, Sulfur, Propargite, Azadirachtin, Dimethoate, Agricultural Soap, Ethion and *Bacillus thuringiensis* pesticides were applied in commercial doses. The highest effectivity percentages during the first, second and third evaluations were found with Carbosulfan, Propargite and Ethion: first evaluation, Carbosulfan 91% and Propargite 86.9%; second evaluation, Carbosulfan 92.3% and Ethion 91.6%; third evaluation, Ethion 96.7% and Propargite 94.6%. The least effective treatments were with Agricultural Soap and *B. thuringiensis*, since in the first, second and sixth evaluations Agricultural Soap had an effectivity of 40.5, 29.5 and 0%, respectively, and with *B. thuringiensis* during the third and fourth evaluations its effectivity was 74 and 4.8%, respectively.

Key words: *Phyllocoptruta oleivora*, citrus rust mite, biological effectivity

1. Tesista.

2. Director.

I. INTRODUCCIÓN

La naranja juega un papel importante en el sector agropecuario de México; para el año 2002 la superficie cosechada con éste cultivo fue de 325, 600 ha, con un rendimiento promedio de 12.9 t/ha, que generaron un volumen total de la producción de 4 '213, 200 t, lo que equivale a un valor estimado de 2 '768, 000 pesos (Fox, 2002) y el consumo per-capita de esta fruta fue de 26 Kg (SAGARPA, 2000). Por tales motivos, es la fruta más importante en México, tanto por la superficie dedicada a su cultivo, el volumen producido y su consumo interno (Gómez y Schwentesius, 1997); además es de suma importancia mencionar que de los 104, 224 citricultores de nuestro país, 91, 312 se dedican a la producción de la naranja (SAGARPA, 2002_a).

En 1999 el 85.4% de la superficie nacional plantada con este cítrico estaba ubicada en seis estados, Veracruz (45.1%), San Luis Potosí (12.6%), Tamaulipas (8.7%), Nuevo León (7.1%), Tabasco (6.1%) y Yucatán (5.8%) (SAGARPA, 1999).

El estado de San Luis Potosí, entre los años 1995 y 1999 registró un decremento en la producción de naranja, oscilando de 419, 397 t. a 310, 545 t., respectivamente, ocupando así el segundo y tercer lugar nacional, comparando con la producción de otros estados. Esta tendencia se acentuó para el 2001 en que la producción de naranja Valencia en el estado solo alcanzó las 105, 506 t. (6.6% del total nacional, ubicándose en el tercer lugar de 11 estados productores); y de otras variedades de naranja produjo 190, 562 t. (7.8% del total nacional, ocupando así el cuarto lugar dentro de los 27 estados productores), generando un volumen total de producción de apenas 296, 068 t. (SAGARPA, 2002_b).

En este estado predominan dos importantes regiones productoras de naranja, La Huasteca y La Zona Media. En la Huasteca se destinan a la producción

1, 311 ha de riego y 33, 300 de temporal, mientras que en la Zona Media solo se cultivan 4, 000 ha, comprendidas en los municipios de Rioverde, Cd. Fernández y Lagunillas; en esta región las condiciones geográficas, hidrológicas, climáticas y la topografía del suelo, así como la tecnología usada la ubican dentro de un nivel medio a alto, con la particularidad de que puede producir naranja valencia tardía de Julio a Agosto, cuando ninguna otra región lo hace (Gómez y Schwentesius, 1997).

Con la finalidad de detectar la problemática existente en la producción de naranja en la Zona Media, recientemente el Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado realizó una encuesta a los productores de cítricos, en la cual se abarcaron diversos aspectos, entre ellos los relacionados con las plagas. Los resultados de una muestra tomada al azar, de esa encuesta, arrojaron que el 85% ve afectada su producción por la presencia de la negrilla o arador, siguiendo en orden de importancia la mosca mexicana de la fruta. El arador es un ácaro que se alimentan y desarrolla todo el año en el follaje de los cítricos y cuando hay frutos disponibles, de aproximadamente 1.3 cm lo hace en ellos, los daños tempranos pueden producir rotura de la cutícula del fruto y glándulas de aceite esencial, el cual se oxida al ser expuesto al ambiente, lo que lignifica el tejido, por lo que la superficie toma un color café oscuro, lo que conduce al característico daño del fruto, depreciando su valor comercial hasta en un 40 %, ya que se reduce la calidad y el tamaño, afectando drásticamente la comercialización y el valor de la cosecha (Cartwright y Browning, s/f; Sánchez, 1993). No obstante la gran importancia que tiene la plaga en la región, no se habían realizado trabajos de investigación orientados a estudiar la fluctuación poblacional ni las estrategias de manejo, razón por la que la presente investigación tiene como objetivos: a) conocer la fluctuación poblacional del arador (*Phyllocoptruta oleivora* Ashmead.) en naranja, b) evaluar la efectividad biológica de diferentes plaguicidas en el control del arador de los cítricos y c) detectar la preferencia de la plaga por algún lado del árbol o del fruto.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. El cultivo de la naranja *Cítrus sinensis* L. (Osbeck)

2.1.1. Importancia económica

En el año 2001 el área cosechada con cítricos correspondió al 10.8% del área total cubierta con frutas y la naranja ocupó el 5.5% de esa superficie en el mundo. En la última década, los cítricos han ganado espacios frente a otras frutas, pues su área cosechada creció en promedio 2.1% anual promedio entre 1990 y el año 2000, mientras que en su conjunto el área cosechada con frutas solo creció en 1.8% anual en el mismo periodo (Observatorio Agrocadenas Colombia, 2002).

En particular, la producción de naranja cayó 1.7% anual entre 1997 y el 2001, lo que se explica por la caída pronunciada de la producción en Brasil, el mayor productor mundial de éste cítrico. Los Estados Unidos por problemas fitosanitarios mostraron una tendencia decreciente de 15% anual en promedio. Sin embargo, en la India, China y México se observa un crecimiento de 6.5%, 3.5% y 1.1%, respectivamente, mientras que España se mantiene constante durante ese mismo periodo (Observatorio Agrocadenas Colombia, 2002).

La producción mundial de naranja para el año 2001 fue de 61.1 millones de toneladas, el principal productor fue Brasil con 16.1 millones de toneladas, lo que representa el 28 % de la producción; en segundo lugar quedaron los Estados Unidos con 11.2 millones de toneladas, cifra que representó el 20% de la producción, el tercer lugar lo ocupó México al aportar el 7% de la producción, seguido por la India con el 6%, China el 5 % al igual que España, Italia el 3% y los 100 países productores restantes con el 26% (Observatorio Agrocadenas Colombia, 2002).

La naranja en México, es considerada como la fruta más importante, tanto por la superficie cultivada, el volumen y el valor de la producción, como por el consumo de la población, ya que en el año 2002 la superficie cosechada con éste cultivo fue de 325, 600 ha, con un rendimiento promedio de 12.9 t/ha, que generaron un volumen total de la producción de 4' 213, 200 t, lo que equivalió a un valor estimado de 2' 768, 000 pesos (Fox, 2002) y el consumo per-capita de esta fruta fue de 26 Kg (SAGARPA, 2000). Por tales motivos, es actualmente la fruta más importante en México, tanto por la superficie dedicada a su cultivo, el volumen producido y su consumo interno (Gómez y Schwentesius, 1997); el cual es superior al consumo per-cápita mundial (10.3 Kg, año 2000), aunado a esto se menciona que de los 104, 224 citricultores de nuestro país, 91, 312 se dedican a la producción de la naranja (SAGARPA, 2002_a).

En 1999 el 85.4% de la superficie nacional plantada con este cítrico estaba ubicada en seis estados, Veracruz (45.1%), San Luis Potosí (12.6%), Tamaulipas (8.7%), Nuevo León (7.1%), Tabasco (6.1%) y Yucatán (5.8%) (SAGARPA, 1999).

Particularmente, el estado de San Luis Potosí, entre los años 1995 y 1999 registró un decremento en la producción de naranja, oscilando de 419, 397 t. a 310, 545 t., respectivamente, ocupando así el segundo y tercer lugar nacional, comparando con la producción de otros estados. Esta tendencia se acentuó para el 2001 en que la producción de naranja valencia en el estado solo alcanzó las 105, 506 t. (6.6% del total nacional, ubicándose en el tercer lugar de 11 estados productores); de otras variedades de naranja produjo 190, 562 t. (7.8% del total nacional, ocupando así el cuarto lugar dentro de los 27 estados productores), generando un volumen total de producción de apenas 296, 068 t. (SAGARPA, 2002_b).

En éste estado existen zonas productoras, sistemas y formas de producción diferentes, predominando dos regiones importantes, La Huasteca y La Zona

Media. En La Huasteca se destina a este cultivo una superficie de 32, 000 ha, en las que se obtiene un rendimiento de 10 t/ha en promedio, siendo los principales municipios productores Tamazunchale, Axtla de Terrazas, San Martín, Tampacán, Coxatlán, Tanquián, Valles, Tampamolón, Xilitla, Antonio Santos y Tanlajas, donde se cultiva principalmente bajo condiciones de temporal; por otra parte, en La Zona Media solo se destinan a la producción unas 4, 000 ha, comprendidas en los municipios de Río Verde, Cd. Fernández y Lagunillas, pero a diferencia de La Huasteca, ésta zona es de riego y el rendimiento promedio es de 18 t/ha (Gómez y Schwentesius, 1997).

2.1.2. Origen e Historia

El origen geográfico del género *Citrus* se sitúa en el sureste de Asia, centro de China, Filipinas y el Archipiélago Indomalayo, hasta Nueva Guinea. Dentro de las distintas especies que lo conforman, la mandarina y la naranja parecen provenir de China e Indochina, razón por la que se le conoce comúnmente como naranjo dulce o naranjo de China. El pomelo, probablemente el ancestro de la toronja y más dulce que ésta, proviene de Malasia e Indonesia, donde se encuentran de forma silvestre. Del limonero, la idea general en relación a su origen, es que procede del Sudeste Asiático y Malasia. Actualmente el cultivo de éstas plantas se extiende a las regiones tropicales y subtropicales comprendidas entre los paralelos 44 °N y 41 °S (Agusti, 2000; López y Sánchez, 2001; Observatorio Agrocadenas Colombia, 2002).

Los árabes introdujeron la naranja y el limón a la región africana del mediterráneo en el siglo X, pero fue hasta el año 1400, después de los viajes de Marco Polo a China en 1287, cuando los portugueses introdujeron el naranjo en el mediterráneo europeo. La variedad dulce la difundieron los comerciantes genoveses en el Siglo XV. En 1556 los españoles la llevaron a los Estados Unidos de Norteamérica, plantando naranjos en Florida y California, actualmente uno de los mayores productores del mundo (Observatorio Agrocadenas Colombia, 2002). En México los cítricos se introdujeron por la

Agrocadenas Colombia, 2002). En México los cítricos se introdujeron por la región de Tonalá, Veracruz, en el año de 1518 por Bernal Díaz del Castillo en una de las expediciones de Juan de Grijalva. Sin embargo, la actividad comercial de éstos data de principios de éste siglo (Ramírez, 1991; citado por Orozco, 1995).

2.1.3. Clasificación taxonómica y descripción botánica

Los cítricos de interés comercial pertenecen a la División Embriophyta Siphonogama, Subdivisión Angiospermae, Clase Dicotyledonea, Subclase Rosidae, Superorden Rutanae, Orden Rurales, Familia Rutaceae, Subfamilia Aurantioideae, Tribu Citreae, Subtribu Citrinae y al género *Citrus* (Agusti, 2000). Este género cuenta con más de 145 especies, entre las que destacan la naranja *Citrus sinensis* Osbeck, mandarina *Citrus reticulata* Blanco, limón *Citrus limon* Burm, lima *Citrus aurantifolia* Christm. y toronja *Citrus paradisi* Macf. (Hui, 1999).

El naranjo *C. sinensis* es un árbol de 7 a 8 m de altura y copa redondeada; la raíz es sólida, blanquecina y en condiciones de cultivo posee una gran cantidad de pelos radiculares, consiste de una raíz primaria y raíces secundarias, las cuales pueden ser finas o fibrosas; los tallos jóvenes son verdes, tiernos y de sección triangular, pero con el tiempo la corteza se torna de color castaño, en éstos se localizan las ramas, hojas, yemas, espinas, flores y frutos; las ramillas son angulosas y espinosas y a veces sin espinas; las hojas son simples, oblongas, ovaladas o elípticas, de 6 a 15 cm de longitud y de 2 a 9 cm de ancho, con el ápice agudo y la base redondeada u obtusa, margen denticulado, haz verde lustroso y envés mate, pecíolo estrechamente alado; las flores son solitarias o en racimos, tienen de 4 a 5 pétalos blancos, glandulosos y de 20 a 25 estambres; el fruto es una baya conocida como hesperidio, es globoso u oval de 6 a 9 cm de diámetro, su corteza es poco rugosa de color naranja, está formado por aproximadamente 10 unidades carpelares unidas alrededor el eje floral, por el que contactan entre sí, formando así los lóbulos en cuyo interior

crecen los sacos de zumo y las semillas blancas (Agusti, 2000; López y Sánchez, 2001). El tamaño de su genoma es de aproximadamente 500 millones de pares de bases (Anónimo 1). En cuanto a las variedades de naranja se pueden enumerar los siguientes grupos: Navel, Blancas y Sanguineas (Observatorio Agrocadenas Colombia, 2000).

El grupo de las naranjas blancas está constituido por naranjas comunes y blancas finas. Entre las naranjas blancas comunes se agrupan todas las naranjas comunes multiplicadas tradicionalmente por siembra directa (no por injerto) y son, en general, muy productivas; sus frutos son de pequeño calibre, con corteza gruesa y numerosas semillas. Las naranjas blancas finas agrupan aquellas variedades seleccionadas por la calidad de sus frutos, su producción y época de recolección. Sus frutos prácticamente no tienen semillas y son de calidades organolépticas superiores a las naranjas comunes. Entre estas últimas se cuentan la Salustina, la Hamlin, la Cadenera, la Shamouti y la Valencia Late (Observatorio Agrocadenas Colombia, 2002). El origen de ésta última variedad es confuso, aunque se cree que se originó en Islas Azores a finales del siglo XIX. El árbol es vigoroso y se adapta bien a climas diversos (Agusti, 2000).

2.1.4. Usos

Las variedades de naranja se diferencian según su destino para el consumo en fresco o para procesar (Observatorio Agrocadenas Colombia, 2002) y son muy diversas las formas de aprovechamiento de sus plantaciones, por ejemplo, de las flores se obtienen aceites esenciales utilizados en perfumería; los frutos se consumen en fresco o en forma de zumos (jugos) frescos o industrializados, se emplean también para elaborar mermeladas; de la cáscara del fruto se obtienen aceites esenciales para la industria del refrescos, importante como fuente de divisas, e incluso la rayadura de la cáscara se emplea en la panificación (López y Sánchez, 2001). Su sabor varía entre ácido y dulce. Se caracterizan por el

alto contenido en vitamina C, complejo B, magnesio, azufre, silicio y cloro. Contienen también ácido málico, oxálico, tartárico y ascórbico (Anónimo 2).

2.2. El arador de los cítricos *Phyllocoptruta oleivora* Ashmead

2.2.1. Generalidades

Los ácaros son pequeños artrópodos que miden de 200 a 600 micras, se encuentran en diversos medios (acuáticos y terrestres); se alimentan de materia orgánica en descomposición o bien de plantas y animales. Su asociación con otros animales incluye el comensalismo, depredación o parasitismo, por lo que pueden causar serios daños en todas las fases de su vida, a los recursos agrícolas, plantas ornamentales, productos almacenados y en salud humana. Últimamente se le ha dado mayor importancia a los ácaros fitófagos como plagas principales de cultivos agrícolas, debido a que el empleo de productos químicos como plaguicidas y fertilizantes ha ocasionado la eliminación de los enemigos naturales que mantenían a bajas densidades a los ácaros y un aumento en el valor nutritivo de los vegetales, lo que trae como consecuencia una elevación en el potencial biótico de los ácaros (Otero, 1991, citado por Pérez y González, 2001).

Los ácaros constituyen el grupo más importante dentro de las especies plaga de las plantas cultivadas, después de los insectos. Comprenden entre un 15 y 20 % de las especies plaga de mayor importancia económica en los cultivos (Infoagro, 2003).

Los ácaros fitófagos pertenecen a las familias Tetranychidae, Eriophyidae, Tenuipalpidae, que aunadas a ciertas especies de Tarsonemidae y Acaridae, causan daños a gran cantidad de plantas, entre las que se encuentran frutales, ornamentales, hortalizas y especies forestales (Pérez y González, 2001).

El arador de los cítricos *Phyllocoptruta oleivora* Ashmead es una de las plagas más importantes de los cítricos, y pertenece a la Familia Eriophyidae, Orden

Acarina, Clase Arachnida y al Phylum Arthropoda (CSIRO Australia and AFFA, 2001).

2.2.2. Plantas hospederas

Según Sánchez (1993), éste ácaro es de mucha importancia en todas las especies de cítricos, excepto en el limón mexicano. Por su parte, Almaguel (2000), menciona que el arador o ácaro del moho, como es conocido en Cuba, vive y se desarrolla en todas las especies citrícolas de ese país y está presente en todas las áreas productoras, así como en cítricos de jardines y patios, el daño más severo lo causa a la naranja *Citrus sinensis*, en especial en la variedad "Valencia"; dato que fue constatado en una investigación en la que se probaron 11 especies, y en la que se demostró que además de ésta existen otras dos especies, *C. reticulata* Blanco y *Poncirus trifoliata* L. Raf. susceptibles, debido a que se presentó una alta tasa de reproductividad, crecimiento poblacional y longevidad de la hembra; *C. paradisi* Macf. mostró un grado medio de resistencia y *C. grandis*, *C. ichangensis* Swing y *C. aurantium* L. se mostraron altamente resistentes, ya que la reproductividad fue muy baja y por consiguiente no se incrementó la población (Yue *et al.*, 1998).

2.2.3. Requerimientos ambientales

La temperatura más favorables para el desarrollo de *P. oleivora* oscila entre los 22 y 29.5 °C, con óptimos de 25 a 27.5 °C y una humedad relativa de 60 a 90% (Almaguel, 2000).

Ebrahim (2000), realizó un experimento para observar el efecto de la temperatura sobre el desarrollo *P. oleivora*, del que concluyó que la oviposición cesa a temperaturas de 10 °C, y que la probabilidad de llegar al estado adulto es de 53.06% a 17 °C, de 21.81% a 30 °C y 26% a 32 °C.

Bergh y French (2000) observaron que en la Florida, EUA., los aradores regularmente se encuentran sumergidos en el agua de lluvia o del rocío y pueden resistir largos periodos de inmersión al permanecer inmóviles en esas condiciones hasta secarse. Estos mismos autores evaluaron el efecto de la temperatura, de la luz y el almacenamiento en frío sobre ácaros colectados en Texas y enviados a la Florida. Encontraron un mayor número de ácaros vivos a 30 °C que a otras temperaturas, en cambio en diferentes condiciones de luz y refrigeración no observaron diferencia en la sobrevivencia.

2.2.4. Ciclo de vida

Según Childers *et al.* (2002), el arador de los cítricos pasa por cuatro estados de desarrollo durante su ciclo de vida: huevecillo, primer instar conocido como larva (protoninfa), segundo instar llamado ninfa (deutoninfa) y el adulto, y para completarlo requiere de seis días a 27.2 °C, en cambio Almaguel (2000), menciona que éste fluctúa entre 7 a 11 días a temperaturas de 28 a 31°C y de 20 a 22 °C, respectivamente (Figura 1).



Figura 1. Ciclo de vida de *Phyllocoptruta oleivora* Ashmead (Tomado de UNIROYAL CHEMICAL).

El adulto es alargado, con el cuerpo en forma de cuña y aproximadamente tres veces más largo que ancho, su longitud es de 0.1 a 0.2 mm, y presenta color amarillo paja o amarillo claro (Figuras 2 y 3). Posee líneas transversales de diminutas espinas, que dan la apariencia de segmentos en el abdomen. Tiene dos pequeños pares de patas anteriores y un par de ventosas en forma de

lóbulo en la parte posterior del cuerpo que le ayudan en la dispersión aérea. Las hembras y los machos tienen una vida promedio de seis a catorce días respectivamente a 27.2 °C (French (2000), Cartwright y Browning (s/f), Childers *et al.* (2002)).

La oviposición comienza dos días después de que la hembra alcanza su madurez sexual, y continúa durante toda su vida, que es de 14 a 20 días. Los huevecillos son depositados solos o en grupos en las superficies de las hojas, frutos y ramitas verdes. Cada hembra deposita uno o dos huevecillos esféricos y transparentes que miden alrededor de 0.02 mm (Figura 3) (Sánchez, 1993), y alrededor de 30 en toda su vida y se incuban en aproximadamente 3 días a 27.2 °C (Childers *et al.*, 2002), en cambio Almaguel (2000) menciona que las hembras ponen hasta 18 huevecillos con puestas máximas entre el quinto y décimo día.

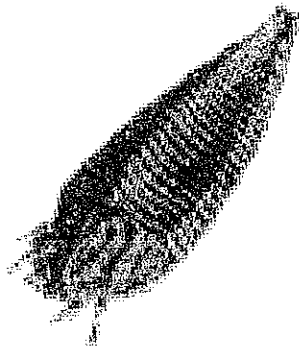


Figura 2. Adulto del arador



Figura 3. Adultos y huevecillos del arador
(Tomada de Agored)

Las larvas recién eclosionadas son parecidas a los adultos, cambian del color claro transparente al amarillo limón cuando alcanzan el estadio ninfal, evento que ocurre en aproximadamente dos días a 27.2 °C (Childers *et al.*, 2002).

El estadio ninfal es parecido al larval, excepto por el tamaño y requiere cerca de dos días y alta temperatura para mudar y convertirse en adulto (Childers, 2002).

2.2.5. Daños que ocasiona

Según Mateos (1995), el arador se localiza en ambas partes de la hoja, pero la mayor parte del año se le encuentra en el haz y en el invierno en el envés, los síntomas iniciales no se detectan, y en aquellas con niveles altos de población se observa deshidratación (hojas encartonadas) y al estereoscopio se definen como puntos necrosados (apariencia ferrumbosa o con moho), mostrando un color verde apagado y muy poca turgencia (Figura 4) (Almaguel, 2000; Cartwright y Browning, s/f).

Los aradores se alimentan y desarrollan todo el año en el follaje de los cítricos y cuando hay frutos disponibles, de aproximadamente 1.3 cm lo hacen en ellos, alimentándose en la superficie expuesta, destruyendo las células de la cáscara, lo que conduce al característico daño del fruto (Figura 5), el cual deprecia el valor comercial de la fruta hasta en un 40 %, ya que se reduce la calidad y el tamaño, afectando drásticamente la comercialización y el valor de la cosecha (Cartwright y Browning, s/f; Sánchez, 1993).

Este ácaro se alimenta de los jugos de la cáscara del fruto, los daños tempranos pueden producir rotura de la cutícula del fruto y glándulas de aceite esencial, el cual se oxida al ser expuesto al ambiente, lo que lignifica el tejido, por lo que la superficie toma un color café oscuro. Además afecta la calidad interna del fruto, produce cambios en el contenido de azúcar, aumenta la concentración de sólidos solubles totales ácidos y disminuye significativamente el contenido de vitamina C, el tamaño y el peso. En los frutos jóvenes se produce una decoloración de la corteza, de amarillo tenue a plateado (cubierto con un polvillo-masas del ácaro) que en 2 a 3 semanas adquiere un color pardo oscuro; los mayores daños aparecen en junio y agosto (Sánchez, 1993 y Almaguel, 2000).

Childers *et al.* (2002), señalan que las características visibles del daño difieren de acuerdo a la variedad y madurez del fruto. El daño temprano en la primavera o inicios de verano es visible debido al bronceado de la cáscara. Los frutos severamente afectados no crecen de manera normal y frecuentemente muestran canchales en la cáscara. Cuando el daño ocurre de manera tardía el fruto ya desarrollado muestra un oscurecimiento en el sitio donde se alimentó; generalmente el oscurecimiento varía del tostado oscuro al negro en los frutos verdes y café oxidado en los maduros. Un signo inequívoco del daño del arador es la apariencia opaca en los frutos, causada por cientos de exuvias depositadas durante el proceso de muda. Además se menciona que las altas poblaciones del arador pueden reducir el vigor del árbol (Cartwright y Browning, s/f).



Figura 4. Daño del arador en hojas
(tomada de Agrored)

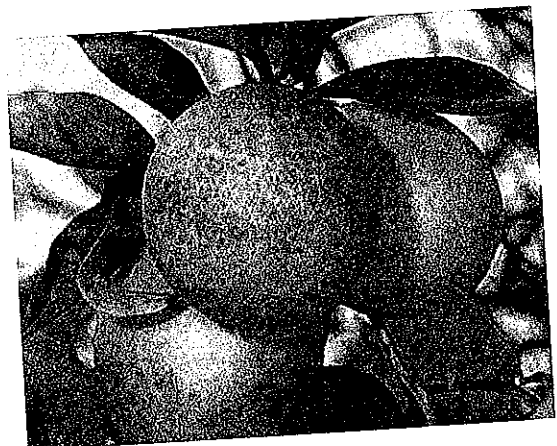


Figura 5. Daño del arador en frutos
(tomada de Agrored)

2.2.5.1. Daño causado por otros organismos relacionado con *P.oleivora*

Los síntomas del arador son similares a la melanosis en frutos, particularmente en pomelos podrían ser confundidos con el oxidamiento inducido por el ácaro, pero se puede distinguir porque la cáscara no tiene la textura y por la presencia de pústulas melanosas (Cartwright y Browning, s/f).

Por muchos años se consideró que la mancha grasienta causada por el hongo *Mycosphaerella citri* Whiteside, cuyo estado imperfecto es *Stenella citri – grisea*

(Fisher) Sivanesan (sinónimo de *Cercospora citri* – grisea Fisher), era un daño causado por el arador, debido a que las aspersiones de citrolina para el control de ácaros también reducían la severidad de la enfermedad (Orozco, 1995).

Polyphagotarsonemus latus (Banks) es una plaga muy importante de la lima "Tahiti" en Florida. Este ácaro daña a las hojas y frutos jóvenes al alimentarse de ellos. Las altas infestaciones causan distorsión de hojas y a veces defoliación. El daño más importante se da en el fruto provocando un cambio de color y en algunos casos ocasiona la caída prematura de los mismos. Los frutos severamente dañados no son aptos para el mercado en fresco, pero pueden ser procesados porque la calidad interna no se afecta. El daño que causa este ácaro es confundido fácilmente por el arador *Phyllocoptruta oleivora* (Pea and Campbell, 1992).

Una especie de ácaro que puede coexistir en la misma hoja o fruto que el arador es el arador rosa de los cítricos *Aculops pelekassi* Keifer, aunque el primero es la especie que prevalece. Las poblaciones tempranas de arador rosa pueden provocar graves daños en abril y mayo. Ambas plagas son importantes en frutos destinados al mercado en fresco, debido a los daños que causan (Childers et al., 2002).

2.2.6. Distribución del arador en el árbol

El arador *P. oleivora* se localiza principalmente en la parte media inferior del árbol, a diferencia de otros aradores, como *Tegolophus australis* Keifer, que prefiere la parte soleada de los frutos ubicados en la parte media superior del árbol (Anónimo 3).

La distribución de los aradores en los árboles varía durante el año y generalmente está determinada por las condiciones ambientales, tienden a buscar áreas de alta humedad alejada de la luz directa del sol, pero también

evitan áreas con rocío; durante el invierno se encuentran en el follaje y en las rajaduras de la corteza. En el follaje es más probable encontrarlos en las partes secas y en las hojas internas del dosel (Cartwright y Browning, s/f). De acuerdo con éstos autores, los ácaros prefieren los frutos ubicados en los lados oeste y noroeste durante mayo a junio, cuando prevalecen las condiciones de nublado; en el verano, a medida que la temperatura se incrementa, se mueven hacia el centro y el cuadrante norte, lejos de la luz directa del sol. Después de la cosecha, durante los meses del invierno, se observan las más poblaciones más altas de ácaros en los lados este y noreste.

Según Childers *et al.* (2002), la densidad del dosel del árbol tiene un efecto sobre las poblaciones del arador y su habilidad para incrementarse en un corto periodo de tiempo. Dentro de un dosel denso, la temperatura es más baja y la humedad relativa más alta que en áreas cercanas; los doseles más densos son condiciones menos favorables para un incremento rápido del arador. Estos autores mencionan que durante el verano el arador es más abundante en los frutos y el follaje de los márgenes exteriores del dosel del árbol. Generalmente prefieren el dosel inferior del lado norte, mismo que soporta poblaciones más altas; finalmente, las condiciones menos favorables para el incremento del arador se encuentran en la parte superior del lado sur del árbol.

En relación a lo anterior, Mateos (1995) realizó un trabajo en naranja "Valencia" en Victoria, Tamaulipas. La preferencia que mostró el arador por la parte norte y este del árbol difieren de los resultados que obtuvo Rodríguez (1997), sobre la preferencia del arador por alguna parte del árbol y fruto, el cual encontró preferencia por el cuadrante noreste del árbol y oeste del fruto en naranja "Hamlin", en la comunidad La Valenciana, municipio de Ciudad Victoria; en La Hacienda, municipio de Hidalgo, en naranja "Valencia" la preferencia correspondió al cuadrante sureste del árbol y norte del fruto. En El Remolino, municipio de Llera, en toronja "Marsh" el arador prefirió el cuadrante noreste del árbol y en el fruto el lado norte. La preferencia que mostró el arador en los

árboles en San Manuel y Santa María, municipio de Padilla, en naranja "Valencia" fue hacia los cuadrantes sureste y suroeste, sin encontrar preferencia por algún lado del fruto.

2.2.7. Distribución espacial y temporal

Badii (s/f), en Nuevo León, México, determinó el tipo de dispersión espacial de *P. oleivora* (Ashmead), en 96 muestras de 1920 hojas en tres huertas de naranjo Valencia (40 hojas/árbol y 16 árboles/huerta) que diferían en edad y labores culturales. Para determinar la consistencia de los resultados y contrastar el tipo de dispersión espacial del ácaro sobre haz y envés de las hojas y las partes del interior y exterior del árbol, usó los modelos de la ley de poder de Taylor, los índices de Iwao, Morisita, Green, varianza media y binomial negativa. Según estos modelos, el tipo de dispersión en general, tanto en hojas como en las secciones del árbol, fue agregada; se observó que el arador de los cítricos presentó mayor densidad poblacional sobre el haz de las hojas y la parte interior del árbol. Las densidades máximas y mínimas del ácaro se presentaron en huertas con pobre y buen manejo agronómico, respectivamente.

Con el fin de determinar la densidad poblacional y el tipo de distribución espacio-temporal de *Phyllocoptruta oleivora*, Badii (1997) realizó muestreos semanales en frutos de naranja "Valencia", en Allende, Nuevo León, México. Encontró como tipo de distribución espacial a la agregada, según los modelos de binomial negativa, relación varianza-media, Green y Morisita. La distribución temporal también fue agregada, usando los modelos de Taylor e Iwao. De los ocho índices probados, los de Lexis, Charlier, David y Moore y Loyd, aparte de los cuatro índices mencionados para la distribución espacial, la K (parámetro de distribución) de binomial negativa fue el mejor indicador del patrón de distribución. El autor anterior coincide con Varela-Fuentes (2002), quien llevó a cabo una investigación en frutos de naranja en Güemez, Tamaulipas, México, siendo uno de sus objetivos determinar el tipo de distribución espacial de

Eutetranychus banksi, *Phyllocoptruta oleivora*, *Brevipalpus californicus* Banks y el ácaro depredador *Euseius mesembrinus* Dean. Los índices utilizados fueron: Southwood (1966), Taylor (1966) y Green (1966), obteniendo que durante el periodo de investigación, de abril a noviembre de 2000, los ácaros fitófagos presentaron un patrón de distribución agregada y *E. mesembrinus* se distribuyó al azar.

Hall et al. (1997), contaron todos los estadios del ácaro, excepto huevecillos, que se encontraban dentro de 1 cm², empleando un muestreo en transecto, éste muestreo consistió en tomar 2 muestras por fruto, 4 frutos por árbol (1 en cada cuadrante del árbol), 12 árboles a lo largo del transecto noreste – suroeste y 12 árboles a lo largo del transecto noroeste – sureste, en una área de 4 ha, para determinar la distribución de *Phyllocoptruta oleivora* en frutos de naranja Valencia y Hamlin. Las muestras se tomaron de mayo a diciembre, encontrándose una distribución de probabilidad binomial negativa en el 79 % de los casos.

2.2.8. Métodos de muestreo y umbrales de acción

Según Childers et al. (2002), para muestrear o explorar las poblaciones de arador se han descrito varios métodos; de ellos se mencionan los más utilizados: a) la determinación del porcentaje de fruto y /o hojas infestadas con arador, b) escalas cualitativas y c) conteos de adultos presentes en frutos en árboles seleccionados al azar.

2.2.8.1. Determinación del porcentaje de fruto y /o hojas infestadas

Almaguel (2000) señala, que el muestreo de *P. oleivora* se debe realizar de febrero a diciembre en 100 hojas o frutos, y las aplicaciones deben iniciar cuando el 15% de algún órgano se encuentre infestado.

2.2.8.2. Muestreo basado en la densidad del arador

Cuando el fruto será procesado se seleccionan árboles al azar y distribuidos en áreas de 4 a 16 hectáreas, con una sola variedad y prácticas culturales uniformes. En áreas de 4 ha se contabiliza el número de ácaros en 20 árboles, y se toman cuatro frutos por árbol para realizar los conteos. Los frutos pueden ser muestreados al azar, cada 2 o 3 semanas, representando los cuatro cuadrantes del árbol y ubicados a la mitad dentro del dosel (entre el exterior y el interior). La superficie del fruto se puede dividir a la mitad para ser examinados, entre las áreas soleadas y sombreadas. El número de ácaros por cm^2 se puede utilizar como umbral de acción, para planear una aplicación de plaguicidas, si se encontraran 10 ácaros/ cm^2 , en promedio, el tratamiento sería requerido lo más pronto posible (Childers *et al.*, 2002). En fruto para consumo en fresco, el muestreo se realiza de manera similar a la anterior, excepto porque las aplicaciones se deben realizar al observar 2 ácaros/ cm^2 .

Un programa de control basado en la detección y combate temprano de ésta plaga es más efectivo que el realizar aplicaciones cuando las poblaciones se han incrementado, por lo cual, para prevenir el ataque del arador o negrilla, se recomienda que durante el mes de abril se lleven a cabo muestreos en el envés de las hojas y en frutos, principalmente en el lado sombreado y en caso de estar presente el arador, deberán de iniciarse las aplicaciones en éste mes, antes de que se observe daño en el fruto, pues éste es irreversible, es decir, un fruto dañado no se recupera. El muestreo y aplicación en septiembre son para evitar el brote de octubre a diciembre. La cantidad de aplicaciones posteriores a la primera, estarán en función de los muestreos, los cuales se tienen que realizar mínimamente cada tres semanas, tomando en cuenta el promedio de residualidad de los productos (Sánchez, 1993).

Curti - Díaz *et al.* (1996), señalan que es conveniente muestrear cada 10 a 15 días con una lupa de 10 aumentos, para asegurarse de la presencia de los ácaros antes de hacer alguna aplicación. Ellos sugieren tomar seis árboles

distribuidos al azar (en una huerta de 10 ha, y en huertas mayores adicionar un árbol más por cada hectárea que se incremente). En cada árbol tomar 4 frutos a los cuales se les hacen 4 observaciones con la lupa, contando el número de ácaros por cm^2 . Cuando se alcance un promedio de 4 a 6 aradores/ cm^2 y 20% o mas de los frutos muestreados tengan aradores será el momento de aplicar un acaricida (Smith *et al.*, s/f; Pehrson *et al.*, 1991, citados por Curti - Díaz *et al.*, 1996).

2.2.9. Fluctuación Poblacional

Sánchez (1993), señala que el arador o negrilla se puede controlar mediante la aplicación de plaguicidas, sin embargo, para que éste sea más eficiente, es importante conocer las épocas y/o periodos en que se presentan las altas poblaciones; para ello se llevaron a cabo estudios de dinámica poblacional en la región citrícola de Nuevo León, en la que se determinó que éstos periodos están comprendidos de mayo a julio y de octubre a diciembre; generalmente en el último periodo las poblaciones son más altas, sin embargo el primero es más importante porque la fruta se encuentra en estado inicial de desarrollo.

Por su parte, Olazar (1994) encontró diferencias en la fluctuación de la plaga durante el año, sin embargo, observó la mayor concentración de negrilla en los meses de marzo, abril, mayo y junio, con un pico máximo en mayo, además visualizó que las hojas tenían mayor cantidad de ácaros y que a finales de abril y principios de mayo cuando los frutos alcanzaron 0.6 cm de diámetro la mayor concentración de la plaga se encontraba éstos, en comparación con las hojas y ramas.

Mateos (1995), realizó un trabajo cuyo objetivo fue determinar la fluctuación poblacional de *P. oleivora* en hojas y frutos de naranja "valencia" con dos tipos de manejo de la cobertura vegetal y la influencia de algunos factores ambientales, pero sin emplear plaguicidas. Se manejó una hectárea con

cobertura vegetal y otra sin cobertura, muestreando hojas y frutos. Las diferencias encontradas en la fluctuación poblacional de arador entre los meses junio, diciembre, enero y marzo en las hojas y entre junio, diciembre, febrero y marzo en el caso de los frutos no se atribuyeron a la influencia de la cobertura, sino principalmente a factores climatológicos. Las mayores poblaciones se registraron entre octubre de 1994 y marzo de 1995, con una mínima incidencia en julio y agosto, detectando más ácaros en los brotes de febrero que en los de agosto.

Thompson (2000), realizó un estudio en el municipio de Güemez, Tamaulipas, donde factores como la ubicación geográfica y las condiciones climáticas, favorecieron la presencia de la especie durante todo el periodo de estudio sobre frutos de *Citrus sinensis*, alcanzando sus picos poblacionales durante los meses de junio, septiembre y enero.

De acuerdo con Childers et al., (2002) las fluctuaciones de arador se incrementan de mayo a junio y declinan después de agosto, pero pueden recuperarse nuevamente a finales de octubre y principios de noviembre y raramente las densidades del ácaro en el otoño se aproximan a las que ocurren a principios del verano.

2.3. Métodos de Control

2.3.1. Control Natural

El arador de los cítricos tiene varios enemigos naturales que ejercen una acción reguladora en sus poblaciones. Dentro de éstos figuran los ácaros fitoseidos. La eficiencia de los ácaros de la familia Phytoseiidae como depredadores de ácaros fitófagos ha sido constatada por varios investigadores (Hoss de Moraes y Braun, s/f).

Un ejemplo de la familia Phytoseiidae es la especie *Amblyseius victoriensis* Womersley, nativa de Australia, adaptada a climas áridos, por lo que en los climas más lluviosos o áreas costeras es desplazada por otros ácaros de la misma familia. Otros depredadores comunes son las especies *Agistemus* (familia Stigmaeidae) y *Eupalopsis* (familia Eupalopsellidae), particularmente importantes en el control del arador, aunque también se alimentan de arañas (Tetranychidae) y sus huevecillos (Frost and Bailey, s/f).

El gusano de bolsa *Cryptothoelea gloverii* (Packard) (Familia Psychidae), es un microlepidóptero que causa daños al follaje y frutos de naranja; sin embargo, Villanueva *et al.* (s/f), le encontraron en frutos altamente dañados por el arador. Pruebas de laboratorio revelaron que el gusano de bolsa prefiere las naranjas dañadas por el ácaro que las no dañadas, los mismos autores reportan una conducta depredadora del gusano de bolsa hacia *P. oleivora* y *Panonychus citri* (McGregor) (Familia Tetranychidae), además se le observó alimentándose de hongos del género *Penicillium* sp. y la escama púrpura *Lepidosaphes beckii* (Newman) (HOMOPTERA: Diaspididae), por lo que concluyeron que el gusano de bolsa es más bien omnívoro y que se alimenta de plantas, hongos, insectos y ácaros. En este mismo sentido Mateos (1995), reportó que las larvas de la Familia Cecidomyiidae y el hongo *Hirsutella thompsonii* Fisher atacan al arador.

Por su parte McCoy (1996) menciona que sólo algunas infecciones causadas por hongos son conocidas en eriófidos, lo cual se dificulta porque éstos ácaros son extremadamente pequeños, generalmente miden de 100 a 250 µm de largo; por lo que las observaciones de campo sobre la presencia de patógenos en eriófidos son casi imposibles, solo se pueden realizar llevando material del campo al laboratorio para examinar la presencia o no de patógenos con la ayuda de un microscopio compuesto o estereoscópico (Van Der Geest *et al.*, 2000).

No obstante, el primer registro publicado de una enfermedad en un eriófido data de 1924, cuando Speare y Yothers observaron un repentino decremento de las poblaciones del arador (*Phyllocoptruta* (= *Phyllocoptes*) *oleivorus*) en toronja, en Florida, Estados Unidos de América. Las densidades de población en el mes de junio alcanzaron algunas veces los 5000 ácaros en una sola toronja, pero drásticamente las poblaciones se redujeron casi hasta cero. Los investigadores pudieron distinguir las hifas de los hongos en los ácaros muertos y también comprobaron que la incidencia de la enfermedad fungosa fue inferior después de asperjar fungicidas cúpricos. Posteriormente Fisher (1950) describió al hongo como *Hirsutella thompsonii*, en el mismo trabajo se describió a *Hirsutella bessey*, también como patógeno del arador de los cítricos, aunque la clasificación taxonómica de esta última especie no es clara (Minter and Brady, 1980, citados por Van Der Geest *et al.*, 2000).

Los conidios son los propágulos infectivos de *Hirsutella*, sus esporas poseen una cubierta mucosa que facilita la adhesión a la cutícula del hospedante. Los conidios germinan y pueden penetrar por todas las partes del cuerpo, aunque en los ácaros llamados arañas, la penetración es usualmente a través de las patas. Los hongos entomopatógenos, normalmente penetran a su hospedante a través de la cutícula, la cual contiene un 30% de quitina, y además está rodeada por una proteína. El hongo produce proteasas, mismas que juegan un papel muy importante en la degradación y la penetración del hongo al cuerpo del ácaro (Van Der Geest *et al.*, 2000).

Este hongo causa epizootias regulares bajo condiciones naturales y afecta tanto ninfas como adultos. Los conidios asexuales se producen en la parte exterior de los ácaros muertos infectados, en la que germinan bajo condiciones de alta humedad relativa y entran al cuerpo de otros ácaros por medio del tubo germinativo, formando una ramificación del micelio dentro del hemocelo del ácaro. Una vez muerto el hospedante el hongo sale del cuerpo a través del integumento y forma nuevas esporas, tardando aproximadamente 4 horas para

que una espora penetre la cutícula del hospedante, mientras que el tiempo de infección a esporulación es de alrededor de cuatro días, con temperaturas de 25 a 30 °C (McCoy, 1996).

En condiciones naturales *Hirsutella thompsonii* Fisher llega a alcanzar niveles importantes de parasitismo desde finales de mayo hasta octubre y se encuentra en porcentajes bajos, de marzo a abril y mediados de mayo, época con grandes riesgos de *P. oleivora*, por lo que no logra mantener al ácaro por debajo de los niveles de tolerancia, esta situación está determinada especialmente por las condiciones climáticas, humedad relativa y temperatura (Almaguel, 2000). Este mismo autor menciona que el comportamiento típico de *P. oleivora* en áreas de producción con aplicaciones de acaricidas produce dos picos poblacionales y en áreas no tratadas solo se presenta un incremento poblacional del ácaro antes de mayo, con niveles bajos de parasitismo por el hongo, el que se incrementa a partir de mayo cuando los niveles del ácaro son más bajos que en las áreas tratadas; el segundo pico se produce por una sensible disminución de *H. thompsonii*, entre mayo y octubre cuando el parasitismo natural del hongo es más sensible, producto de las condiciones climáticas favorables para su desarrollo. Bajo estas condiciones el número de frutos con más de 10 ácaros por cm² es inferior en áreas no tratadas que en las tratadas. El mecanismo de control natural de *P. oleivora* por *H. thompsonii*, está caracterizado por el efecto desfavorable del clima sobre el hongo desde el mes de mayo, y muy favorable para el ácaro. El efecto negativo de los plaguicidas sobre el hongo a partir de éste mes, hacen necesaria la sustitución de medios químicos por biológicos compatibles con *H. thompsonii* y otros enemigos naturales, eficientes para el control de ácaros.

Yang et al. (1997), desarrollaron un modelo para estudiar las interacciones entre los frutos de naranja, el arador de los cítricos y el hongo patógeno *H. thompsonii*. El modelo consistió en una serie de ecuaciones, incorporando edad y cambio de estadio del arador y su hongo patógeno. Los factores abióticos que

se incluyeron en el modelo fueron la temperatura media y el periodo de rocío diarios, y como factores abióticos la densidad del ácaro (huevo, protoninfa, deutoninfa y adulto) y la del patógeno (latente e infeccioso) y área superficial del fruto sin daño. Los autores observaron una buena correlación por lo que concluyeron que el modelo podría ser usado para predecir tendencias en la población del ácaro y frutos dañados. Si el modelo fuese usado para estimar daños y tendencias en la población, sería necesario incluir un modelo de mortalidad inducida por el uso de plaguicidas.

2.3.2. Control alternativo

La mayor parte de la investigación en patógenos de ácaros concierne especialmente a estudios de hongos patógenos de eriófidos y arañas. Estos hongos juegan un rol muy importante en la regulación natural de las poblaciones de ácaros y algunas veces son capaces de reducirlas, estos estudios han conducido al desarrollo de los hongos como acaricidas comerciales (Van Der Geest *et al.*, 2000).

Vey *et al.* (1993), observaron que *H. thompsonii* producía una proteína tóxica cuando el hongo crecía en medios de cultivo artificiales. Los filtrados se probaron contra algunas especies de insectos. Se observaron fuertes efectos citológicos (pycnosis del núcleo y lesiones en el citoplasma) en el intestino medio, tubos de malpigy, hipodermis, cuerpo graso, hemocitos, músculos y glándulas de seda de la larva de *Galleria mellonella* Linnaeus (Lepidoptera: Pyralidae), también fueron patogénicos en otras especies de insectos. Una de las proteínas, la Hirsutellina A (HtA), inhibió el crecimiento de las células del insecto en medio de cultivo (Boucias and Pendland, 1998). Esta es una proteína no glicosilada, de 15 a 16 KDa, termoestable, con propiedades similares a las proteínas que inhiben el ribosoma. Sin embargo, la secuencia de aminoácidos y nucleótidos de HtA es muy distinta a las de otras proteínas que inhiben el ribosoma (Boucias *et al.*, 1998). Posteriormente se demostró que esa proteína

afectaba un amplio rango de artrópodos, incluyendo los ácaros (Omoto and McCoy, 1998), de hecho al arador de los cítricos le causa mortalidad cercana al 100%, a una concentración de 100 µg/ml de HtA, y al parecer también reduce la fecundidad (Van Der Geest et al., 2000).

Por su uso práctico para el control de una amplia gama de insectos y ácaros, que constituyen plagas importantes de los cultivos, *Bacillus thuringiensis* aparece como una de las alternativas principales de bioinsecticidas, pues, con la aplicación de varias cepas especializadas obtenidas por el Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV), fue posible reducir sustancialmente las poblaciones de lepidópteros, tales como el gusano de la yema del tabaco *Heliothis virescens* Fabricius, el falso medidor de los pastos *Mocis latipes*, la primavera de la yuca *Erynnis ello*, la polilla de la col *Plutella xylostela* Linnaeus y de ácaros fitoparásitos, entre ellos el ácaro blanco *Polyphagotarsonemus latus*, el ácaro del moho *Phyllocoptruta oleivora* y la araña roja *Tetranychus timidus*, estos últimos con la aplicación de la cepa LBT-13 (Fernández, 1995 citado por Estrada y López, s/f).

Según Almaguel (2000), las pruebas preliminares de laboratorio con el cepario de microorganismos del INISAV, mostraron resultados satisfactorios con la cepa LBT-13 (*B. thuringiensis*) en el control de eriófidos, tetraníquidos y tarsonémidos. Se determinó que esta cepa producía mortalidad directa y una disminución importante de la oviposición, dada la acción acaricida de las exotoxinas liberadas al medio. Se obtuvo de 83 a 90% de mortalidad de adultos con la concentración de 107 esporas/ml a las 72 horas después de la aplicación y 100% en el caso de las ninfas y ningún efecto ovicida. Aunque produjo mortalidad en las larvas de *Cycloneda sanguinea* Limbifer; los huevecillos, pupas y adultos no fueron afectados, y los niveles de parasitismo de *Encarsia smithii* fueron similares a los del testigo sin tratamiento y compatible con *H. thompsonii* y con los productos químicos recomendados en el cultivo, excepto Oxidloruro de cobre.

Estrada y López (s/f), mencionan que durante mucho tiempo el uso de extractos y polvos vegetales, elaborados de diferentes partes de las plantas y usados como insecticidas botánicos en el control de insectos, ácaros y nemátodos que afectan los cultivos y también los granos almacenados ha sido una práctica frecuente; con ese fin se han utilizado plantas nativas como exóticas, con las cuales se han elaborado diferentes bionsecticidas, es el caso del neem (*Azadirachta indica* Juss.).

Las hojas, semillas, corteza y raíces de el árbol del neem *A. indica* Juss., son usados en la India desde tiempos inmemorables para curar muchas enfermedades. Las hojas y en especial sus semillas en forma de extractos se han usado en el control de varios insectos plaga en ese país (Kleeberg, 2001).

Martínez (2001 a), menciona que en el Instituto Agronomico do Parana, Brasil, la acción de extractos y aceite de neem se ha estudiado en plagas de importancia económica, principalmente las plagas del café y también en enemigos naturales. Los ensayos realizados con el aceite de neem o los extractos de frutos y hojas fueron eficientes en el control de *Leucoptera coffeella* Guer., *Diabrotica speciosa* German, *Bemisia tabaci* Gennadius, *Spodoptera frugiperda* Smith, *S. littoralis* Boisduval, *Alabama argillacea* Hubner, y en los ácaros *Brevipalpus phoenicis* Geijskes, *Phyllocoptruta oleivora*, *Tetranychus urticae* Koch y *Polyphagotarsonemus latus*. El depredador *Cycloneda sanguinea* resultó menos susceptible al aceite de neem.

Martínez (2001 b), hace una descripción del ensayo contra los ácaros difíciles de controlar con acaricidas convencionales; indica que cuando las naranjas infestadas con ácaros fueron asperjadas con extractos de semillas de neem al 15 y 30%, en condiciones de laboratorio se observó, una mortalidad superior al 80% de *Brevipalpus phoenicis*, *Phyllocoptruta oleivora*, *Tetranychus urticae* y *Polyphagotarsonemus latus* después de 24 horas.

Según Estrada y López (s/f), en Cuba, a partir de 1992 se comenzaron a validar diferentes productos naturales derivados del neem, tales como el OleoNim80 y OleoNim50, que en forma de aceite emulsionable se pueden utilizar en el control de plagas tan importantes como el *Heliothis virescens*, *Plutella xylostella* y *Diaphania hyalinata* Linnaeus; también los polvos para extractos acuosos CubaNim-T y CubaNim-SM, son efectivos contra una amplia gama de insectos, ácaros y nematodos, tal es el caso de *P. oleivora* para el cual se recomiendan 7 Kg/ha, y el extracto etanólico concentrado NeoNim60 se puede utilizar contra especies de lepidópteros y picudos como el *Cylas formicarius* Fabricius.

Pruebas de efectividad del producto PHC™ NEEEM™ desarrolladas por la Universidad de Morelos demostraron su efectividad para controlar araña roja (*Oligonychus punicae* Hirst.) a dosis de 0.5 a 1%, con lo que se redujo el porcentaje de adultos por centímetro cuadrado de las hojas del aguacate (Plant Health Care de México, s/f).

2.3.3. Control químico

Childers et al. (2002), señalan que la necesidad de usar productos químicos para el control del arador se debe a sus atributos biológicos, a) habilidad para incrementar rápidamente su densidad poblacional y el potencial en la reproductividad, b) tamaño pequeño, lo cual dificulta el monitoreo en campo, por lo que la detección del nivel de daño se observa hasta que éste ha ocurrido en el fruto, c) la presencia de enemigos naturales tales como ácaros depredadores y el hongo parásito *Hirsutella thompsonii*; destino del fruto en el mercado y prácticas culturales.

Cabe destacar que el mercado es particularmente importante, debido a que la apariencia es prioritaria en frutos destinados al consumo en fresco; tampoco existe justificación del control químico del arador en frutos destinados a la

industria. Los huertos que producen naranjas para el mercado en fresco pueden recibir tres o cuatro aplicaciones de acaricidas al año, normalmente durante abril, junio, agosto y octubre. Por el contrario, las huertas donde se produce fruto destinado a la industria reciben de cero a dos aplicaciones por año (Childers *et al.*, 2002).

Existe un basto número de productos que en años recientes se han empleado para el control de *P. oleivora*, entre los que podemos mencionar a la Abamectina, Aceites, Aldicarb, Avermectina, Azufre, Bromopropilato, Carbosulfan, Dicofol, Diflubenzuron, Ethion, Formetanato, Monocrotofos, Oxido de Fenbutatin, Phosalone, Propargite, Quinometionato, Spiridaben, Triarathene, e incluso se han utilizado fungicidas como el Cobre, Maneb, Mancozeb y Zineb, entre otros.

Los acaricidas aplicados para el control del arador en fruta para el consumo en fresco, frecuentemente se combinan con fungicidas que les son compatibles, principalmente en primavera y verano. Una alternativa es el aceite de petróleo FC 435-66, FC 455-88 o FC 470-01 para el control de la mancha grasienta y para suprimir los ácaros. Dado que las manchas externas son causadas por aradores, hongos y minadores, éstas son menos importantes cuando los frutos serán procesados, por lo que las estrategias de control químico del arador pueden modificarse significativamente. Como la mayoría de los acaricidas no tienen actividad ovicida y su actividad residual es corta en el follaje y frutos, el control residual generalmente es mejor si el acaricida se aplica cuando la densidades de huevecillos y adultos son bajas (Childers *et al.*, 2002).

Sánchez (1993), menciona que se deben utilizar acaricidas específicos para no dañar a los enemigos naturales de ésta o de otras plagas; los plaguicidas que a continuación se reportan son recomendados por su actividad acaricida y también porque no ocasionan daño a los parásitos de la mosca prieta (*Amitus* sp. y *Encarsia* sp) y de las escamas (*Aphitis* sp), estos son: Agriek 1.8% E.M.

(Avermectina B₁) 20ml, Morestán 25 % PH (Quinometonato) 150g, Keltane 42 % EC (Dicofol) 150ml, Dimilin 25 % PH (Diflubenzurón) 70g, Comite 73 % EC (Propargite) 150ml, Sultrón 52 % Susp. (Azufre) 200ml.

Olazar (1994), con la finalidad de conocer la residualidad y efecto tóxico sobre la negrilla *P. oleivora* Ashm. y otras especies probó los plaguicidas Ethion, Vydate, Agrimec, Akar, Carzol, Kelthane, Mancozeb, Dimilin y Kumulus. Se utilizaron las dosis recomendadas, y se aplicaron cuando la infestación estaba por encima del umbral económico, muestreando tres y 48 horas después de cada aplicación y posteriormente cada semana. Los resultados indicaron diferencia significativa entre tratamientos, encontrándose una residualidad máxima de tres semanas para el Vydate, Mancozeb y Akar; dos semanas en Ethion, Agrimec y Kumulus y una actividad acaricida casi nula de Kelthane, Carzol y Dimilin; el Vydate y Ethion fueron los plaguicidas de mayor espectro de acción.

Rodríguez (1997), realizó una investigación las variedades de naranja "Hamlin", "Valencia" (*Citrus sinensis*) y toronja "Marsh" (*Citrus paradisi*), encontró que las diferentes concentraciones de Oxido de Fenbutatin mostraron periodos de protección de 83 hasta 141 días, en comparación con el de uso regional como Azufre, Quinometonato, Dicofol más Zineb y Abamectina, con rangos de protección de 27, 105, 81 y 57 días, respectivamente.

Posteriormente Thompson (2000), señaló que la fluctuación poblacional de *P. oleivora* bajo la presión de aplicación de plaguicidas, en Güemez, Tamaulipas, se vio influenciada por factores ambientales, como lo citan Krantz y Koch (1978), quienes mencionan que el arador tiene un alto potencial de reproducción con humedad relativa alta y temperatura de 24 a 25 °C. El periodo más prolongado sin aplicación correspondió al tratamiento a base de Clorhidrato de Formetanato (Dicarsol) a razón de 1.5 Kg/ha y Abamectina (Agrimec) a la dosis de 0.5 l/ha, con 165 días, seguido por el Oxido de

Fenbutatin (Torque) de 1.25 l/ha con 112 días y Vydate (Oxamil) de 1.5 l/ha con 105 días.

Hernandes (2000) en Brasil montó un ensayo que consistió en evaluar el efecto de Laser 400 SC en dosis de 25, 37.5, 50 y 75 ml/100 l de agua y Marshal 200 SC en dosis de 50 ml por cada 100 l de agua. La evaluación consistió en contar el número de ácaros vivos en los cinco frutos marcados por parcela (1 árbol). Con el Laser se obtuvo una eficiencia de 95.3% en su mayor dosis a los 30 días y 88% a los 45 días después de su aplicación, con el Marshal se obtuvo un 98% a los 30 días y 83% a los 45 días.

Con el propósito de estudiar de estudiar la eficiencia de los productos Flufenoxuron, Teflubenzuron, Bromopopilato, Oxido de Fenbutatin y Carbosulfan en el control de *P. oleivora* en naranja valencia Oliveira *et al.* (s/f), realizaron un ensayo con los productos ya mencionados, concluyendo que el Torque 500 SC (60 ml/100 l) y Marshal 250 CE (40 ml/100 l) fueron los más eficientes para el control del arador.

Trevisan (2002) realizó un estudio en campo con el objetivo de estudiar el metabolismo del insecticida acaricida Carbosulfan y sus metabolitos carbofuran y 3-hidroxi carbofuran, incluyendo su residualidad en frutos, cáscara y jugo, y así como su capacidad para contaminar el agroecosistema (por medio de residuos en las hojas). La degradación y persistencia de estos residuos fue monitoreado durante el tiempo que duró la toma de muestras y se comparó con el Nivel Máximo de Residuos (MRL) y el Intervalo de Seguridad establecido por la legislación de Brasil; el metabolismo del carbosulfan a carbofuran fue rápido, tanto en frutos como en hojas, y más lentos para el 3-hidroxy-carbofuran, siendo los residuos en las hojas siempre mayores que en los frutos; se encontraron residuos totales de Carbosulfan (Carbosulfan + carfofuran + 3-hidroxy-carbofuran) menores que el Límite Máximo de Residuos (0.05 mg. Kg^{-1}) al final del intervalo de seguridad (7 días). Los valores de vida media para el

carbofuran fueron de 9.4 a 3.0 días, para cáscara y hoja respectivamente, a una dosis de 10 g de ingrediente activo/100 l de agua (dosis recomendada). El análisis de jugo mostró niveles inferiores al Límite Máximo de Cuantificación ($<0.05 \text{ mg/Kg}^{-1}$) en todas las muestras y tratamientos.

Este método ha sido el más utilizado para el control de ácaros, pero si se usa de una manera irracional y mal planeada, puede ocasionar resistencia a los productos utilizados. Este hecho ha sido probado por algunos investigadores, con plaguicidas como el Dicofol, Abamectina y Mancozeb (Omoto *et al.*, 1995; Bergh *et al.*; 1999; Grout y Stephen, 2002).

2.3.4. Uso de barreras rompevientos

El elevado costo de los tratamientos fitosanitarios y los bajos precios de la naranja obligan al citricultor a adoptar medidas más baratas de prevención de las plagas; una de esas medidas es el uso de barreras rompevientos, las cuales tienen varios beneficios, destacando por ejemplo, la protección de los enemigos naturales de las plagas y la producción de néctar y polen para la alimentación de artrópodos benéficos. En los cítricos, las barreras rompevientos reducen la incidencia de escamas, aradores, el ácaro de la leprosis y el cancro de los cítricos. El efecto benéfico de las barreras rompevientos es reducir los daños causados por el arador hasta en ocho veces menos en comparación con las huertas que carecen de ellas (Hoss de Moraes y Braun, s/f).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización del área de estudio

El estudio se realizó en el estado de San Luis Potosí, más particularmente en el área conocida como Zona Media, en ésta la actividad citrícola se realiza principalmente en los municipios de Cd. Fernández, Rioverde y Lagunillas. La huerta en la cual se estableció el experimento se localiza en el municipio de Ciudad Fernández (Figura 6), cuyas coordenadas geográficas son 21° 57' de latitud Norte y 100° 01' de longitud Oeste, a una altura de 980 metros sobre el nivel del mar, el clima es del tipo BS₁hw(e)gw" (García, 1988), la temperatura media anual es de 21.6°C, la máxima de 43°C y la mínima de 2°C. Los meses más cálidos van de marzo a octubre y el periodo frío de noviembre a febrero. La precipitación promedio anual es de 562.1 mm, con un régimen de lluvias en los meses de junio a noviembre; al Norte, Sur y Este colinda con el municipio de Rioverde, al Oeste con el de San Nicolás Tolentino y al Suroeste con el de Santa María del Río (Enciclopedia de los Municipios de México, 2002).

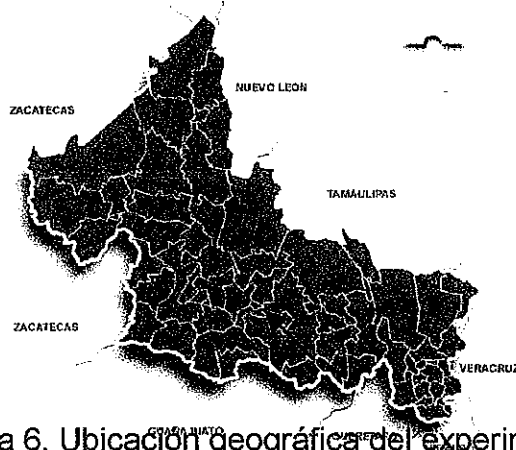


Figura 6. Ubicación geográfica del experimento

Cuenta con una superficie de 449.99 kilómetros cuadrados, que representan el 0.74% con relación al total del estado. La vegetación predominante es de mezquites; existen suelos negros de excelente calidad para los cultivos. También son abundantes los manantiales que permiten el desarrollo de ésta importante región agrícola (Enciclopedia de los Municipios de México, 2002).

3.2. Preparación del experimento

Una vez seleccionada la huerta se determinó la mejor ubicación para el experimento dentro de la misma y se seleccionaron los árboles a los que se aplicarían los tratamientos. La elección de los árboles se realizó en base a las características siguientes: variedad (Valencia Tardía), edad (10 años), tamaño de la copa (3 m aproximadamente); posteriormente se numeró el tronco de 70 naranjos con pintura vinílica de color azul, formando siete líneas de 10 árboles cada una. En la primera la numeración fue del 1 al 10, en la segunda del 11 al 20 y así sucesivamente hasta llegar a la séptima del 61 al 70; dentro del experimento, las filas 1, 3, 5 y 7 correspondieron a los bloques I, II, III y IV, respectivamente, y las restantes sirvieron como barreras, para evitar deriva de los productos en el momento de la aplicación (Cuadro 1).

Cuadro 1.- Distribución de los tratamientos en el diseño experimental

Bloque I	B	Bloque II	B	Bloque III	B	Bloque IV
1 Carbosulfan	11	21 Ethion	31	41 Jabón	51	61 Dimetoato
2 Azufre	12	22 Propargite	32	42 Carbosulfan	52	62 Testigo
3 Testigo	13	23 Azaridachtina	33	43 Azufre	53	63 <i>Bacillus</i>
4 Propargite	14	24 Jabón	34	44 Ethion	54	64 Azaridachtina
5 x	15	25 Azufre	35	45 Testigo	55	65 Carbosulfan
6 Azaridachtina	16	26 <i>Bacillus</i>	36	46 Dimetoato	56	66 x
7 Dimetoato	17	27 Testigo	37	47 Propargite	57	67 Jabón
8 Jabón	18	28 Dimetoato	38	48 <i>Bacillus</i>	58	68 Azufre
9 Ethion	19	29 x	39	49 x	59	69 Propargite
10 <i>Bacillus</i>	20	30 Carbosulfan	40	50 Azaridachtina	60	70 Ethion

Donde:

1, 2...70 = Número asignado a cada árbol.

x = Árboles sin aplicación.

B = Barrera entre bloques.

3.3. Muestreo y periodicidad

Para determinar la fluctuación poblacional del arador, se muestreo del 23 de marzo al 5 de septiembre del 2002.

La primera etapa del muestreo abarcó del 23 de marzo al 18 de abril del 2002, con el propósito de seguir el crecimiento poblacional del arador y observar en cual de los órganos muestreados se concentra la mayor población; en ésta el muestreo consistió en dividir cada árbol en cuatro cuadrantes (norte; sur, este y oeste), en cada cuadrante se contabilizó el número de aradores presentes en tres hojas de diferente edad (joven, madura y vieja) y tres frutos, uno pequeño (1-3 cm de diámetro), uno mediano (4 -5 cm de diámetro) y uno grande (cáscara amarilla y de más de 5 cm de diámetro); haciendo un total de 12 hojas y 12 frutos por árbol. En cada hoja o fruto se colocó al azar una lupa de 10X sobre una área de 6.25 cm², dentro de esa superficie se contaba el número de ácaros; en el caso de los frutos se tomó la lectura tanto en el lado soleado como en el sombreado, y en las hojas en el haz y el envés, procurando colocar la lupa en el centro de las hojas para considerar en el conteo ambos lados de la nervadura central.

La segunda etapa comenzó el 26 de abril y terminó el 30 de junio, cuando el umbral establecido ya se había rebasado. Durante esta etapa el muestreo se realizó como se indicó en el párrafo anterior, pero sólo se consideró un fruto de tamaño pequeño a mediano por cuadrante del árbol, dando un total de 4 frutos por árbol. En esta fase no se muestrearon las hojas, dado que en el fruto se concentró la mayor cantidad de aradores. Los muestreos se realizaron el 26 de abril, 4 y 18 de mayo, 1, 15 y 30 de junio.

En la tercera etapa se realizaron los muestreos los días 7, 14 y 21 de julio, 4 y 18 de agosto y 5 de septiembre, siguiendo el procedimiento de la etapa anterior. Este muestreo tuvo como finalidad evaluar los tratamientos utilizados en el experimento.

3.4. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue un factorial 2 X 4 X 9 en bloques completos al azar; tomando como unidad experimental un árbol. Los factores considerados fueron: a) lado del fruto (soleado y sombreado), b) cuadrante del árbol (norte, sur, este y oeste) y c) tratamientos (Carbosulfan, Azufre, Propagite, Azaridachtina, Dimetoato, Jabón Agrícola, Ethion, *Bacillus thuringiensis*, en las dosis recomendadas comercialmente y el testigo (Cuadro 2).

El modelo lineal correspondiente al diseño experimental es el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + BLO_i + A_j + B_k + C_l + AB_{ij} + AC_{ik} + BC_{jk} + ABC_{ijk} + e_{ijkl}$$

Donde:

μ =media, BLO=bloques; A=lado del fruto; B=cuadrante del árbol; C=tratamiento,
 $i = 1, 2; j = 1...4; k = 1...9; l = 1...4; e = \text{error}$

Cuadro 2. Tratamientos evaluados en el ensayo, ingrediente activo y nombre comercial, dosis empleadas y número de árbol al que se aplicó dicho tratamiento.

Ingrediente activo	Nombre comercial	Dosis/Ha	No. árbol
Carbosulfan	Marshall 250 CE	850 ml	1, 30, 42, 65
Azufre elemental	Sultron	1.2 l	2, 25, 43, 68
Testigo			3, 27, 45, 62
Propargite	Omite - 30 W	500 ml	4, 22, 47, 69
Azaridachtina	PHC Neem	5 l	6, 23 50, 64
Dimetoato	Rogor 40	1 l	7, 28, 46, 61
Jabón agrícola	Bio-J	1.5 l	8, 24, 41, 67
Ethion	Ethion 500 CE	1 l	9, 21, 44, 70
<i>Bacillus</i>	PHC Condor	900 g	10, 26, 48, 63

Se realizó el análisis de varianza en SAS, y se hizo la comparación múltiple de medias a través de la prueba de Tukey con un $\alpha=0.05$, para cada factor evaluado.

3.5. Efectividad biológica

Las pruebas de efectividad biológica consistieron en la aplicación y evaluación de los tratamientos. La primera aplicación se realizó el 2 de julio, posteriormente se realizaron dos evaluaciones, a los 5 y 12 días después de la aplicación, respectivamente. La segunda aplicación se llevó a cabo 16 días después de la primera, y las evaluaciones se realizaron a los 3, 17, 31 y 49 días posteriores a la aplicación. En la tercera etapa del experimento, las evaluaciones se realizaron de la misma manera que en la segunda etapa del muestreo. En todas las evaluaciones se realizó un muestreo en los árboles testigo para establecer un punto de comparación con los tratamientos y poder aplicar la fórmula de Abbot. La aplicación de los productos se realizó usando mochilas manuales con capacidad de 15 litros, volumen suficiente para asperjar el follaje de los árboles designados como unidad experimental.

Para conocer la efectividad biológica de cada tratamiento se aplicó la fórmula de Abbott citada por Solís, (2001).

Fórmula de Abbott:

$$\% \text{ de efectividad} = ((X-Y)/X) (100)$$

Donde:

X = Número de individuos vivos en el testigo después de la aplicación del producto acaricida en el ensayo.

Y = Número de individuos vivos en el tratamiento de ensayo después de la aplicación del producto acaricida.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Fluctuación poblacional

En los muestreos realizados durante la primera etapa del experimento (23 de marzo al 18 de abril de 2002) se encontró que el arador prefiere alimentarse de los frutos en lugar de las hojas, mostrando preferencia por los frutos verdes y pequeños, pues aunque en los árboles se encontraban frutos de distintos tamaños (pequeños, medianos y maduros), fue en los pequeños donde más se localizó la plaga, por tal motivo durante la segunda etapa, el muestreo fue dirigido a éstos; de hecho Cartwright y Browning, (s/f) mencionan que los aradores se alimentan y desarrollan todo el año en el follaje de los cítricos pero cuando el fruto está disponible lo hacen en él.

En la segunda etapa, durante los primeros cuatro muestreos (Figura 7) se encontró una densidad de población baja del arador, pero conforme comenzaron las lluvias y la humedad relativa aumentó, se alcanzaron los niveles más altos de la plaga, situación parecida a la señalada por Chiaradia *et al.* (s/f), quienes mencionan que la temperatura y la precipitación son los factores climáticos que más influyen en la dinámica poblacional del arador, esto mismo menciona Almaguel (2000), quien encontró que las mejores condiciones para el ácaro se encuentran en el rango de 22 a 29.5 °C, con óptimos de 25 a 27.5 °C, y la humedad relativa está en el rango de 60 a 90% con óptimos entre 70 y 80%.

De acuerdo con lo que se muestra en la Figura 7, los tratamientos debieron aplicarse después del 5º muestreo (2ª. quincena de junio), en el momento en que el umbral de acción (3 ácaros/cm²) estaba próximo a ser rebasado, sin embargo, la aplicación se realizó a principios de julio, después del 6º muestreo, en el que se presentó el mayor pico poblacional de la plaga, esto coincide con lo reportado por Sánchez (1993) y Childers *et al.* (2002), quienes señalan que el

primer pico poblacional ocurre de mayo a junio y es el más importante debido a que la fruta se encuentra en el estado inicial de desarrollo; sin embargo, también señalan que se presenta un segundo pico poblacional entre los meses de octubre a diciembre, donde incluso las poblaciones son mas elevadas. Por su parte Thompson (2000), también encontró un pico poblacional en junio, además de los observados en septiembre y enero. Olazar (1994), detectó una mayor concentración de arador en marzo, abril, mayo y junio, no obstante observó el pico de población máximo en mayo. En contraste con los autores anteriores, Mateos (1995) señala que la mayor población del arador se encuentra de octubre a marzo con una mínima incidencia en julio y agosto.

Sin embargo, en el presente trabajo el periodo durante el cual la población alcanzó su máximo nivel fue relativamente corto, y posteriormente se observa un drástico decremento que se mantuvo estable durante aproximadamente un mes, y durante los últimos muestreos llegó a niveles muy cercanos a los iniciales, éste mismo comportamiento encontraron Childers y colaboradores en el 2002.

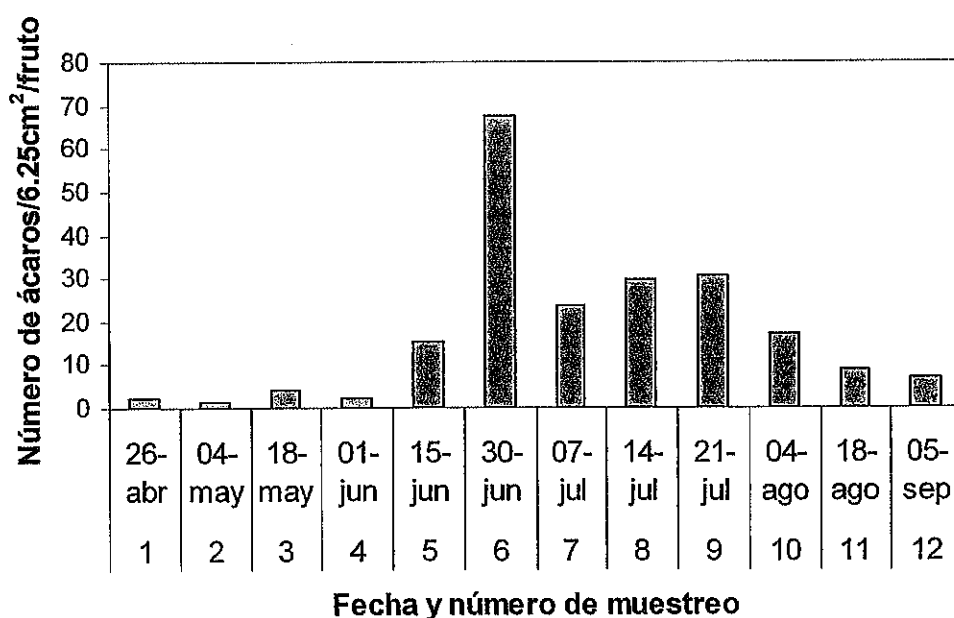


Figura 7. Fluctuación poblacional del arador de los cítricos del 26 de abril al 5 de septiembre del 2002. Cd. Fernández, S. L. P.

Es importante mencionar que fuera del área experimental se observó primero la presencia del arador. Esto puede deberse a lo mencionado por Perring *et al.* y Muraleedharan *et al.* (citados por Lindquist *et al.*, 1996), quienes señalan que los eriófidos no se distribuyen de una manera regular dentro de sus plantas hospederas, ya que presentan una distribución agregada (Badii, 1997).

4.2. Efectividad biológica

Se programó realizar la primera evaluación de los tratamientos tres días posteriores a la aplicación, pero debido a la presencia de las lluvias, ésta se efectuó después de cinco días. En ésta evaluación los mejores tratamientos fueron el 1 (Carbosulfan con un 91 % de efectividad) y el 4 (Propargite con 86.9 %) y los menos efectivos, ya que ellos se encontró la mayor cantidad de ácaros, fueron el 7 (Jabón con 40.5 % de efectividad) , 9 (*Bacillus* con 44.5 %) y el testigo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Comparación de medias del número de ácaros presentes en frutos de naranja 5 días después de la 1ª aplicación de los tratamientos y porcentajes de efectividad. Cd. Fernández, S.L.P., Julio del 2002.

Tratamiento	Descripción	Media	Agrupamiento Tukey	% Efectividad
1	Carbosulfan	2.125	a	91.0
4	Propargite	3.094	a	86.9
6	Dimetoato	3.844	ab	83.7
8	Ethion	4.031	ab	82.9
2	Azufre	6.750	abc	71.4
5	Azadirachtina	11.063	bc	53.1
9	<i>Bacillus</i>	13.094	c	44.5
7	Jabón	14.031	c	40.5
3	Testigo	23.594	d	0

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. Tukey ($\alpha = 0.05$)

Doce días después de la 1ª aplicación, se efectuó otra evaluación, en la que con los tratamientos 1 (Carbosulfan), 8 (Ethion), 4 (Propargite) y 6 (Dimetoato) se obtuvo el 92.2, 91.6, 90.8 y 86.5% de efectividad, colocándose como los más efectivos contra el arador, y con el tratamiento 7 (Jabón), apenas se obtuvo el 29.5% de efectividad (Cuadro 4). En este trabajo, la efectividad del Carbosulfan se ve superada ligeramente por los datos observados en Brasil por Hernandez (2000), donde se empleó el producto Marshal 200 SC a razón de 50 ml/100 l de agua. Los resultados observados en esa investigación señalan que la efectividad a los 30 y 45 días fue de 98 y 83%, respectivamente. Por su parte Oliveira y colaboradores (s/f), también obtuvieron resultados muy parecidos con este producto en el mismo país.

Cuadro 4. Comparación de medias del número de ácaros presentes en frutos de naranja 12 días después de la 1ª aplicación de los tratamientos y porcentajes de efectividad. Cd. Fernández, S.L.P., Julio del 2002.

Tratamiento	Descripción	Media	Agrupamiento	%
			Tukey	Efectividad
1	Carbosulfan	2.281	a	92.3
8	Ethion	2.469	a	91.6
4	Propargite	2.719	a	90.8
6	Dimetoato	3.969	a	86.5
2	Azufre	6.281	ab	78.7
5	Azadirachtina	9.344	ab	68.3
9	<i>Bacillus</i>	14.094	bc	52.2
7	Jabón	20.781	cd	29.5
3	Testigo	29.469	d	0

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. Tukey ($\alpha = 0.05$)

La segunda aplicación se realizó 16 días después de la primera y 3 días posteriores se hizo la tercera evaluación, en ésta no hubo diferencia estadística entre los tratamientos, con excepción del testigo que presentó la población más

elevada (Cuadro 5). No obstante, los tratamientos Ethion, Propargite, Azufre y Carbosulfan superaron el 90% de efectividad biológica.

En relación con la baja efectividad de la Azadirachtina, ésta podría ser atribuida a que comercialmente se recomienda hacer aplicaciones a los 3, 18 y 32 días posteriores a la primera (Plant Health Care de México, s/f).

La diferencia en el porcentaje de efectividad entre los resultados obtenidos en el presente trabajo, utilizando la cepa EG 2348 de *Bacillus thuringiensis* subespecie *Kurstaki*, con una efectividad del 74 %, y la efectividad del 83 a 90% de mortalidad en adultos a las 72 horas posteriores a la aplicación, el 100% de mortalidad de ninfas y ningún efecto ovicida obtenida por Almaguel (2000), podría atribuirse a que en esa investigación la cepa utilizada fue la LBT-13.

Cuadro 5. Comparación de medias del número de ácaros presentes en frutos de naranja 3 días después de la 2ª aplicación de los tratamientos y porcentajes de efectividad. Cd. Fernández, S.L.P., Julio del 2002.

Tratamiento	Descripción	Media	Agrupamiento Tukey	% Efectividad
8	Ethion	1.000	a	96.7
4	Propargite	1.625	a	94.6
2	Azufre	1.781	a	94.1
1	Carbosulfan	1.875	a	93.8
6	Dimetoato	3.375	a	88.9
7	Jabón	4.156	a	86.3
5	Azadirachtina	7.000	a	76.9
9	<i>Bacillus</i>	7.906	a	74
3	Testigo	30.375	b	0

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. Tukey ($\alpha = 0.05$)

En el muestreo realizado 17 días después de la segunda aplicación no se apreciaron diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados, incluido el testigo ya que su población disminuyó de forma natural, encontrándose prácticamente al mismo nivel de la población presente en los frutos a los que se aplicaron los tratamientos (Cuadro 6).

Cuadro 6. Comparación de medias del número de ácaros presentes en frutos de naranja 17 días después de la 2ª aplicación de los tratamientos y porcentajes de efectividad. Cd. Fernández, S.L.P., Agosto del 2002.

Tratamiento	Descripción	Media	Agrupamiento	%
			Tukey	Efectividad
5	Azadirachtina	11.375	a	32.8
4	Propargite	11.688	a	31
1	Carbosulfan	13.156	a	22.3
2	Azufre	13.281	a	21.6
6	Dimetoato	13.688	a	19.2
7	Jabón	14.969	a	11.6
8	Ethion	15.875	a	6.3
9	<i>Bacillus</i>	16.125	a	4.8
3	Testigo	16.938	a	0

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. Tukey ($\alpha = 0.05$)

La quinta evaluación se llevó a cabo 31 días después de la aplicación, en ésta los frutos a los que se aplicó el tratamiento 8 (Ethion, con 40.8% de efectividad) tenían el menor número de ácaros y en el resto la población fue estadísticamente similar al testigo, a excepción del Dimetoato (Cuadro 7). Cabe mencionar que Olazar (1994) probó los plaguicidas Ethion, Vydate, Agrimec, Akar, Carzol, Kelthane, Mancozeb, Dimilin y Kumulus contra el arador y otras plagas, en las dosis recomendadas comercialmente y observó que el Ethion tuvo una residualidad de dos semanas, por debajo del Vydate, Mancozeb y Akar, que tuvieron una residualidad máxima de tres semanas, sin embargo, el

Ethion y el Vydate se colocaron como los plaguicidas de mayor espectro de acción.

Lo ocurrido durante el muestreo concuerda con lo observado por Almaguel (2000), quien menciona que el comportamiento típico de *P. oleivora* en áreas de producción con aplicaciones de acaricidas químicos es presentar dos picos de incremento poblacional, mientras que en las no tratadas sólo se presenta un pico poblacional.

Cuadro 7. Comparación de medias del número de ácaros presentes en frutos de naranja 31 días después de la 2ª aplicación de los tratamientos y porcentajes de efectividad. Cd. Fernández, S.L.P., Agosto del 2002.

Tratamiento	Descripción	Media	Agrupamiento Tukey	% Efectividad
8	Ethion	5.250	a	40.8
3	Testigo	8.875	ab	0
1	Carbosulfan	8.969	ab	0
9	<i>Bacillus</i>	10.000	ab	0
7	Jabón	10.438	ab	0
4	Propargite	10.688	ab	0
5	Azadirachtina	11.156	ab	0
2	Azufre	12.594	ab	0
6	Dimetoato	14.813	b	0

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. Tukey ($\alpha = 0.05$)

Durante la última evaluación, realizada a los 49 días después de la segunda aplicación, los tratamientos 1 (Carbosulfan) y 8 (Ethion) presentaron los niveles más bajos de arador, sin embargo el porcentaje de efectividad fue muy bajo, menor al 25 %. La población más alta se presentó en los frutos asperjados con el Jabón (Cuadro 8).

La baja población tanto en el testigo como en el tratamiento 9 (*Bacillus thuringiensis*) se debió probablemente a la presencia de ácaros depredadores de la familia Phytoseiidae, que se observaron en mayor número en los frutos aplicados con éste tratamiento y en el testigo, a diferencia del resto de los frutos tratados con otros productos. La presencia de estos ácaros en cítricos se ha constatado por varios autores quienes señalan que la presencia del Phytoseiido *Amblyseius victoriensis* en los cítricos de Australia está adaptado a los climas áridos, y en los más lluviosos es desplazado por otras especies de la misma familia, e incluso otras familias como la Stigmaeidae (*Agistemus* sp.) y Eupalopsellidae (*Eupalopsis* sp.). Hoss de Moraes y Braun (2002), preocupados por la preservación de ácaros de la familia Phytoseiidae, debido a la labor que realizan al alimentarse del arador y otros organismos en huertas de cítricos en Brasil, desarrollaron experimentos con los que se pretendía formar un paquete tecnológico a favor de la presencia de éstos depredadores, con los que se podrían obtener mejores rendimientos a menor costo.

Cuadro 8. Comparación de medias del número de ácaros presentes en frutos de naranja 49 días después de la 2ª aplicación de los tratamientos y porcentajes de efectividad. Cd. Fernández, S.L.P., Septiembre del 2002.

Tratamiento	Descripción	Media	Agrupamiento Tukey	% Efectividad
1	Carbosulfan	5.313	a	24.77
8	Ethion	5.625	a	20.36
3	Testigo	7.063	a	0
9	<i>Bacillus</i>	7.281	a	0
2	Azufre	7.500	ab	0
4	Propargite	8.656	ab	0
6	Dimetoato	9.031	ab	0
5	Azadirachtina	9.094	ab	0
7	Jabón	13.063	b	0

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. Tukey ($\alpha = 0.05$)

Pasados 20 días después de la última evaluación se colectó un fruto de cada árbol muestreado, con el fin de observar la protección brindada por cada tratamiento. De hecho los resultados estadísticos coinciden con el daño observado en los fruto, ya que aquellos asperjados con Ethion, Carbosulfan y Propargite (Figuras 8, 9, 10) presentaron la cáscara menos dañada que los asperjados con *Bacillus thuringiensis* y Jabón Agrícola (Figuras 11 y 12).

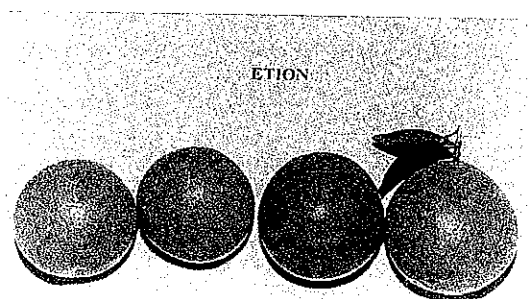


Figura 8. Frutos asperjados con Ethion

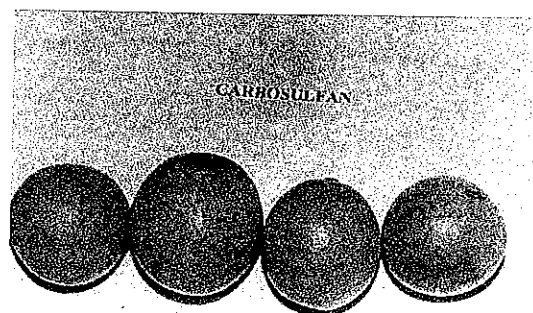


Figura 9. Frutos asperjados con Carbosulfan

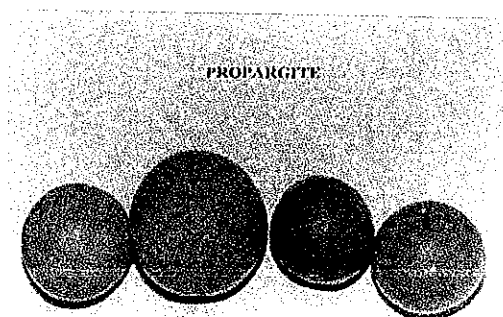


Figura 10. Frutos asperjados con Propargite

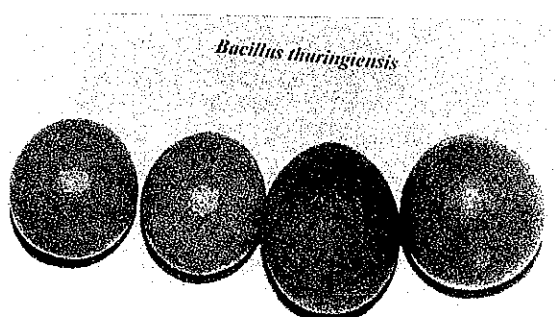


Figura 11. Frutos asperjados con *Bacillus*

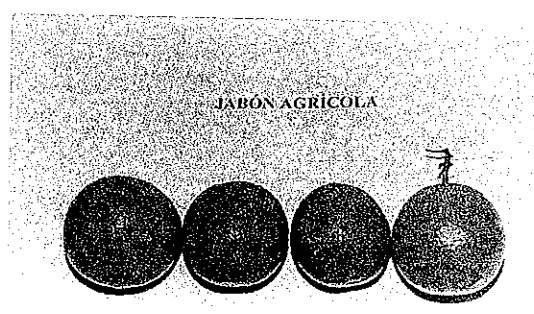


Figura 12. Frutos asperjados con Jabón

Es conveniente resaltar que el daño en frutos ocasionado por el minador de las hojas *Phyllocnistis citrella* Stainton, fue particularmente visible en los frutos y hojas tratados con Carbosulfan y *B. thuringiensis* (Figuras 9 y 12). Los frutos con mejor presencia fueron los asperjados con Ethion (Figura 10), debido probablemente a que tiene un gran espectro de acción.

4.3. Distribución del arador

4.3.1. Preferencia por algún cuadrante del árbol

Durante los primeros cuatro muestreos los aradores se encontraban distribuidos de manera similar en todos los cuadrantes del árbol, pero al realizar el quinto muestreo, se observó un incremento poblacional de los éstos en el lado oeste y una cantidad menor en el sur. Posteriormente cuando la población rebasó los umbrales establecidos coincidió que el mayor número de ácaros se encontraba en los cuadrantes oeste y sur del árbol, y la menor cantidad en el lado este, como se muestra en el Cuadro 9. Lo anterior coincide en parte, con lo mencionado por Cartwright y Browning (s/f), quienes señalan que durante los meses de mayo a junio, cuando prevalecen las condiciones de nublado los ácaros prefieren frutos de los cuadrantes oeste y noroeste de los árboles, lo cual difiere de lo señalado por Mateos (1995), Rodríguez (1997), y Childers et al. (2002), ya que ellos observaron preferencia por diferentes cuadrantes.

Cuadro 9. Distribución del arador en el árbol antes de la aplicación de los tratamientos.

Cuadrante	Muestreo					
	1	2	3	4	5	6
Norte	2.75 a	1.48 a	4.87 a	2.27 a	15.18 ab	65.36 ab
Este	2.01 a	1.34 a	3.93 a	1.77 a	15.00 ab	57.04 a
Sur	2.33 a	1.38 a	4.37 a	2.36 a	13.59 a	69.61 b
Oeste	2.81 a	2.01 a	4.30 a	2.20 a	17.29 b	77.25 b

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. Tukey ($\alpha = 0.05$)

4.3.2. Preferencia por algún lado del fruto

Con la finalidad de conocer la preferencia de los ácaros por algún lado del fruto, al realizar los muestreos cada naranja se dividió de forma imaginaria en 2 lados, al primero de ellos se le llamó “soleado” debido a que recibía los rayos del sol, y al segundo “sombreado”, por encontrarse opuesto a los rayos del sol, y protegido por el follaje del árbol. La preferencia del arador por algún lado del fruto se observó del 4º al 6º muestreos, siendo el lado soleado el lugar en que se encontró el mayor número de ellos (Cuadro 10). En relación a lo anterior, Cartwright y Browning (s/f), señalan que los aradores tienden a buscar áreas de alta humedad, alejados de la luz directa del sol, pero también evitan áreas donde hay rocío, esto podría ser la explicación a lo sucedido, no obstante, los mismos autores mencionan que en el verano, a medida que la temperatura se incrementa, los ácaros se mueven hacia el interior del dosel. Por su parte Childers *et al.* (2000), observaron que en el verano el arador es más abundante en frutos y follaje, en los márgenes exteriores del dosel del árbol, lo que coincide con lo observado en el presente trabajo.

La preferencia del arador por algún lado del fruto no es constante, así lo demuestra el trabajo realizado por Rodríguez (1997), en el estado de Tamaulipas, donde se encontró que en la comunidad La Valencia, municipio de Victoria, los ácaros prefirieron el lado oeste del fruto, pero en la Hacienda, mpio. de Hidalgo el mayor número de aradores se encontró al lado norte; en el Remolino, mpio. de Llera mostró preferencia nuevamente por el lado norte y en San Miguel y Santa María, en el mpio. de Padilla, no se encontró preferencia por alguno de los cuatro lados del fruto.

Sánchez (1993) recomienda realizar el muestreo del arador en el envés de las hojas y en los frutos por el lado sombreado, aunque los resultados no coinciden con lo indicado, es importante mencionar que la importancia de conocer la preferencia del arador, y de otras plagas, por algún lado del árbol o del fruto

radica en que el muestreo y la aplicación de los acaricidas podrían dirigirse a sitios específicos, propiciando un mejor manejo de los recursos económicos disponibles, sobre todo en éste caso, en el que la plaga presenta un patrón de distribución agregada (Badii, s/f; Badii, 1997 y Varela – Fuentes, 2002).

Cuadro 10. Distribución del arador en el fruto antes de la aplicación de los tratamientos.

Lado	Muestreo					
	1	2	3	4	5	6
Soleado	2.56 a	1.65 a	4.23 a	2.36 b	16.20 b	78.18 b
Sombreado	2.38 a	1.45 a	4.50 a	1.95 a	14.33 a	56.45 a

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales. Tukey ($\alpha = 0.05$)

4.4. Otras plagas

Durante el periodo de muestreo se presentaron otras plagas en la plantación, entre las que destacan el ácaro de Texas *Eutetranychus banksi* (Banks) y la araña roja *Panonychus citri* (McG.), éstos se observaron en las hojas, al inicio del muestreo, en la época seca. Durante la brotación de las hojas, el minador de los cítricos *Phyllocnistis citrella* hizo su aparición, ocasionando daños no solo en las hojas sino también en los frutos. Entre los chupadores se observó a los pulgones, los cuales se encontraban primero en las malezas de hoja ancha y posteriormente pasaron a los naranjos; la mosquita blanca otro insecto de éste grupo también estuvo presente, así como las escamas, observadas tanto en los frutos, como en los tallos, aunque en poblaciones bajas. Durante la floración y aparición de frutos se observó la presencia de trips.

V. CONCLUSIONES

La fluctuación poblacional del arador durante el periodo de muestreo dependió de las condiciones ambientales, pues en los meses secos la población fue baja, a diferencia del mes de junio, en el que se incrementó la humedad ambiental, y con ella la del ácaro, incluso por encima del umbral de acción.

El Carbosulfan, Propargite y Ethion fueron más efectivos para el control del arador, ya que en las primeras tres evaluaciones mostraron los porcentajes de efectividad más altos; 1ª evaluación: Carbosulfan 91%, Propargite 86.9%; 2ª evaluación: Carbosulfan 92.3%, Ethion 91.6%; 3ª evaluación: Ethion 96.7%, Propargite 94.6%.

Los tratamientos menos efectivos fueron el Jabón y *Bacillus thuringiensis*, pues con el jabón durante la primera, segunda y sexta evaluaciones se obtuvo una efectividad del 40.5, 29.5 y 0%, respectivamente, y con *B. thuringiensis* durante las tercera y cuarta evaluaciones, la efectividad alcanzó apenas el 74% y 4.8%, respectivamente.

El arador manifestó preferencia por el lado oeste del árbol, y por el lado soleado del fruto, a partir de que la población se acercó al umbral de acción.

VI. LITERATURA CITADA

Agusti, M. 2000. Citricultura. Ed. Mundi-Prensa. España. 416 p.

Almaguel, R. L. 2000. Control Biológico de Ácaros Fitófagos en Diferentes Cultivos. Laboratorio de Manejo de Plagas INISAV. La Habana, Cuba.

Anónimo 1. *Citrus sinensis*. Naranja.

<http://www.cnb.uam.es/~foto/feria2002/page/fichas.html#Anchor-Citrus-43793>

Fecha de consulta: Septiembre del 2003.

Anónimo 2.

<http://www.sgclubdelgourmet.com/PortalGastronomico/MDerecha/Frutas/Naranja.htm>

Fecha de consulta: Septiembre del 2003.

Anónimo 3. Citrus Rust Mites.

<http://www.dpi.gld.gov.au/home/default.html>

Fecha de consulta: Septiembre del 2003.

Badii, M. H., S. Flores, A. E. Flores and S. Varela. 1997. Statical Description of Distribution and Fluctuation of Citrus Rust Mite (Acari: Eriophyidae) on Orange Fruit in Nuevo Leon, Mexico. Indices de la Revista Biotam.

<http://ecologia.uat.mx/biotam/V6n1/art1.html>

Fecha de consulta: Febrero del 2002.

Badii, M. H., S. Flores, A. E. Flores and S. Varela. s/f. Comparative Estimation of Distribution Statistics of Citrus Rust Mite (Acari: Eriophyidae) on Leaves of Three Diferent Orange Orchards in Nuevo Leon, Mexico. Indices de la Revista Biotam.

<http://ecologia.uat.mx/biotam/V6n1/art2.html>

Fecha de consulta: Febrero del 2002.

Bergh, J. C., D. Rugg, R. K. Jansson, C. W. McCoy and J. L. Robertson. 1999. Monitoring the Susceptibility of Citrus Rust Mite (Acari: Eriophyidae) Populations to Abamectin. J. Econ. Entomol. 92: 4, 781-787.

Bergh, J. C. and J. V. French. 2000. A Method for Harvesting and Shipping Live Citrus Rust Mites (Acari: Eriophyidae). Florida Entomologist 83 (3). 370-374.

Boucias, D.G., W.G. Farmerie and J.C. Pendland. 1998. Cloning and Sequencing of cDNA of the Insecticidal Toxin Hirsutellin A. J. Invertebr. Pathol. 72: 258–261.

Boucias, D.G. and J.C. Pendland. 1998. Principles of Insect Pathology. Kluwer Academic Publishers, Boston, Dordrecht, London. 537 p.

Cartwright, B. and H. W. Browning. s/f. Mites: Description and Biology. Texas Agricultural Extension Service. The Texas A&M University System. Texas Citrus. pp. 1-2.

Chiaradia, L. A., J. M. Milanez e L. C. Souza. s/f. Flutuacao populacional dos ácaros da "leprose" e "falsa ferrugem" em pomares de citros no Oeste Catarinense. Agropecuaria Catarinense.

http://www.epagri.rct-sc.br/Rac/arq01/acaros_leprose.html

Fecha de consulta: Septiembre del 2003.

Childers, C. C., C. W. McCoy, H. N. Nigg and P. A. Stansly. 2002. Florida Citrus Pest Management Guide: Citrus Rust Mites. Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.

<http://edis.ifas.ufl.edu>

Fecha de consulta: Febrero del 2002.

CSIRO Australia and AFFA. 2001. Systematic Names. Australia. pp. 69.

http://www.ento.csiro.au/aicn/systematic/c_69

Fecha de consulta: Febrero del 2002.

Curti - Díaz, S.A., X. Loredó - Salazar, J. A. Sandoval R. y U. Díaz - Zorrilla. 1996. Tecnología Integrada para la Producción de Naranja en Veracruz. In: Memorias del IV Simposium Internacional de Producción en Cítricos. Universidad Autónoma Chapingo. PIISCI. Vol. I. pp. 146-147.

Ebrahim, H. M. 2000. Influence of Temperature and Relative Humidity on the Biology and Life Table Parameters of *Phyllocoptruta oleivora* and *Aculops pelekassi* (Acari: Erophidae) on "Hamlin" Orange in Central Florida. Egyptian Journal of Agricultural Research. 78: 1, 143-161.

Enciclopedia de los Municipios de México. 2002. San Luis Potosí. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. Gobierno del Estado de San Luis Potosí.

Estrada, J. y M. T. López. s/f. Los Bioplaguicidas en la Agricultura Sostenible Cubana. Instituto de Investigaciones Fundamentales de la Agricultura Tropical Alejandro de Humboldt (INIFAT). Cuba. Aportes Agroecológicos No. 11/12. Publicaciones Red CLADES. 6 p.

<http://clades.org/r11-art7.htm>

Fecha de consulta: Febrero de 2002.

Fox, Q. V. 2002. Anexo del Segundo Informe de Gobierno. pp. 310, 314, 317, 318.

French, V. J. 2000. Citrus and Subtropical Fruits. Texas A&M University Citrus Center, Weslaco, TX. Horticulture 422. pp. 1-2.

<http://www-horticulture.tamu.edu/syllabi/422/422lab5.htm>

Fecha de consulta: Febrero del 2003.

Frost, B. and P. Bailey. s/f. Identifying Mites on Inland Australian Citrus. South Australian Research and Development Institute. Horticultural Research and Development Corporation. Australia. 8 p.

<http://www.sardi.sa.gov.au/pages/entomolo/pdf/citrus-mites.pdf>

Fecha de consulta: Septiembre del 2003.

García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen. 4ª ed. UNAM. Instituto de Geografía. México. 217 p.

- Gómez, C. M. A. y R. Schwentesius. 1997. La Agroindustria de la Naranja en México. CIESTAAM. Universidad Autónoma Chapingo. México. pp. 76-83.
- Grout, T. G. and P. R. Stephen. 2002. Citrus Rust Mite Develops Resistance to Mancozeb. S. A. Fruit Journal 1(2):40, 43, 51.
- Hall, D. G., C.C. Childers, J. E. Eger and J. C. Allen. 1997. Citrus - Rust Mite (Acari: Eriophyidae) Counts on Fruit and the Negative Binomial Distribution. Florida Entomologist 80 (1): 1-10.
- Hernandes, F. R. 2000. Ensaio Visando o Controle do Acaro da Falsa Ferrugem (*Phyllocoptruta oleivora*) na Cultura de Citros. Universidade de Sao Paulo/USP. Escola Superior de Agricultura. Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola. 1 p.
<http://usp.br/siicusp/8osiicusp/resumos/ficha1533.htm>
 Fecha de consulta: Febrero del 2002.
- Hoss de Moraes, L. A. e J. Braun. s/f. A Fruticultura como Alternativa para a Agricultura Familiar.
<http://www.fepagro.rs.gov.br/Pesquisa/Frutas/PRONAF>
 Fecha de consulta: Septiembre del 2003.
- Hui, S. 1999. Sweet Oranges: The biogeography of *Citrus sinensis*. Canadá. 7p.
<http://www.aquapulse.net/knowledge/orange>
 Fecha de consulta: Septiembre del 2003.

Infoagro. 2003. Manejo de los ácaros plaga.

http://www.infoagro.com/hortalizas/acaros_plaga.asp

Fecha de consulta: Septiembre del 2003.

Kleeberg, H. 2001. Possible Uses of Neem: Traditional Methods of India and Modern Methods of Pest Control. In: Practice Oriented Results an Use and Production of Plant Extracts and Pheromones in Integrated and Biological Pest Control. Soares de Faria R. and H. Kleeberg (Eds.). University of Uberaba, Brazil. Printed by : Trifolio-M GmbH. Germany. pp. 5-7.

Lindquist, E. E., M. W. Sabelis and J. Bruin. 1996. Eriophyoid Mites, their Biology, Natural Enemies and Control. Elsevier. University of Amsterdam. The Netherlands.

López, L. A. y J. M. Sánchez de Lorenzo. 2001. Árboles en España. Manual de identificación. 2ª. ed. Ed. Mundi-Prensa, España. 654 p.

Martinez, S. S. 2001_a. Main Pests which Can Potentially be Controlled with Techniques based on Neem Products in Brazil. In: Practice Oriented Results an Use and Production of Plant Extracts and Pheromones in Integrated and Biological Pest Control. Soares de Faria R. and H. Kleeberg (Eds.). University of Uberaba, Brazil. Printed by : Trifolio-M GmbH. Germany. pp. 23-24.

Martinez, S. S. 2001_b. Neem in Brasil: Plantations, Extracts, Research and Utilization. In: Practice Oriented Results an Use and Production of Plant Extracts and Pheromones in Integrated and Biological Pest Control. Soares de Faria R. and H. Kleeberg (Eds.). University of Uberaba, Brazil. Printed by : Trifolio-M GmbH. Germany. pp. 8-9.

McCoy, C.W. 1996. Pathogens of Eriophyoids. In: Eriophyoid Mites: Their Biology, Natural. Enemies and Control, E.E. Lindquist, M.W. Sabelis and J. Bruin (eds). Elsevier Science B.V. Amsterdam. pp. 481–490.

Mateos, C. J. R. y E. Ruiz. 1995. Fluctuación Poblacional de *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) en Naranja "Valencia" con dos Tipos de Manejo de Cobertura Vegetal en Victoria, Tamaulipas. Tecnología Integrada para la Producción de Naranja en Veracruz. In: Memorias del IV Symposium Internacional de Producción en Cítricos. Universidad Autónoma Chapingo. PIISCI. Vol. I. pp. 109.

Observatorio Agrocadenas Colombia. 2002. Exploración de Mercados. Naranja. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Colombia.
[http: www.agrocadenas.gov.co/inteligencia.cat-naranja.htm](http://www.agrocadenas.gov.co/inteligencia.cat-naranja.htm)
Fecha de consulta: Septiembre del 2003.

Olazar, A. H. 1994. Residualidad y Toxicidad de Plaguicidas usados contra la Negrilla *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) y Fluctuación Poblacional de la Plaga en Naranja "Valencia" en Padilla, Tamaulipas. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Facultad de Agronomía.

- Oliveira, G. C. M., R. Bueno y U. Kenji. 1993. Eficiencia do Flufenoxuron e Teflubenzuron para o Controle do Acaro da Falsa Ferrugem do Citros *Phyllocoptruta oleivora* (Ashm., 1879) (Acari-Eryophyidae). Brasil. UNIMAR: Ciencias. 1:52, 52-56.
- Omoto, C., T. J. Dennehy, C. W. McCoy and S. E. Crane. 1995. Management of Citrus Rust Mite (Acari: Eriophyidae) Resistance to Dicofol in Florida Citrus. J. Econ. Entomol. 88: 5, 1120-1128.
- Omoto, C. and C.W. McCoy. 1998. Toxicity of Purified Fungal Toxin Hirsutellin A to the Citrus Rust Mite *Phyllocoptruta oleivora* (Ash). J. Invertebr. Pathol. 72: 319-322.
- Orozco, S. M. 2001. Enfermedades presentes y potenciales de los cítricos en México. Universidad Autónoma . Chapingo. 1ª reimp. México. 145 p.
- Pea J. E. and C. W. Campbell. 1992. Broadmite. Fact Sheet ENY-618, a Series of the Entomology and Nematology Departament, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. USA. 5 p.
<http://www.edis.ifas.ufl.edu/BODY-CH020>
 Fecha de consulta: Febrero del 2002.
- Pérez, S. G. y M. P. González C. 2001. Bases para Realizar Estudios de Efectividad Biológica de Plaguicidas. Eds. Bautista, M. N., Díaz G., O. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Edo. de México. pp. 139-148.

Plant Health Care de México. s/f. PHC™ NEEM™. México. 2p.

<http://www.phcmexico.com.mx/PDF5/biopesticidas/neem.pdf>

Fecha de consulta: Septiembre del 2003.

Rodríguez, N. N. 1997. Actividad Biológica y Residualidad de Acaricidas Selectos en el Control de *Phyllocoptruta oleivora* Ashmead (Acari: Eriophyidae) en tres Variedades de Cítricos de la Zona Centro de Tamaulipas, México. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Programa Ciencias Agrícolas. México.

SAGARPA. 1999. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos.

SAGARPA. 2000. Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria. "Más allá de nuestro campo: Producción Internacional de Jugo de Naranja". Revista Claridades Agropecuarias No. 19. pp. 4.

SAGARPA. 2002_a. Boletín informativo No. 408/02. Coordinación General de Comunicación Social.

SAGARPA. 2002_b. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos.

Sánchez, S. J. A. 1993. Principales Plagas de Cítricos en el Estado de Nuevo León y su Control. In: Memorias II sobre Sistemas de Producción en Cítricos. PIISCI. Universidad Autónoma Chapingo. México. pp. 67-75.

- Solís, A. J. F. 2001. El Picudo del Agave Tequilero *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal (Coleoptera: Curculionidae) en Jalisco, México. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México. pp. 55.
- Thompson F. R. M., 2000. Diseño del Muestreo Secuencial, Distribución Espacial y Dinámica Poblacional del Arador de los Cítricos (*Phyllocoptruta oleivora* Ashmead) en Naranja "Valencia" (*Citrus sinensis* L. (Osbeck)) de Güemez, Tamaulipas. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Tamaulipas. U. A. M. Agronomía y Ciencias. División de Estudios de Posgrado. pp. x. xi, xii).
- Trevisan, M. J. 2002. Resíduos de Carbosulfan e de seus Metabólitos Carbofuran e 3-hidroxy-carbofuran em Frutos e Folhas de Laranjeira (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), determinados por Cromatografia em Fase Gasosa. Teses de Mestre em Ciências. Entomologia. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Universidade de Sao Paulo. Brasil. pp. xiv-xvii.
- Van Der Geest, L. P. S., S. L. Elliot, J. A. J. Breeuwer and E. A. M. Beerling. 2000. Diseases of Mites. Experimental and Applied Acarology 24: 497–560. pp. 519-526.
- Varela - Fuentes, S. E., G. L. Silva - Aguirre, E. Cerna – Chávez y R. López - Acevedo. 2002. Population Dynamics and Dispersion Indices of Four Mite Species on Orange Fruits in Tamaulipas, México. Display Presentations, Subsection Cd. Behavior and Ecology. 1 p.

Vey, A., J. M. Quiot., I. Mazet and C.W. McCoy. 1993. Toxicity and Pathology of Crude Broth Filtrate produced by *Hirsutella thompsonii* var. *thompsonii* in Shake Culture. J. Invertebr. Pathol. 61: 131–137.

Villanueva, T. R., J. C. V. Rodrigues and C. C. Childers. s/f. Biology and Behavior of *Cryptothoelea gloverii* (Psychidae), a Predatory Moth on Florida Citrus.

<http://www4.ncsu.edu/~rtvillan/OBW.PDF>

Fecha de consulta: Septiembre del 2002.

Yang, Y., J. C. Allen, J. L. Knapp and P. A. Stansly. 1997. An Age-Structures Model of Citrus Rust Mite: a Fruit-Mite-Fungal Pathogen System. Ecol. Model. 104: 71–85.

Yue, B. S., S. Min and Q. A. Dong. 1998. A Comparasion of Citrus Resistance to Citrus Rust Mite (Acari: Eriophyidae) in the Laboratory. Systematic and Applied Acarology. 3: 59-62.

VII. ANEXO

Cuadro 11. Análisis de varianza de la primera evaluación después de la aplicación de los tratamientos ($\alpha=0.05$).

Fuente	G. de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F cal.	Pr > F
Bloques	3	1975.138	658.379	6.92	0.0002
Trat	8	12727.923	1590.990	16.73	0.0001
Cuad	3	295.361	98.453	1.04	0.3779
Lado	1	253.125	253.125	2.66	0.1043
Trat*Cuar	24	2028.326	84.513	0.89	0.6176
Trat*Lado	8	237.812	29.726	0.31	0.9608
Cuar*Lado	3	68.625	22.875	0.24	0.8680
Trat*Cuar*Lado	24	1069.437	44.559	0.47	0.9848
Error	213	20256.861	95.102		
Total	287	38912.611			

Trat = Tratamiento; Cuar = Cuadrante del árbol; Lado = Lado del fruto

Cuadro 12. Análisis de varianza de la segunda evaluación después de la aplicación de los tratamientos ($\alpha=0.05$).

Fuente	G. de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F cal.	Pr > F
Bloques	3	1208.788	402.929	2.69	0.0474
Trat	8	23416.250	2927.031	19.53	0.0001
Cuar	3	44.593	14.864	0.10	0.9604
Lado	1	52.531	52.531	0.35	0.5544
Trat*Cuar	24	4740.750	197.531	1.32	0.1542
Trat*Lado	8	909.750	113.718	0.76	0.6394
Cuar*Lado	3	41.260	13.753	0.09	0.9645
Trat*Cuar*Lado	24	885.083	36.878	0.25	0.9999
Error	213	31918.961	149.854		
Total	287	63217.968			

Trat = Tratamiento; Cuar = Cuadrante del árbol; Lado = Lado del fruto

Cuadro 13. Análisis de varianza de la tercera evaluación después de la aplicación de los tratamientos ($\alpha=0.05$).

Fuente	G. de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F cal.	Pr > F
Bloques	3	1243.760	414.586	3.86	0.0102
Trat	8	21924.340	2740.542	25.49	0.0001
Cuad	3	160.065	53.355	0.50	0.6852
Lado	1	580.836	580.836	5.40	0.0210
Trat*Cuar	24	3651.715	152.154	1.42	0.1018
Trat*Lado	8	628.506	78.563	0.73	0.6642
Cuar*Lado	3	4.149	1.383	0.01	0.9980
Trat*Cuar*Lado	24	930.381	38.765	0.36	0.9978
Error	213	22898.989	107.506		
Total	287	52022.746			

Trat = Tratamiento; Cuar = Cuadrante del árbol; Lado = Lado del fruto

Cuadro 14. Análisis de varianza de la cuarta evaluación después de la aplicación de los tratamientos ($\alpha=0.05$).

Fuente	G. de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F cal.	Pr > F
Bloques	3	2925.56597222	975.18865741	17.32	0.0001
Trat	8	992.96527778	124.12065972	2.20	0.0283
Cuar	3	535.89930556	178.63310185	3.17	0.0252
Lado	1	2491.00347222	2491.00347222	44.24	0.0001
Trat*Cuar	24	1231.25694444	51.30237269	0.91	0.5869
Trat*Lado	8	148.34027778	18.54253472	0.33	0.9541
Cuar*Lado	3	22.26041667	7.42013889	0.13	0.9411
Trat*Cuar*Lado	24	608.77083333	25.36545139	0.45	0.9884
Error	213	11992.68402778	56.30368088		
Total	287	20948.74652778			

Trat = Tratamiento; Cuar = Cuadrante del árbol; Lado = Lado del fruto

Cuadro 15. Análisis de varianza de la quinta evaluación después de la aplicación de los tratamientos ($\alpha=0.05$).

Fuente	G. de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F cal.	Pr > F
Bloques	3	1581.121	527.040	4.59	0.0039
Trat	8	1789.465	223.683	1.95	0.0543
Cuad	3	289.649	96.549	0.84	0.4726
Lado	1	1279.336	1279.336	11.15	0.0010
Trat*Cuar	24	3307.506	137.812	1.20	0.2436
Trat*Lado	8	204.006	25.500	0.22	0.9867
Cuar*Lado	3	124.093	41.364	0.36	0.7816
Trat*Cuar*Lado	24	1735.687	72.320	0.63	0.9100
Error	213	24444.628	114.763		
Total	287	34755.496			

Trat = Tratamiento; Cuar = Cuadrante del árbol; Lado = Lado del fruto

Cuadro 16. Análisis de varianza de la sexta evaluación después de la aplicación de los tratamientos ($\alpha=0.05$).

Fuente	G. de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F cal.	Pr > F
Bloques	3	286.361	95.453	1.83	0.1433
Trat	8	1369.111	171.138	3.27	0.0015
Cuar	3	767.888	255.962	4.90	0.0026
Lado	1	392.000	392.000	7.50	0.0067
Trat*Cuar	24	2310.111	96.254	1.84	0.0123
Trat*Lado	8	303.000	37.875	0.72	0.6696
Cuar*Lado	3	52.277	17.425	0.33	0.8012
Trat*Cuar*Lado	24	597.722	24.905	0.48	0.9830
Error	213	11132.138	52.263		
Total	287	17210.611			

Trat = Tratamiento; Cuar = Cuadrante del árbol; Lado = Lado del fruto