



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS TABASCO

**POSTGRADO EN PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA EN EL
TRÓPICO**

**FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE *Brevipalpus phoenicis*
(ACARI: TENUIPALPIDAE), VECTOR DE LA LEPROSIS DE
LOS CÍTRICOS EN HUIMANGUILLO, TABASCO.**

PRISCILIANO MENDEZ MENDEZ

T E S I S

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

MAESTRO EN CIENCIAS

H. CÁRDENAS, TABASCO.

2012

La presente tesis, titulada: **Fluctuación poblacional de *Brevipalpus phoenicis* (ACARI: TENUIPALPIDAE), vector de la leprosis de los cítricos en Huimanguillo, Tabasco**, realizada por el alumno: **Prisciliano Méndez Méndez**, bajo la dirección del consejo particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCION AGROALIMENTARIA EN EL TRÓPICO

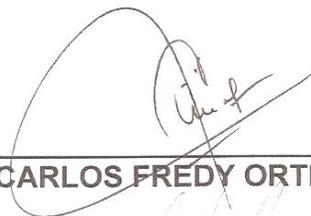
CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:



Dr. SAUL SANCHEZ SOTO.

ASESOR:



Dr. CARLOS FREDY ORTIZ GARCIA

ASESOR:



Dr. JESUS ROMERO NAPOLES

H. Cárdenas, Tabasco, México 02 de Agosto de 2012.

**FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE *Brevipalpus phoenicis* (ACARI:
TENUIPALPIDAE), VECTOR DE LA LEPROSIS DE LOS CÍTRICOS EN
HUIMANGUILLO, TABASCO**

**Prisciliano Méndez Méndez, Mc.
Colegio de Postgraduados, 2012.**

RESUMEN

Se determinó la fluctuación poblacional del ácaro *Brevipalpus phoenicis* mediante muestreos quincenales de hojas, de octubre de 2009 a septiembre de 2010, en una plantación de 1 ha de naranja Valencia (*Citrus sinensis*) en la zona citrícola del estado de Tabasco, localizada en el municipio de Huimanguillo (17°42'00" Norte, 93°28'26" Oeste). Asimismo, se aplicó el análisis de correlación de Pearson entre dicha fluctuación y los datos de temperatura y precipitación obtenidos de una estación meteorológica localizada en la misma zona de estudio. El ácaro se presentó durante los 12 meses considerados, con mayor densidad de población en octubre y noviembre de 2009 y de abril a septiembre de 2010. La población presentó un descenso bien marcado que inició en noviembre de 2009 y finalizó en enero de 2010, el cual coincidió con la disminución de la temperatura y un aumento de la precipitación; asimismo, presentó un incremento bien notable de febrero a abril que concordó con el aumento de la temperatura y la escasez de lluvias. De mayo a septiembre la fluctuación poblacional no varió notablemente al igual que la temperatura; sin embargo, en este período la precipitación aumentó marcadamente presentando los niveles más elevados. El análisis de Pearson indicó una correlación alta de la fluctuación poblacional con la temperatura ($r = 0.7878$, $P = 0.0023$) y una correlación muy baja con la precipitación ($r = 0.1339$, $P = 0.6781$). Se deduce que el comportamiento poblacional de *B. phoenicis* en la zona de estudio depende más de los cambios de la temperatura que de la precipitación.

Palabras claves: *Citrus sinensis*, ácaro, incidencia, sureste de México.

POPULATION FLUCTUATION OF *Brevipalpus phoenicis* (ACARI: TENUIPALPIDAE), VECTOR OF THE CITRUS LEPROSIS IN HUIMANGUILLO, TABASCO

**Prisciliano Méndez Méndez, Mc.
Colegio de Postgraduados, 2012**

ABSTRACT

The population fluctuation of the mite, *Brevipalpus phoenicis*, was determined by sampling leaves fortnightly, from October 2009 to September 2010, in a plantation of 1 ha of Valencia orange (*Citrus sinensis*) in the citric area of the state of Tabasco, located in the municipality of Huimanguillo (17°42'00"North, 93°28'26" West). Likewise, was applied the analysis of Pearson's correlation between the fluctuation and the data of temperature and precipitation; the later information was obtained from a weather station located in the same area of study. The mite was presented during the 12 considered months, with the highest density of population in October and November 2009 and from April to September 2010. The population presented a descent well marked that began in November 2009 and finalized in January 2010, it coincided with the decrease in temperature and an increase the precipitation; likewise, the population presented a well marked increase from February to April, that matched the increase in temperature and the scarcity of rainfall. From May to September the population fluctuation did not varied considerably and the temperature was stable. However, in this period the precipitation increased markedly showing the highest levels. The Pearson analysis indicated a high correlation of population fluctuation with temperature ($r = 0.7878$, $P = 0.0023$) and a very low correlation with rainfall ($r = 0.1339$, $P = 0.6781$). According with later information the population fluctuation of *B. phoenicis* depended more of temperature than precipitation changes.

Keywords: *Citrus sinensis*, mite, incidence, Southeast of Mexico.

Dedicada

Muy en especialmente a Dios, el ser todo poderoso creador de los cielos y de la tierra y dueño de todo lo que en él existe, a quien le debo todo lo que fui, lo que soy y todo lo que seré, por haberme dado la dicha de ver la luz del mundo.

AGRADECIMIENTOS

Al pueblo de México, quienes a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (**CONACYT**) me brindaron parte del apoyo financiero para la realización de mis estudios.

Al **Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco**, por haber hecho posible mi formación profesional.

A mi consejero de tesis **Dr. Saúl Sánchez Soto**, por confiar en mí y en este proyecto, por su paciencia, por su amistad, por haberme permitido trabajar con usted y compartir su tiempo, conocimientos y experiencias para la realización de la presente investigación, Dios le bendiga.

A mi Consejo particular: **Dr. Carlos Fredy Ortiz García, Dr. Jesús Romero Nápoles** por sus acertadas observaciones y apoyo incondicional durante la realización de este trabajo.

Al **Dr. Gabriel Otero Colina** por sus acertadas observaciones y apoyo incondicional con su información de la identificación del acaro *B. phoenicis* vector de la leprosis de los cítricos para la certeza en este trabajo.

Al personal del Colegio de Postgraduados campus Tabasco en especial a **don Fili**, por su apoyo, por su amistad y por su comprensión, en los apoyos realizados en el laboratorio de entomología.

Al personal del **Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de Tabasco**, por su apoyo en la información documental.

Al **Ing. Isidro del castillo** por sus ideas de continuar la investigación en la leprosis de los cítricos y por todas sus orientaciones.

A mis compañeros que me acompañaron y apoyaron en campo y en el laboratorio de entomología.

A mi pareja por cuidar de los regalos que Dios me ha dado, además por su comprensión en los momentos que se le ha dedicado a esta investigación.

A mis amados y queridos regalos que Dios me ha dado, a mi hijo Luis Enrique Méndez Pablo, por su comprensión y paciencia en todo momento.

A mi estimado hijo Eduardo Méndez Pablo por su obediencia y serenidad en lo que se le ha requerido como hijo.

A mi pequeño Martin Méndez Pablo, por ser quien lleva la alegría de las travesuras en el hogar y que creo que es la fortaleza de sus hermanos y mía.

A mi compañero y amigo Pedro Velázquez Jiménez, por su apoyo en los trabajos realizados durante esta investigación.

A mi padre Heriberto Méndez Jiménez por haberme enseñado el hábito por el estudio y sus consejos de padre a hijo, por su amistad y sinceridad en sus ejemplos.

A mi madre Carmela Méndez Olán por ser un medio por el cual Dios me trajo al mundo y por sus actuales consejos.

Sobre todo a mi madre de crianza **Eudelia Ponce Tercero** por su educación hacia mi persona y a quien Dios tenga en su gloria amen.

A ti, por tu insistencia en dar a conocer la luz, no tengo palabras para agradecerte todas las bendiciones que Dios me ha regalado a través de tu existencia, sin duda alguna Dios sabe lo que hace y hará. Elizabeth Correa Sánchez. Dios te bendiga.

A mis abuelos por sus acertados consejos en mis planes de estudio, además por sus Enseñanzas en los valores personales y honestidad en el trabajo.

A mis hermanos de sangre y en la fé con profundo cariño por su apoyo moral y por sus consejos.

A mis compañeros de generación **PROPAT 2009-2010**. Por todo lo vivido en compañía de ustedes, por escuchar que Jesucristo es el camino la verdad y la vida y con especial énfasis a Erika, Carlos y Evelyn, Ivanna, Naranjo, Germán. Por esos minutos gracias.

A todos los que directa e indirectamente contribuyeron en la realización de este trabajo, mi sincero agradecimiento.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS	4
2. 1. Objetivos.....	4
2. 2. Hipótesis.....	4
3. REVISIÓN DE LITERATURA	5
3.1. El cultivo de naranja.....	5
3.1.1. Clasificación taxonómica y descripción morfológica.....	5
3.1.2. Origen e historia.....	6
3.1.3. Usos e importancia económica	7
3.2. La leprosis de los Cítricos.....	8
3.2.1. Síntomas y daños	9
3.2.2. El ácaro vector.....	11
3.2.2.1. Distribución geográfica.....	13
3.2.2.2. Ciclo de vida.	13
3.2.2.3. Plantas hospederas.	15
3.2.2.4. Distribución espacial y fluctuación poblacional.....	15
4. MATERIALES Y MÉTODOS	17
4.1. Localización del área de estudio.....	17
4.2. Tamaño de muestra.....	18
4.3. Muestreos	19
4.4. Datos meteorológicos y análisis estadístico.	20
5. RESULTADOS Y DISCUSION	21
6. CONCLUSIONES.	26
7. LITERATURA CITADA	27

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Producción mundial en toneladas de naranja valencia por país, FAO 2010.....	8
Figura 2. Lesiones ocasionadas por el virus de la leprosis de los cítricos en hojas de <i>C. sinensis</i>	9
Figura 3. Lesiones ocasionadas por el virus de la leprosis de los cítricos en frutos de <i>C. sinensis</i>	10
Figura 4. Lesiones ocasionadas por el virus de la leprosis de los cítricos en ramas y tronco, y caída de frutos en arboles de <i>C. sinensis</i>	11
Figura 5. Anatomía del ácaro rojo y aplanado.....	12
Figura 6. Tarso II con dos con dos barras sensorial (izquierda), Tarso II con una varilla sensorial (derecha).....	12
Figura 7. Ciclo de vida del ácaro vector de la leprosis de los cítricos <i>B. phoenicis</i>	14
Figura 8. Ubicación del área en donde se realizó el estudio de fluctuación poblacional del ácaro vector de la leprosis de los cítricos.....	17
Figura 9. Distribución de 35 plantas de naranja valencia seleccionadas al azar en la parcela de estudio.....	19
Figura 10. Fluctuación poblacional de <i>B. phoenicis</i> (a), temperatura promedio (°C) (b) y precipitación acumulada (mm) (c) de octubre de 2009 a septiembre de 2010 en huimanguillo, Tabasco.....	25

1. INTRODUCCIÓN

La leprosis de los cítricos es una enfermedad viral transmitida por ácaros del género *Brevipalpus* spp. (Acari: Tenuipalpidae), la cual afecta de forma severa hojas, ramas y frutos de naranja (*Citrus sinensis*), reduciendo la producción y el valor comercial del cultivo, provocando la muerte de plantas cuando no se toman medidas de control del ácaro vector (Rodríguez, 2000; Goes *et al.*, 2002; Bastianel *et al.*, 2010).

Esta enfermedad fue observada por primera vez en 1905 en Florida, Estados Unidos en plantas de naranja dulce (*C. sinensis*), en donde representó casi la destrucción de la agroindustria citrícola (Rodríguez, 2003; Kitajima *et al.*, 1972; Knorr y Price, 1958; Knorr 1968). Posteriormente la enfermedad se presentó en Paraguay, Uruguay, Argentina y Brasil; recientemente, se detectó en Bolivia, Venezuela y Colombia. Actualmente se está extendiendo hacia el norte del continente a través de los países de Panamá, Costa Rica, Nicaragua, Guatemala, Honduras y El Salvador (Bastianel *et al.*, 2010; León *et al.*, 2006).

Además, los daños que ocasiona la leprosis de los cítricos, constituyen pérdidas económicas que pueden ascender a varios millones de dólares al año. En países como Brasil el 24% del costo de producción es atribuido al control de la leprosis, ya que anualmente se invierten de 60 a 75 millones de dólares para el control químico del ácaro vector (*Brevipalpus* spp.). Por su parte, Panamá ha optado por tratar de erradicarla, en lo cual ha invertido alrededor de 4 millones de dólares (Robles, 2010).

En México la enfermedad de la leprosis de los cítricos fue reportada en el año 2005, en huertos comerciales y de traspatio de ocho municipios del sur de Chiapas (Cacahoatán, Frontera Hidalgo, Huehuetán, Mazatán, Tapachula, Tuxtla Chico, Tuzantán y Unión Juárez). En el estado de Tabasco donde se cultivan 8,172 ha de naranja (SIAP, 2012) esta enfermedad se detectó en el año 2006, en algunas plantaciones de naranja ubicada en los municipios de Huimanguillo y Cunduacan, y donde fue erradicada oportunamente; sin embargo, en el año 2007 se detectaron nuevamente varios brotes de la enfermedad en diferentes sitios que abarcaron toda la zona citrícola de dichos municipios, situación por la cual la SENASICA, declara al estado de Tabasco bajo cuarentena para evitar su propagación y proteger la superficie nacional sembrada con este frutal, que abarca alrededor de 334,000 ha (Estrada-Cruz, 2010).

Actualmente, se conocen diez especies de ácaros del género *Brevipalpus*, asociadas a plantas de cítricos en el mundo, en particular *B. californicus*, *B. obovatus* y *B. phoenicis*, se citan como vectores de la leprosis de los cítricos, pero solamente *B. phoenicis* ha probado ser un vector eficaz (Chiavegato, 1995; Childers *et al.*, 2001).

La especie *B. phoenicis* es el vector que transmite la leprosis de los cítricos en el estado de Tabasco (Izquierdo-Castillo *et al.*, 2011). El control de este vector es fundamental en el manejo de dicha enfermedad, lo cual puede demandar una parte considerable del costo de producción del cultivo (Goes *et al.*, 2002); de aquí la

importancia de contar con información básica acerca de la biología y ecología de *B. phoenicis*, con el fin de implementar medidas racionales de control (Oliveira, 1986; Kennedy *et al.*, 1996; Solano *et al.*, 2008; Childers y Rodríguez, 2011).

Debido a que en Tabasco, México, la enfermedad de la leprosis de los cítricos es relativamente reciente, no se tiene información básica del vector *B. phoenicis*, por lo cual se consideró relevante determinar su comportamiento poblacional en el cultivo de naranja durante las diferentes épocas del año, considerando la relación de esta especie de ácaro con respecto a la temperatura y precipitación en esta zona del país.

2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2. 1. Objetivos

1. Conocer la fluctuación poblacional de *B. phoenicis* durante el período de un año en la zona citrícola de Huimanguillo, Tabasco.
2. Determinar el nivel de correlación entre la fluctuación poblacional del ácaro vector de la leprosis de los cítricos con respecto a la temperatura y precipitación.

2. 2. Hipótesis

1. Existe una correlación entre la fluctuación población de *B. phoenicis* con la temperatura y la precipitación.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. El cultivo de naranja

3.1.1. Clasificación taxonómica y descripción morfológica.

La naranja pertenece a la familia Rutaceae y al género *Citrus*, al que pertenecen más de 150 especies de árboles, arbustos y hierbas aromáticas (Avil, 1995). De acuerdo con Swingle (1943), la clasificación taxonómica de *C. sinensis* L. es la siguiente:

División: Espermatofita

Subdivisión: Angiospermas

Clase: Dicotiledónea

Subclase: Archiclamídeas

Orden: Geraniales

Suborden: Geraninas

Familia: Rutaceae

Subfamilia: Aurantioideas

Tribu: Cítreas

Subtribu: Citrinas

Género: *Citrus*

Especies: *C. sinensis* (L.)

El naranjo se caracteriza por ser un árbol de porte medio a grande, pudiendo alcanzar hasta 8 metros de altura, con follaje abundante y copa de forma redonda. La raíz es pivotante, sólida, blanquecina y en condiciones de cultivo posee una gran cantidad de pelos radiculares; consiste de raíz primaria y raíces secundarias, las cuales pueden ser finas o fibrosas. El tallo es verde en plantas jóvenes, pero con el

tiempo la corteza se torna de color castaño. Las hojas son simples, oblongas, lisas, 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, con margen denticulado, haz verdoso lustroso y envés mate, peciolo estrechamente alado. Las flores son pequeñas, solitarias en racimos, tienen de 4 a 5 pétalos blancos, glandulosos y de 20 a 25 estambres. El fruto es una baya conocida como hesperidio, de forma esférica, tamaño mediano, corteza un tanto gruesa, dura y coriácea, superficie lisa, ligeramente áspera; está formado aproximadamente por 10 unidades carpelares unidas alrededor del eje floral, formando así los lóbulos en cuyo interior crecen los sacos del zumo y las semillas blancas, con jugo abundante y menos de seis semillas por frutos (López, 2001; Lugo, 2008).

3.1.2. Origen e historia

Citrus sinensis parece provenir de la zona sureste de China e Indochina. Su cultivo se realiza en el sur de China desde hace miles de años, desde donde se extendió por todo el sudeste asiático. Posteriormente, se expandió tanto el naranjo amargo como el naranjo dulce por todo Oriente por la ruta de la seda; sin embargo, este último comenzó a cultivarse en Europa hasta los siglos XV-XVI. En 1556 los españoles introdujeron el naranjo amargo a los Estados Unidos de Norteamérica, el cual fue apreciado por su sabor, a pesar de que aún era muy amargo, y por sus propiedades curativas (Agustí, 2003; Hernández, 2003).

3.1.3. Usos e importancia económica

La importancia de *C. sinensis* radica principalmente en su diversidad de usos alimenticios, medicinales e industriales. Sus frutos se consumen preferentemente en fresco y en forma de zumo (concentrado, fresco, pasteurizado, etc.). Es utilizado en la preparación de jugos, mermeladas, jaleas, conservas, concentrados, pasteurizados y para extraer los aceites y esencias de su cáscara. Sus residuos se utilizan para la fabricación de pectinas, pastas, harinas y melaza para la alimentación del ganado, así como en la fabricación de ácido cítrico y alcoholes. De sus semillas se extraen aceites, ácido láctico, flavonoides y otras sustancias (Morín, 1985; Ososki *et al.*, 2002; Pérez, 2007). Posee propiedades medicinales como antibiótico natural, antioxidante, antiviral, astringente, sedativo, laxante y antiespasmódico, entre otros. Ayuda en la prevención de catarrros y gripes, depura la sangre, combate la afonía y la ronquera, la artritis y el reuma, equilibra la hipertensión arterial y alivia las alteraciones cardiovasculares, facilita el tránsito intestinal, evita los mareos y las náuseas, es diurética y carminativa, previene la formación de varices, abre el apetito en casos de anorexia o inapetencia (Alva *et al.*, 2006).

A nivel mundial se producen alrededor de 62 millones de toneladas de naranja distribuidas en 103 países (Amorós, 2003; FAO, 2010). Brasil es el principal productor, con una producción total de 17, 618,500 t y un rendimiento de 22.38 t ha⁻¹ (Figura 1). México ocupa el quinto lugar con una producción de 4, 051,631.61 t en una superficie de 334,573.21 ha en las que el rendimiento es de 12.11 t ha⁻¹ (FAO, 2010).

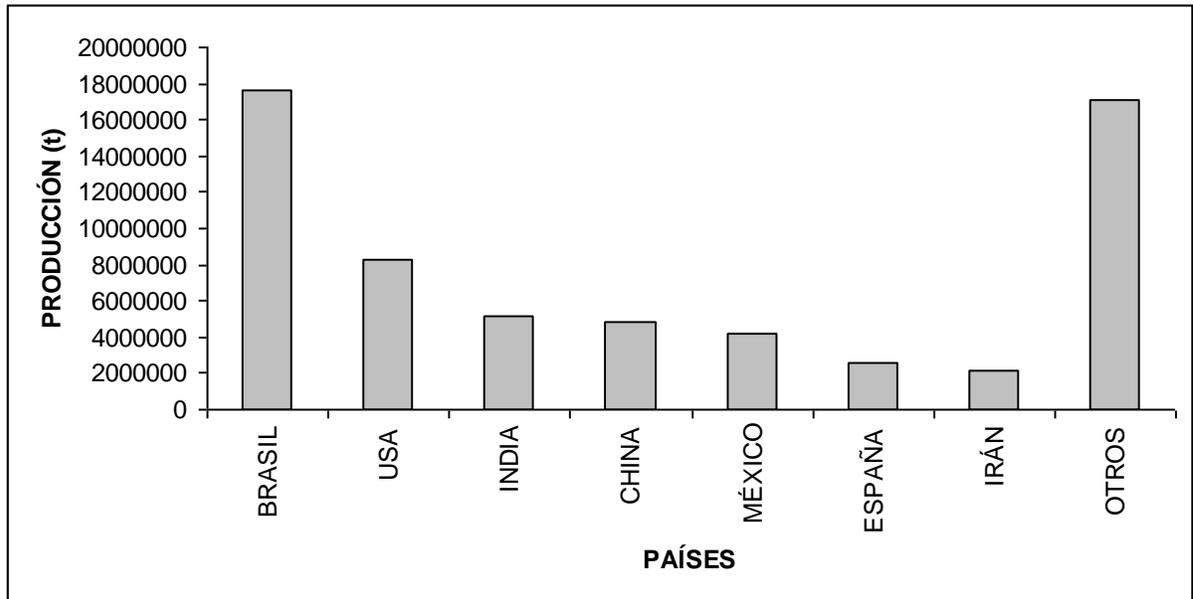


Figura 1. Producción mundial en toneladas de naranja valencia por país (FAO, 2010).

En México, la producción de naranja se concentra principalmente en el estado de Veracruz (49.6%); en Tabasco, su cultivo comprende una superficie 8,171.84 ha distribuidas en siete municipios, del cual dependen económicamente 29,505 familias, siendo así uno de los principales recursos agrícolas de este estado (OEIDRUS, 2010).

3.2. La leprosis de los Cítricos

La Leprosis de los cítricos es una enfermedad de naturaleza viral que afecta principalmente naranjos y mandarinos; es transmitida por ácaros del género *Brevipalpus* (Tenuipalpidae), la enfermedad fue observada por primera vez en 1905 en Florida, Estados Unidos, en plantas de naranja dulce (*C. sinensis*) (Rodríguez, 2003; Kitajima *et al.*, 1972; Knorr y Price, 1958; Knorr 1968). Posteriormente la enfermedad se presentó en Paraguay, Uruguay, Argentina y Brasil. Recientemente,

la leprosis se detectó en Bolivia, Venezuela y Colombia, y se está extendiendo hacia el norte del continente a través de los países de Panamá, Costa Rica, Nicaragua, Guatemala, Honduras, El Salvador y México (Bastianel *et al.*, 2010; León *et al.*, 2006).

3.2.1. Síntomas y daños

La leprosis de los cítricos produce lesiones en frutos, hojas y ramas, las cuales tienen forma redondeada a elíptica, y la severidad varía de acuerdo al tipo de cítrico y la región de origen. Las lesiones de las hojas son normalmente redondeadas con una mancha central que mide cerca de 2 a 3 mm de diámetro y de color café oscuro rodeada de un halo clorótico en el cual aparecen frecuentemente de 1 a 3 anillos marrones. El tamaño de la lesión total alcanza varios tamaños, desde 10 a 20 mm, formándose lesiones de mayor tamaño por coalescencia de 2 o más lesiones (Figura 2).



Figura 2. Lesiones ocasionadas por el virus de la leprosis de los cítricos en hojas de *C. sinensis*.

En las frutas, las lesiones se presentan como manchas cloróticas de 10 a 20 mm de ancho con un centro necrótico; ocasionalmente se observa exudación gomosa en la lesión. En frutos verdes las lesiones son inicialmente amarillentas y luego se ponen más oscuras, lo cual reducen el valor del fruto en el mercado (Figura 3).



Figura 3. Lesiones ocasionadas por el virus de la leprosis de los cítricos en frutos de *C. sinensis*.

En ramas, las lesiones son protuberantes, corticales y de color grisáceo o rojo oscuro. Las lesiones pueden presentarse en gran número, llevando a la muerte de las ramas y en casos extremos como en la “lepra explosiva” en Argentina, puede ocurrir severa defoliación y caída de frutos. Las lesiones de la leprosis son usualmente muy características, pero pueden a veces confundirse con las lesiones del cáncer de los cítricos (bacteria) o “zonate chlorosis” (virus), aunque esta última, asociada también con la infestación de los mismos ácaros de la leprosis, no produce necrosis en las lesiones (Smith *et al.*, 1997; Garnsey *et al.*, 1993; Bitancourt, 1955; Rodríguez *et al.*, 2003).



Figura 4. Lesiones ocasionadas por el virus de la leprosis de los cítricos en ramas y tronco, y caída de frutos en árbol de *C. sinensis*.

La leprosis de los cítricos aparentemente infecta las plantas localmente; cada lesión está asociada con la infestación por medio de un ácaro vector. El virus aparentemente no se mueve en forma sistemática en la planta hospedera, y si esto sucede es únicamente a cortas distancias entre la yema injertada y el tejido adyacente. Según se ha observado, la principal forma de movimiento y dispersión de este virus es por medio de ácaros vectores del género *Brevipalpus*. Estos ácaros colonizan la mayoría de las especies de cítricos y muchas otras especies de plantas (Oliveira, 1986; Smith *et al.*, 1997).

3.2.2. El ácaro vector.

El virus de la leprosis de los cítricos es transmitido por ácaros del género *Brevipalpus* de la familia Tenuipalpidae, los cuales se conocen comúnmente como falsas arañas o ácaros planos. Pertenecen a la superfamilia Tetranychoidae y se caracterizan por tener tibia palpal sin una seta semejante a una espina alargada (pesuña palpal) y un

tarso palpal apical; setas predorsales y empodio con pelos adhesivos y no setas dobles unidas con el solenidio en los tarsos de las patas I y II. (Jeppson *et al.*, 1975; Smith Meyer, 1979). El patrón reticulado en el idiosoma, el tipo de setas y su disposición en el cuerpo, son caracteres sistemáticos distintivos para los miembros de la familia Tenuipalpidae (Figuras 5 y 6).

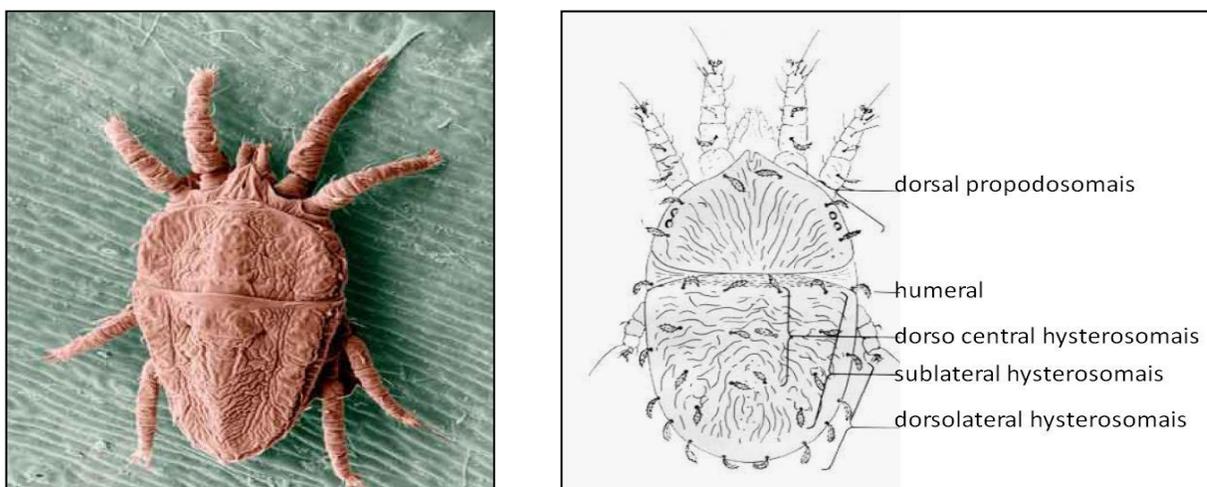


Figura 5. Anatomía del acaro rojo aplanado

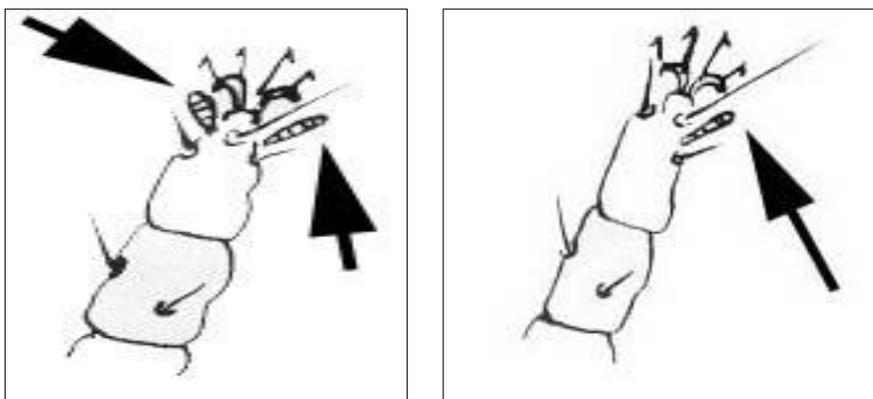


Figura 6. Tarso II con dos barras sensorial (izquierda), Tarso II con una varilla sensorial (derecha).

Actualmente, se han identificado diez especies de *Brevipalpus* en cítricos en el mundo con capacidad de transmitir la leprosis, que incluyen: *B. amicus* Chaudhri, *B. californicus* (Banks), *B. chilensis* Baker, *B. karachiensis* Chaudhri, Akbar y Rasool, *B.*

lewisi (McGregor), *B. mcgregori* Baker, *B. obovatus* Donnadieu, *B. phoenicis* (Geijskes), *B. rugulosus* Chaudhri, Akbar y Rasool y *B. tinsukiaensis* Sadena y Gupta. *B. deleari* (Pritchard y Baker, 1955) fue reportado en cítricos pero es un sinónimo de *B. phoenicis* (Baker y Suigong, 1988), esta especie al parecer es la transmisora más eficiente de la enfermedad.

3.2.2.1. Distribución geográfica

El ácaro de la leprosis de los cítricos es una especie polífaga y cosmopolita que se encuentran en climas tropicales y subtropicales entre los trópicos de Cáncer y de Capricornio, y más allá de estos límites, en el norte de Holanda y en el sur de Argentina (Geijskes, 1939; Haramoto, 1969; Jeppson *et al.*, 1975, Baker y Tuttle 1987).

3.2.2.2. Ciclo de vida.

El ciclo de vida de un ácaro *Brevipalpus* tiene cuatro estadios activos: larva, protoninfa, deutoninfa y adulto (Figura 7). Entre cada estadio activo hay una fase de desarrollo inmóvil fisiológicamente activo. Los adultos son morfológicamente diferentes de los estados inmaduros. La tasa de desarrollo depende, en gran medida, de la temperatura, humedad relativa y plantas hospedantes (Haramoto, 1969; Chandra y Channabasavanna, 1974; Lal, 1978; Goyal *et al.*, 1985).

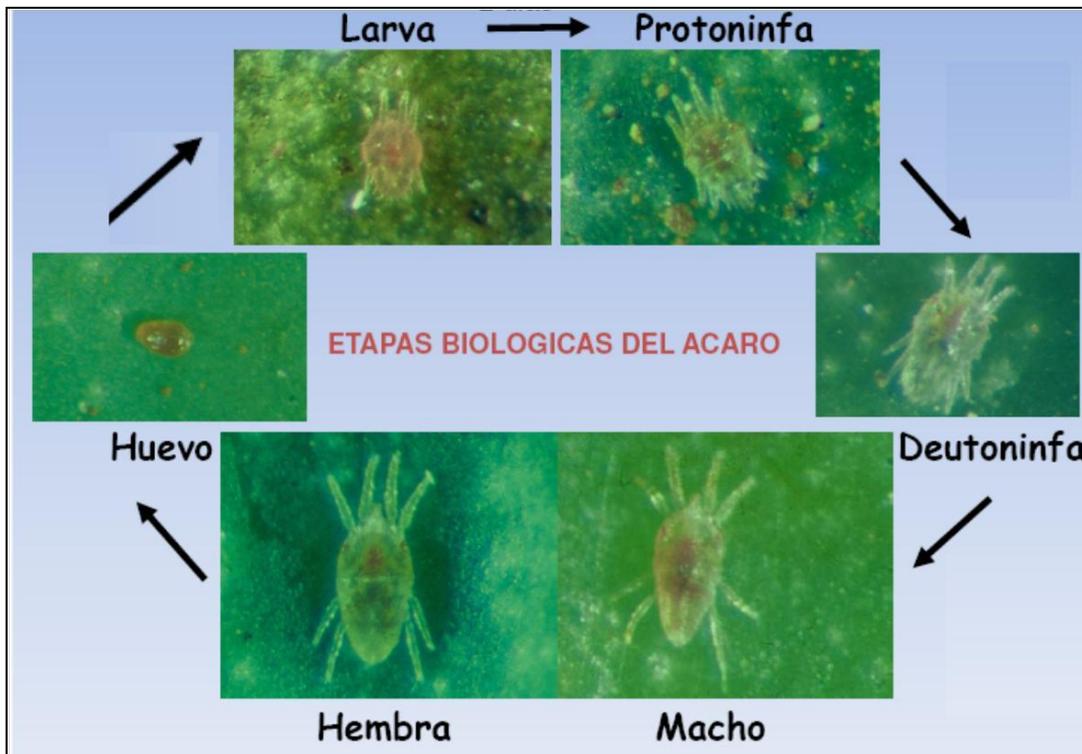


Figura 7. Ciclo de vida del ácaro vector de la leprosis de los cítricos *Brevipalpus* spp.

La duración del ciclo de vida de *B. phoenicis*, criados en hojas de té, a 26°C es de 9.53 ± 1.71 días para los huevos, 19.13 ± 1.73 días para los estados inmaduros y 41.68 ± 5.92 días para el ciclo de vida completo (Kennedy *et al.*, 1996). La tasa de reproducción es de 56.7 huevos/hembra, el tiempo de generación es de 27.6 días y la población es duplicada cada 5.5 días (Rodríguez y Machado, 1999). Los adultos pueden vivir un máximo de 47 días a 20 °C y un mínimo de 7.5 días a 30 °C (Haramoto, 1969).

El huevo de *B. phoenicis* es elíptico, rojo brillante y de 84 μm de longitud y 60 μm de diámetro, en promedio (Rodríguez y Machado, 1999). Normalmente son depositados en racimos de cuatro a ocho, por varias hembras y se adhieren firmemente a la

superficie de la planta. Una sustancia pegajosa permite que los huevos depositados en rajaduras o resquebrajamientos, hendiduras, exuvias u otros nichos protegidos en la superficie de las frutas permanezcan adheridos (Jeppson *et al.*, 1975).

3.2.2.3. Plantas hospederas.

Los hospederos principales de los ácaros vectores de la leprosis son los cítricos (*Citrus* spp.), especialmente las naranjas dulces (*Citrus sinensis*) y algunas toronjas (*Citrus paradisi*), las cuales son infectadas naturalmente por virus de la leprosis de los cítricos. Los limones (*C. limón*) y las mandarinas (*C. reticulata*) son considerados como menos susceptibles. No se conocen otras plantas que sean hospederos naturales de la leprosis.

Se han obtenido lesiones locales artificialmente en algunas plantas como *Chenopodium* spp. (Smith *et al.*, 1997; Brunt *et al.*, 1996). De acuerdo con experiencias a nivel de campo en Centroamérica, únicamente se han observado síntomas de la enfermedad en naranja dulce, aunque en Panamá se observaron síntomas en árboles de toronja de cáscara gruesa.

3.2.2.4. Distribución espacial y fluctuación poblacional.

Los organismos dentro de su hábitat natural presentan distintos modelos de ordenamiento en el área ocupada por la población, esto se debe a factores ambientales, interrelaciones bióticas y características de dependencia.

De acuerdo con Ramírez (2005), *B. phoenicis* presenta características euritípicas, lo que indica que es una especie capaz de tolerar rangos ambientales amplios, generalmente presenta una amplia distribución geográfica lo que lo hace cosmopolita (Aguilar, 2008).

Estudios en Yopal, Colombia sobre distribución espacial del vector de la leprosis, mediante metodología geoestadística con el software Surfer versión 8 (Golden Software, 1997-2007), encontraron un comportamiento inversamente proporcional a la precipitación, al inicio de las lluvias su población disminuyó; el ácaro presentó un desplazamiento desde el estrato más húmedo del árbol hacia el más seco, lo que implica que el comportamiento del ácaro es dependiente tanto de la humedad relativa como de la precipitación (Solano *et al.*, 2008).

Chiavegato y Kharfan (1993) indican que en Sao Paulo Brasil, la población de *B. phoenicis* en plantaciones de cítricos se vio favorecida en periodos con escasa presencia de lluvias, por su parte Oliveira (1986) observó el mismo comportamiento durante los períodos más secos del año.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Localización del área de estudio

El trabajo se realizó en una plantación de naranja valencia de 1 ha constituida por 238 plantas en producción con cinco años de edad, distribuidas en marco real de 6 x 7 m, la cual se localiza en la ranchería Tierra Nueva 3ª Sección del municipio de Huimanguillo, Tabasco, dentro de las coordenadas 17°42'00" de latitud norte y 93°28'26" de longitud oeste, a una altura de 40 msnm (INEGI, 2010) (Figura 8).

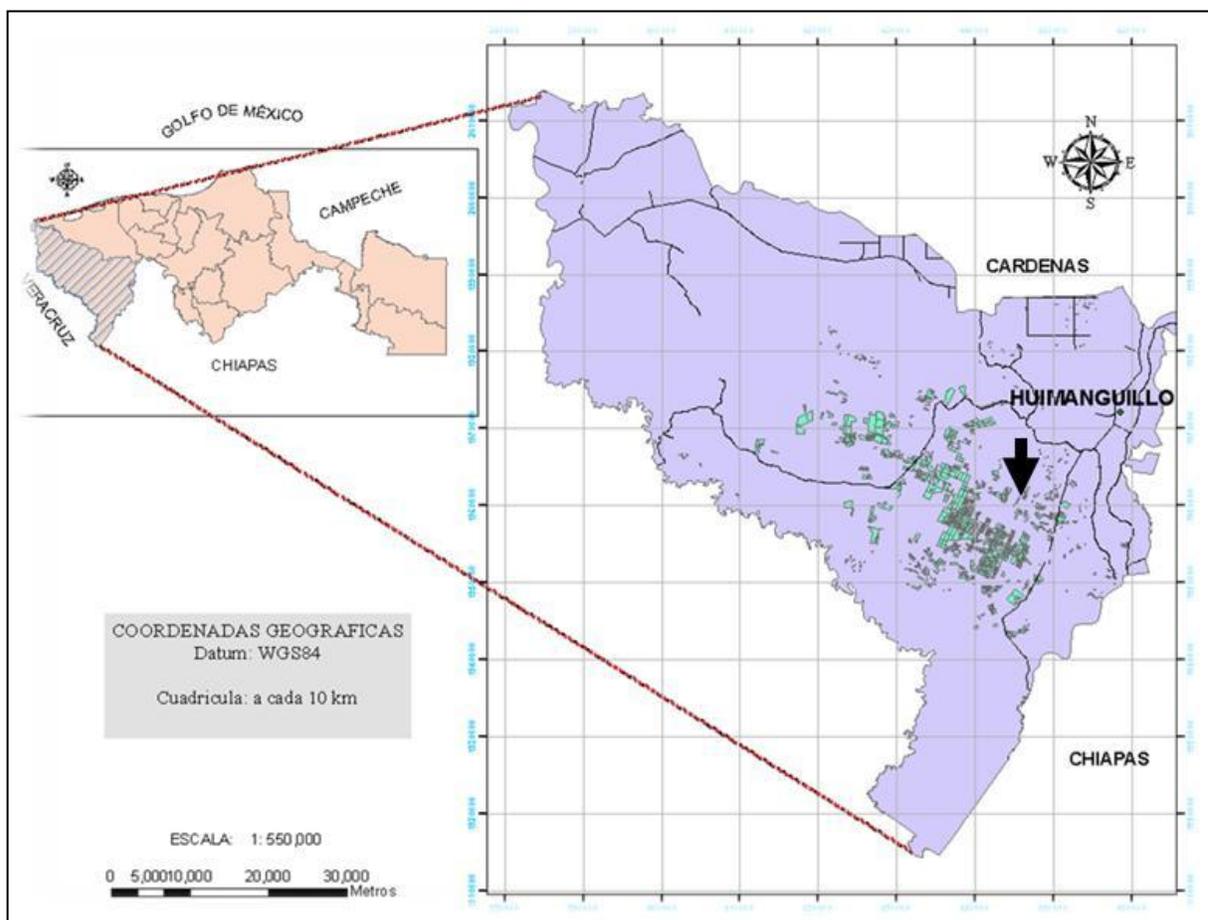


Figura 8. Ubicación del área en donde se realizó el estudio de fluctuación poblacional del ácaro vector de la leprosis de los cítricos.

El clima en esta zona es cálido húmedo con lluvias en verano; la temperatura media anual es de 26.1°C y la precipitación acumulada es de 2,229 mm al año (Toledo y Etchevers, 1988). El suelo es franco arcilloso - arenoso en los dos primeros horizontes y arcilloso en los horizontes más profundos con pH moderadamente ácido (Zetina *et al.*, 2002).

4.2. Tamaño de muestra

Para determinar el número de árboles a ser muestreados, con un 95% de confianza y un error admitido del 10%, se utilizó la fórmula citada por Mateu *et al.* (2003), para muestras pequeñas ($N < 1000$), en la cual no se consideraron los árboles de las orillas que sirvieron como barreras, para evitar errores de tipo sistemático.

$$n = \frac{z^2 pq}{B^2}$$

Donde:

n= Tamaño de la muestra

z= 1.96 para el 95% de confianza

p= Frecuencia esperada del factor a estudiar

q= 1- p

B= Precisión o error admitido del 10%

De esta manera, el tamaño de muestra obtenido fue de 35 árboles, los cuales fueron seleccionados al azar y marcados con pintura vinílica roja para realizar la fluctuación poblacional (Figura 9).

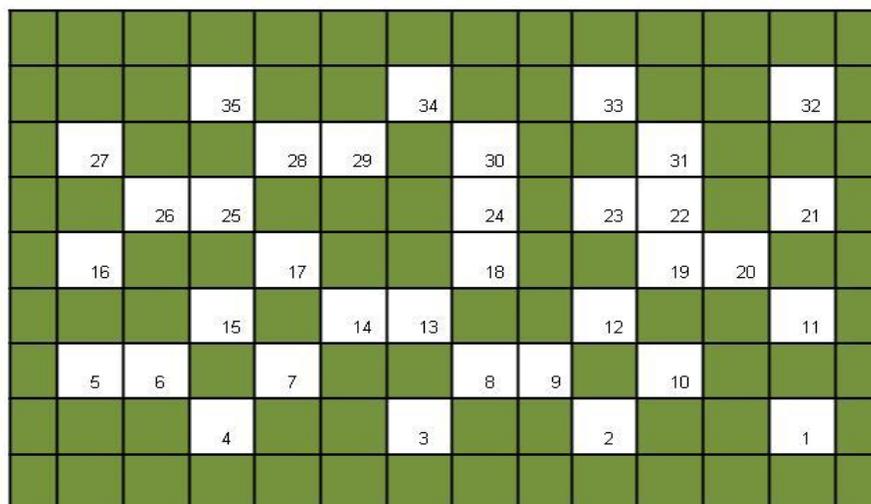


Figura 9. Distribución de 35 plantas de naranja valencia seleccionadas al azar en la parcela de estudio.

4.3. Muestreos

Los muestreos se realizaron cada quince días, del 13 de octubre de 2009 al 29 de Septiembre de 2010. De acuerdo con la metodología recomendada por Quiros *et al.* (2005), la parte media de la copa del árbol se dividió en cuatro cuadrantes (norte, sur, este y oeste) y se recolectaron al azar cuatro hojas por cuadrante, sumando 16 hojas por árbol en cada fecha de muestreo. Las hojas se depositaron en bolsas de polietileno de 30 x 25 cm, las cuales se depositaron en una hielera para su transporte al laboratorio donde fueron confinadas en un refrigerador. Al siguiente día las hojas fueron analizadas y se contabilizaron los ácaros en estado de larva, ninfa y adulto con ayuda de un microscopio estereoscópico. Muestras de ácaros se enviaron al Dr. Gabriel Otero Colina del Programa de Entomología y Acarología del Colegio de

Postgraduados, Campus Montecillo, en Montecillo, Texcoco, estado de México, quien identificó a la especie como *B. phoenicis*.

4.4. Datos meteorológicos y análisis estadístico.

Los datos de temperatura y precipitación se tomaron de la estación meteorológica del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), localizada en la misma zona fisiográfica donde se ubica dicha plantación, a aproximadamente a 17.5 km de la misma. Para realizar el análisis de correlación de Pearson entre la fluctuación poblacional del ácaro con los datos de temperatura y precipitación se utilizó el paquete estadístico SAS (2002).

5. RESULTADOS Y DISCUSION

Durante el período de estudio se realizaron 27 muestreos quincenales de los que se obtuvieron 15,120 hojas de naranja en los 35 árboles considerados, de las cuales se colectaron 4,911 ácaros de *B. phoenicis*, con un promedio de 0.33 ácaros por hoja y 5.3 ácaros por planta. Con respecto a este último dato Czermainski *et al.* (2007) registran 6.9 ácaros de *B. phoenicis* por planta en naranja valencia en Brasil, donde el ácaro está presente todo el año en el cultivo, aunque su densidad poblacional se considera normalmente baja (Fondo de Defesa da Citricultura, 2005).

Brevipalpus phoenicis se presentó durante los 12 meses en la plantación de estudio, siendo más abundante en octubre y noviembre de 2009, y de abril a septiembre de 2010, meses en los cuales el promedio de ácaros varió entre 200 y 218; la densidad poblacional más baja se registró de diciembre a marzo, con promedios de 92 a 154 individuos (Figura 10a).

La comparación gráfica de la fluctuación poblacional de *B. phoenicis* con la fluctuación de los factores climáticos en la zona estudiada (Figura 10a-c), reveló una similitud entre la fluctuación poblacional del ácaro (Figura 10a) con la fluctuación de la temperatura, la cual presentó valores promedios desde 20°C hasta 30°C (Figura 10b). El valor del coeficiente de correlación de Pearson entre la fluctuación poblacional de *B. phoenicis* y la temperatura fue $r = 0.7878$ ($P = 0.0023$), lo cual de acuerdo con Bisquerra (2004), indica una correlación alta. Según Solano *et al.* (2008), temperaturas entre 24 y 33°C favorecen el desarrollo poblacional de *B.*

phoenicis, lo cual concuerda con el presente trabajo donde la mayor densidad de población se registró a temperaturas de 26 a 30°C; contrariamente, la menor densidad poblacional del ácaro coincidió con la temperatura más baja registrada en el mes de enero (Figura 10a,b). De acuerdo con el Fondo de Defesa da Citricultura (2004) el descenso de la temperatura afecta la biología *B. phoenicis*, prolongando su ciclo de vida y ocasionando que las hembras coloquen menor cantidad de huevos. En otras regiones citrícolas, se considera que la temperatura tiene poca influencia sobre la población de éste ácaro y que su fluctuación depende más de la fenología de las plantas y del tipo de tejido disponible por épocas a lo largo del año (Czermainski *et al.*, 2007).

Con respecto a la precipitación, el análisis de correlación de Person presentó un coeficiente $r = 0.13397$ ($P = 0.6781$), lo cual indica una correlación muy baja (Bisquerra, 2004). Estudios al respecto en otras regiones han demostrado que el comportamiento poblacional de *B. phoenicis* es inversamente proporcional a la precipitación, ya que este factor climático afecta el desarrollo poblacional de la especie, la cual es más abundante en el período más seco del año (Oliveira, 1986; Chiavegato y Kharfan, 1993; Solano *et al.*, 2008) en el cual las plantas son sometidas a períodos de estrés hídrico (Fondo de Defesa da Citricultura, 2005). La comparación gráfica de la fluctuación poblacional del ácaro con la de este factor climático (Figura 10a,c) muestran que *B. phoenicis* incrementó su población entre febrero y mayo, período en cual las precipitaciones fueron escasas; no obstante, al aumentar las lluvias a partir del mes de junio hasta alcanzar su máximo nivel en el

mes de agosto se observó que la población del ácaro no decayó sino que presentó un ligero aumento, coincidiendo con altas temperaturas (Figura 10b); el descenso drástico de la población del ácaro sólo se registró de noviembre a enero coincidiendo con el descenso de la temperatura y con un aumento de las precipitaciones, a pesar de que estas últimas no fueron tan intensas como las de julio a septiembre (Figura 10a,C).

Lo anterior sugiere que de los dos factores climáticos considerados, la temperatura tuvo mayor influencia en el comportamiento poblacional de *B. phoenicis* en la zona estudiada, y aunque sus valores fluctuaron en un rango aproximado de 10°C (Figura 10b) demuestran que los cambios aunque aparentemente mínimos, comparados con los de la precipitación, influyen significativamente en el desarrollo poblacional de la especie. De acuerdo con Kennedy *et al.* (1996) el ciclo de vida completo de *B. phoenicis* criado en hojas de té a 26°C es de 41.68 ± 5.92 días y el tiempo de generación es de 27.6 días. Considerando lo anterior, es probable que este ácaro presente cerca de 13 generaciones al año en la zona citrícola de Huimanguillo, cuya temperatura media anual es de 26.1°C (Toledo y Etchevers, 1988).

Con respecto a la hipótesis de trabajo en relación a que existe una correlación entre la fluctuación población de *B. phoenicis* con la temperatura y la precipitación, ésta queda plenamente demostrada.

Los resultados de este trabajo constituyen un aspecto básico que puede ser útil para el combate de esta plaga en la región citrícola del estado de Tabasco, donde es necesario realizar más estudios con el fin de establecer un programa de manejo integrado de la misma. De acuerdo con Czermainski *et al.* (2007), el conocimiento de la densidad poblacional de *B. phoenicis* es el principal indicador para la toma de decisión de medidas de control de la leprosis de los cítricos. En este contexto, las recomendaciones para el muestreo de éste ácaro en plantaciones de naranja en Brasil, indican que en el período de mayor crecimiento poblacional los muestreos deben intensificarse con una frecuencia de 7 a 10 días, y en las épocas de menor abundancia cada 15 días; asimismo, cuanto antes se determine el momento del crecimiento de la población de *B. phoenicis* se tendrá mayor oportunidad para el control de la enfermedad (Fondo de Defesa da Citricultura, 2005).

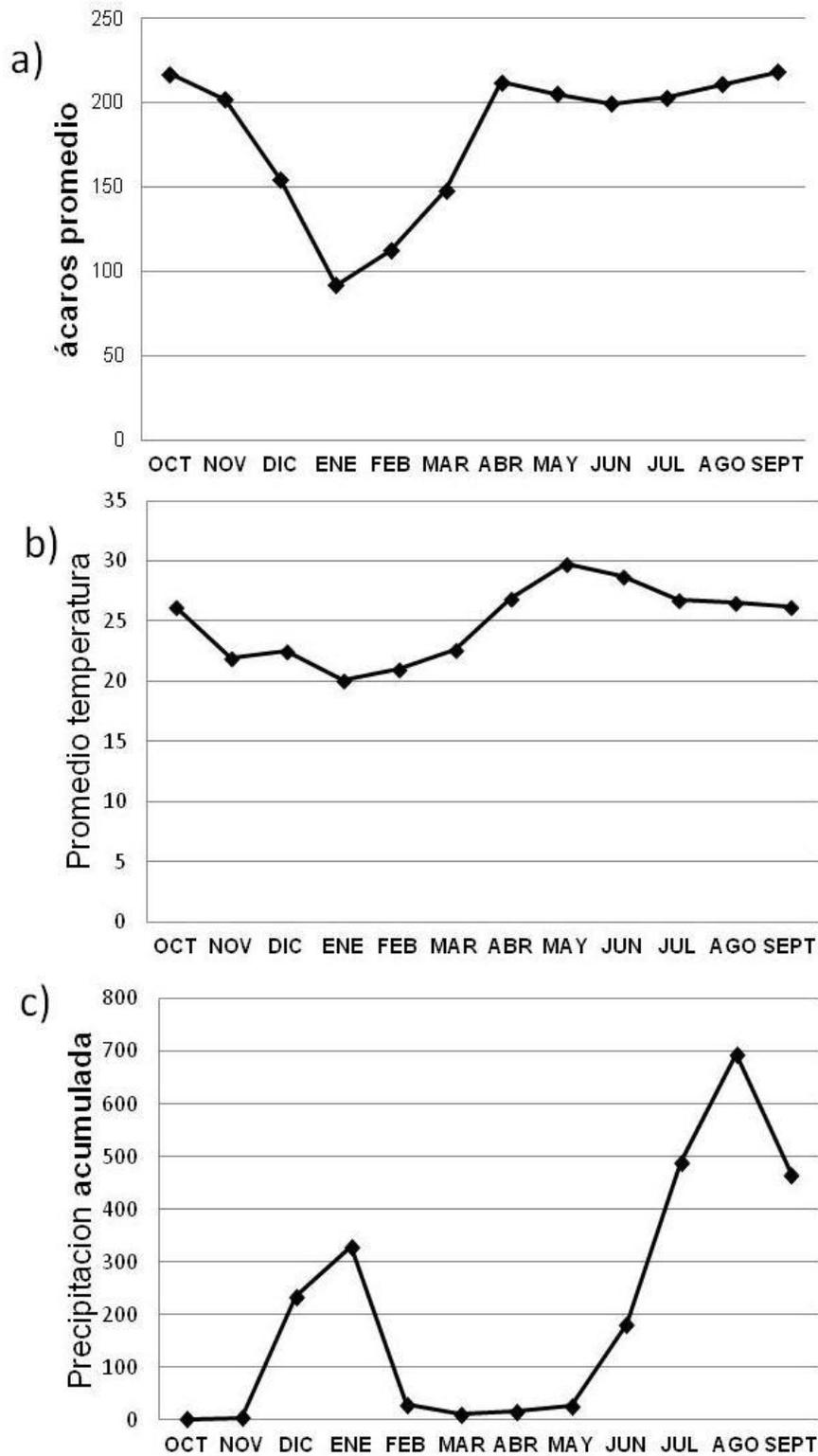


Figura 10. Fluctuación poblacional de *B. phoenicis* (a), temperatura promedio en °C (b) y precipitación acumulada en mm (c), de octubre de 2009 a septiembre de 2010 en Huimanguillo, Tabasco.

6. CONCLUSIONES.

Durante la investigación *Brevipalpus phoenicis* estuvo presente durante todo el año, presentando su mayor incidencia en octubre y noviembre y de abril a septiembre, con una baja población de diciembre a marzo.

La comparación de *B. phoenicis* con las variables climáticas consideradas en este estudio muestran que existe una correlación alta con la temperatura y una correlación baja respecto a la precipitación.

7. LITERATURA CITADA.

Aguilar, H. & Murillo, P. 2008. Nuevos hospederos y registros de ácaros fitófago para Costa Rica: periodo 2002-2008. *Agronomía costarricense*, 32(2): 7-28.

Agustí, M. 2003. *Citricultura*. Segunda edición. Revisada y ampliada. Ediciones Mundi-Prensa. Ed. Aedos, S. A. Madrid, España. 422 p.

Alva, A. K.; Paramasivam, S.; Obreza, A. T. & Schuman, W. A. 2006. Nitrogen best management practice for citrus trees I. Fruit yield, quality, and leaf nutritional status. *Scientia horticulturae*, (107): 233-244.

Amorós, C. M. 2003. *Producción de agrios*. Tercera edición. Mundiprensa. España. 352 p.

Avil, L. 1995. Los cítricos. Editorial América, Chacaíto, Venezuela. 2, 13, 26, 32 pp.

Baker, E. W. & Tuttle, D. M. 1987. The false spider mites of México (Tenuipalpidae: Acari). *USDA ARS Tech. Bull.* 1706: 1-237.

Baker, E. W. & Suigong, Y. 1988. A catalog of the false spider mites (Tenuipalpidae: Acari) of the United States. *Int. J. Acarol.*, 14(3): 143-155.

Bastianel, M.; Novelli, V. M.; Kitajima, E. W.; Kubo, K. S.; Bassanezi, R. B.; Machado, M. A. & Freitas, A. J. 2010. Citrus leprosis: centennial of an unusual mite-virus pathosystem. *Plant Disease*, 94(3): 284-292.

Bisquerra, A. R. 2004. *Metodología de la Investigación Educativa*. 1ª. Edición. La Muralla. Madrid, España. 459p.

Bitancourt, A. A. 1955. Estudos sobre a leprose dos citros. Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo, v. 22, p.161-231.

Brunt, A.; Crabtree, A.; Dallwitz, K.; Gibbs, M. J.; Watson, L. & Zurcher, E. J. 1996 onwards. Citrus leprosis rhabdavirus. Plant Viruses Online. Descriptions and List from VIDE Database. 20th August. URL <http://biology.anu.edu.au/Groups/MES/vide/>.

Chandra, B. K. N. & Channabasavanna, G. P. 1974. Biology of guava scarlet mite, *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acarina: Tenuipalpidae). Proc.Int.Congress Acarol., 4:167-176.

Chiavegato, L. G. 1995. Avaliação da potencialidade de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae) na transmissão da leprose em plantas cítricas. In: 15 Congresso Brasileiro de Entomologia. Caxambu, Minas Gerais, Brasil. Pp.14.

Chiavegato, L. G. & Kharfan, P. R. 1993. Comportamento do ácaro da leprose *Brevipalpus phoenicis* (G.) (Acari: Tenuipalpidae) em citros. Anais da Sociedade Entomologica do Brasil, 22(2): 355-359.

Childers, C. C.; Kitajima, E. W.; Welbourn, W. C.; Rivera, C.; Ochoa, R. 2001. *Brevipalpus* como vectores de la leprosis de los cítricos. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 60: 61-65.

Childers, C. C. & Rodriguez, J. C. V. 2011. An overview of *Brevipalpus* mites (Acari: Tenuipalpidae) and the plant viruses they transmit. Zoosymposia, 6: 180-192.

Czermainski, A. B. C.; Bassanezi, R. B.; Laranjeira, F. F & Amorim, L. 2007. Dinâmica temporal da população do ácaro *Brevipalpus phoenicis* e da leprose dos citros sob condições naturais da epidemia. Fitopatología Brasileira, 32(4): 295-303.

Estrada-Cruz, E. 2010. Leprosis de los cítricos. *Agroentorno* 124: 16-17.

FAO. 2010. Food and Agriculture Organization. (En línea): <http://faostat.fao.org>. Consultado septiembre 2010.

Fundo de Defesa da Citricultura. 2004. Manual de leprose. Fundo de Defesa da Citricultura. Brasil. 8 p.

Fundo de Defesa da Citricultura. 2005. Manual de leprose. Br Fundo de Defesa da Citricultura. asil. 12 p.

Garnsey, C. M.; Chagas, C. M. & Chiavegato, L. G. 1993. Leprosies and Zonate Chlorosis. En *Compendium of Citrus Diseases*. APS Press. Second printing. Pp 43-44.

Geijskes, D. C. 1939. Contributions to the knowledge of European spinning mites with particular reference to the Netherlands species. *Arten. Mededelingen van de Landbouwhogescholl Wageningen*, 42: 1-68.

Goes, A.; Souza, P. S. & Kupper, K. C. 2002. Controle das doenças causadas por vírus e similares na cultura dos citros. Pp. 421-442. *In*: L. Zambolim (ed.). *Manejo integrado: fruteiras tropicais - doenças e pragas*. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Minas Gerais, Brasil. 672 p.

Goyal, M.; Sadana, G. L. & Sharma, N. K. 1985. Influence of temperature on the development of *Brevipalpus obovatus* (Acarina:Tenuipalpidae). *Entomon.*, 10:125-129.

Haramoto, F. 1969. Biology and control of *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acarina: Tenuipalpidae). *Hawaii Agricultural Experiment Station Technical Bulletin*, 68: 1-63.

Hernández, B. J. 2003. Programa Nacional de Reconversión Productiva de la Cadena Citrícola en México. Memoria del Encuentro Interamericano de Cítricos 2003. Nautla, Veracruz, México. Pp. 99-100.

INEGI. 2010. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (en línea). Disponible en <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/catalogoclaves.aspx>. Consultado octubre 2010.

Izquierdo-Castillo, I.; Zermeño-Díaz, L. F.; Méndez, W.; Otero-Colina, G.; Freitas, A. J.; Astúa, E.; Locali-Fabris, C.; Moraes, G. J.; Calegario, R. F.; Tassi, A. D. & Kitajima, E. W. 2011. Confirmation of the presence of the citrus leprosis virus C (CiLV-C) in Southern Mexico. *Tropical Plant Pathology*, 36(6): 400-403.

Jeppson, L. R.; Keifer, H. H. & Baker, E. W. 1975. Mites injurious to economic plants. University of California Press. Berkeley, Estados Unidos. 614 pp.

Kennedy, J. S.; Van Impe, G.; Hance, T. H. & Lebrun, P. H. 1996. Demecology of the false spider mite, *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae). *Journal of Applied Entomology*, 120. 493-499.

Kitajima, E.W.; Muller, G. W.; Costa, A. S. & Yuki, V. A. 1972. Short, rodlike particles associated with citrus leprosis. *Virology*, 50:254-258.

Knorr, L. C. 1968. Studies on the etiology of leprosis in citrus. Proc. Conf. Int. Org. Citrus Virol. Univ. Florida Press. Gainesville, 4:332-341.

Knorr, L. C. & Price, W. C. 1958. Leprosis. *In*: R. M. Pratt (ed.). Florida guide to citrus insects, diseases and nutritional disorders (in color). Univ. Florida Agric. Exp. Sta. Gainesville, 112-114 p.

Lal, L. 1978. Biology of *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Tenuipalpidae: Acarina). *Acarología* XX: 97-101.

León, G.; Freitas, A. J.; Kitajima, E. W. & Meza, N. C. 2006. Detección del virus de la leprosis de los cítricos tipo citoplasmático en los llanos orientales de Colombia. *Corpoica-ciencia y tecnología agropecuaria*, 7(2): 67-72.

López, L. A. & Sánchez de Lorenzo, J. M. 2001. Árboles de España. Manual de identificación. 2°. Edición. Mundi-Prensa. Ed. Aedos, S. A. Madrid, España. 654 p.

Lugo-Sequera, O. D. 2008. Evaluación de la universalidad de las normas DRIS desarrolladas por Beaufils, para el cultivo de naranja *Citrus sinensis* L. Osbeck variedad valencia. Tesis de licenciatura. Universidad Centroccidental Lisandro Alvaradro Decanato de Agronomía. Cabudare, Lara. Venezuela. 64 p.

Mateu, E. & Casal, J. 2003. Tamaño de la muestra. *Revista de Epidemiología y Medicina Preventiva*, 1: 8-14.

Morín, L. Ch. 1985. Cultivo de cítricos. San José Costa Rica. IICA. 112 p.

OEIDRUS. 2010. Oficina estatal de información para el desarrollo rural sustentable en el Estado de Tabasco. www.oeidrustab.gob.mx. Tabasco, México.

Oliveira, C. A. L. 1986. De Flutuagão populacional e medidas de controle do acaro da leprose *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) em citros. *Laranja, Cordeirópolis*, 7(1):1-31.

Ososki A. I.; Lohr, P.; Reiff, M.; Balick, M. J.; Kronenberg, F.; Fugh Berman, A. & Connor, B. 2002. Ethnobotanical literature survey of medicinal plants in the Dominican Republic used for women's health conditions. *Journal of ethnopharmacology*, 79: 285-298.

Pérez, G. A. 2007. Producción forzada de limón persa (*Citrus latifolia* Tan) en Yucatán. XI simposium internacional de citricultura, la citricultura Mexicana en el siglo XXI. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. Instituto tecnológico de CONKAL (ITC) Yucatán. Centro de investigación y graduados agropecuarios CONKAL, Yucatán.

Pritchard, A. E. & Baker, E. W. 1955. A revision of the spider mites family Tetranychidae. Ed. By P.D. Hurd. San Francisco, USA. San Francisco pacific coast Entomological Society, vol. 2, 274 p.

Quirós, M., Petit, Y.; Poleo, N. & Gómez, A. 2005. Distribución de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) en la planta del guayabo (*Psidium guajava* L.) en La oruba, municipio Mara, estado Zulia, Venezuela. Entomotropica, 20(1): 39-47.

Ramírez-González, A. 2005. Ecología aplicada: diseño y análisis estadístico. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, Colombia. 325 p.

Robles-García, P. L. 2010. Manual técnico para el manejo de la leprosis de los cítricos. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria - Dirección General de Sanidad Vegetal - Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México, D.F. 29 p.

Rodrigues, J. C. V.; Kitajima E. W.; Childers, C. C. & Chagas, C. M. 2003. Citrus leprosis virus vectored by *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae) on citrus in Brazil. Experimental and Applied Acarology, 30:161-179.

Rodrigues, J. C. V.; Machado, M. A.; Kitajima E. W.; Muller, G. W. 2000. Transmission of citrus leprosis virus by *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae). Proc. Conf. Int. Org. Citrus Virol.14:174-178.

Rodrigues, J. C. V. & Machado, M. A. 1999. Notes on a probable respiratory apparatus in eggs of *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae). *Int. J. Acarol.*, 25:231-234.

SAS. (Statistical Analysis System). 2002. Software: the SAS System for Windows Version 9.0. Institute Inc. Cary, NC. USA.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2012. Anuario estadístico de la producción agrícola. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Alimentación y Pesca. Gobierno Federal. México, D.F. <http://www.siap.sagarpa.gob.mx>.

Smith Meyer, M. K. P. 1979. The Tenuipalpidae (Acari) of Africa with keys to the world fauna. *Entomology Memoirs of the Department of Agricultural and Technical Services of the Republic of South Africa* No. 50: 1-35.

Smith, I.; Mcnamara, D.; Scott, P. y Holderness, M. 1997. Citrus Leprosis "rhabdovirus". *Data Sheets on Quarantine Pests*. pp. 1237-1242. En: *Quarantine Pest for Europe*. 2nd ed. CAB International & EPPO, Wallingford, UK. 1425 p.

Solano, D. A.; Álvarez-Herrera, J. G. & Rodríguez, J. A. 2008. Distribución espacial de *Brevipalpus phoenicis*, vector de la leprosis de los cítricos en el cultivo de naranja valencia (*Citrus sinensis*) en Yopal, Casanare (Colombia). *Agronomía Colombiana*, 26(3): 399-410.

Swingle, W. T. 1943. The botany of Citrus and its wild relatives in the orange subfamily. In: H. J. Webber and L. D. Batchelor. Eds. *The citrus industry*. Vol. 1. Berkeley: University of California Press. 474 p.

Toledo, M. R. & Etchevers, B. J. D. 1988. Estado nutricional de los cítricos de la sabana de Huimanguillo, Tabasco. *Terra*, 6(2): 140-150.

Zetina-Lezama, R.; Pastrana-Aponte, L.; Romero-Mora, J. & Jiménez-Chong, J. A. 2002. Manejo de suelos ácidos para la región tropical húmeda de México. INIFAP-CIRGOC. Campos experimentales Papaloapan y Huimanguillo. Libro técnico Núm.10. México. 170 p.