

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



Dinámica poblacional de *Brevipalpus* spp., vector de la leprosis de los cítricos, en San Juan Opico, Departamento de La Libertad, El Salvador.

Por:

Br. José Adán Serpas Ortiz
Br. Fredy Arturo Rivera Mejía

Ciudad Universitaria, noviembre de 2021

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



Dinámica poblacional de *Brevipalpus* spp., vector de la leprosis de los cítricos, en San Juan Opico, Departamento de La Libertad, El Salvador.

Por:

Br. José Adán Serpas Ortiz
Br. Fredy Arturo Rivera Mejía

Ciudad Universitaria, noviembre de 2021

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN VEGETAL



Dinámica poblacional de *Brevipalpus* spp., vector de la leprosis de los cítricos, en San Juan Opico, Departamento de La Libertad, El Salvador.

Por:

Br. José Adán Serpas Ortiz
Br. Fredy Arturo Rivera Mejía

Requisito para optar al título de:

Ingeniero Agrónomo

Ciudad Universitaria, noviembre de 2021

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

LIC. M.Sc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL:

ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO:

DR. FRANCISCO LARA ASCENCIO

SECRETARIO:

ING. AGR. BALMORE MARTÍNEZ SIERRA

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN VEGETAL

ING. AGR. M.Sc. ANDRÉS WILFREDO RIVAS FLORES

DOCENTES DIRECTORES

ING. AGR. M.Sc. RAFAEL ANTONIO MENJÍVAR ROSA

ING. AGR. M.Sc. ANDRÉS WILFREDO RIVAS FLORES

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN

ING. AGR. M.Sc. RAFAEL ANTONIO MENJÍVAR ROSA

RESUMEN

La determinación de la dinámica poblacional de los estadios biológicos del acaro *Brevipalpus* spp. transmisor de la leprosis de los cítricos, se llevó a cabo mediante la realización de muestreos periódicos cada 15 días, iniciando en octubre de 2019 y finalizando en febrero de 2021. La zona de estudio está ubicada en el Municipio de San Juan Opico, Zona de los Bajíos, Departamento de la Libertad. El objetivo fue determinar la dinámica poblacional de los estadios biológicos del acaro *Brevipalpus* spp. en San Juan Opico y el efecto de los factores ambientales (humedad relativa, precipitación y temperatura) en la duración del ciclo biológico del acaro *Brevipalpus* spp. e identificar la especie de *Brevipalpus* spp. asociadas a la leprosis de los cítricos en la zona. Los muestreos se realizaron en árboles de naranja dulce (*Citrus sinensis*) y mandarina (*Citrus reticulata*), seleccionados completamente al azar, en donde la copa de los árboles se dividió en cuatro secciones correspondientes a los cuatro puntos cardinales, de los cuales se recolectaba cuatro hojas por cuadrante y frutos. Posterior a la recolección de muestras estas fueron procesadas inmediatamente después en laboratorio, utilizando el estereoscopio para la recolección y contabilización de ácaros directamente de las hojas muestreadas y frutos. Las variables tomadas en campo fueron la temperatura, humedad relativa y la precipitación promedio del lugar. En el laboratorio se determinó la cantidad de ácaros por hoja. Para poder realizar el montaje y preservación de ácaros se utilizó el medio Hoyer y para la identificación fue necesario enviar las muestras a la Unidad de Comunicación y Servicios Taxonómicos del Laboratorio de Entomología Sistemática USDA-ARS, con atención a Dr. Ronald Ochoa, Estados Unidos, quien identificó las siguientes especies: *Brevipalpus californicus* Banks, *Brevipalpus yothersi* Baker, *Propreseiopsis* spp, *Suidasia nesbitti* Hughes.

Para el análisis de los datos se utilizó la correlación de Pearson, relacionando los factores ambientales (humedad relativa, temperatura, precipitación) tomados de la estación meteorológica más cerca (Estación San Andrés), además; un análisis descriptivo, tablas resumen, análisis de regresión lineal simple. Los resultados fueron

que existe una relación entre la variable temperatura y los promedios de ácaros y promedios de huevos.

Palabras claves: población, ácaros, *Brevipalpus* spp., leprosis de los cítricos, transmisión, dinámica.

ABSTRACT

The determination of the population dynamics of the biological stages of the mite *Brevipalpus* spp. transmitter of citrus leprosis, was carried out through periodic samplings every 15 days, beginning in October 2019 and ending in February 2021. The study area is located in the Municipality of San Juan Opico, Zona de Los Bajíos, Department of La Libertad. The objective was to determine the population dynamics of the biological stages of the *Brevipalpus* spp. in San Juan Opico and the effect of environmental factors (relative humidity, precipitation and temperature) on the duration of the biological cycle of the mite *Brevipalpus* spp. and identify the species of *Brevipalpus* spp. associated with citrus leprosis in the area. The samplings were carried out in sweet orange (*Citrus sinensis*) and mandarin (*Citrus reticulata*) trees, selected completely at random, where the tree canopy was divided into four sections corresponding to the four cardinal points, of which four were collected. leaves per quadrant and fruits. After the collection of samples, these were processed immediately afterwards in the laboratory, using the stereoscope for the collection and counting of mites directly from the sampled leaves and fruits. The variables taken in the field were the temperature, relative humidity and the average precipitation of the place. The number of mites per leaf was determined in the laboratory. In order to mount and preserve the mites, the Hoyer medium was used and for identification it was necessary to send the samples to the Communication and Taxonomic Services Unit of the USDA-ARS Systematic Entomology Laboratory, with attention to Dr. Ronald Ochoa, United States , who identified the following species: *Brevipalpus californicus* Banks, *Brevipalpus yothersi* Baker, *Propreseiopsis* spp, *Suidasia nesbitti* Hughes.

For data analysis, Pearson's correlation was used, relating environmental factors (relative humidity, temperature, precipitation) taken from the closest meteorological

station (San Andrés Station), in addition; a descriptive analysis, summary tables, simple linear regression analysis. The results were that there is a relationship between the temperature variable and the averages of mites and averages of eggs.

Key words: population, mites, *Brevipalpus* spp., Citrus leprosis, transmission, dynamics.

AGRADECIMIENTOS.

A DIOS por darme las fuerzas y la sabiduría para continuar mi carrera Universitaria, superando todas las adversidades que a lo largo de mi vida se me han presentado.

A MIS PADRES José Pablo Serpas y María Ana Ortiz Núñez por sus consejos y amor propio que me ha brindado, que me vieron partir a un camino de superación, que me ha acompañado como nadie en este mundo. A ellos por apoyarme siempre y ayudarme a continuar mis estudios Universitarios, y ser los pilares en mi vida.

MI HERMANAS Maricela Lissette Serpas Ortiz y Yosselyn Noemí Ortiz Núñez, por apoyarme en toda sus capacidades y voluntad que han tenido, en mi vida personal y durante mis estudios e instarme a siempre continuar.

A LA LICDA. SAIDA STEPHANY MERINO LÓPEZ, por su apoyo incondicional y su amor genuino, estando en los momentos buenos y malos de mi vida, por sus consejos y buenos deseos, por amarme y respetarme siempre.

A MIS ASESORES Ing. Agr. M.Sc Rafael Antonio Menjívar Rosa, Agr. Agr. M.Sc. Andrés Wilfredo Rivas Flores, por su apoyo incondicional, asesorías y paciencia durante mi proyecto de investigación y su amistad.

AL DR. RONALD OCHOA, por su valioso aporte en la identificación taxonómica de las especies de ácaros.

A LA FAMILIA MERINO LÓPEZ por su apoyo y oraciones durante mi tiempo de estudio.

A LA FAMILIA NÚÑEZ HERRERA por brindarme todas las herramientas de apoyo que ayudaron durante el inicio a mis estudios superiores.

A LOS DOCENTES del Departamento de Protección Vegetal, por su apoyo en muchas circunstancias de mi carrera.

A MIS COMPAÑEROS DE ASECAS y FIECA, por su amistad y compañerismo durante mi estancia en la Universidad de El Salvador.

A MIS COMPAÑEROS, Ing. Ever Martínez, Ing. Edgar Reyes, Ing. Geovany Castillo, Ing. Jacob Carpio, por su incondicional apoyo en mis años de estudios en la Universidad de El Salvador.

AL ING. M.SC. JUAN ROSA QUINTANILLA, por su apoyo en muchas circunstancias durante mi estancia en la Universidad.

AL DR FRANCISCO LARA ASCENCIO, por su apoyo durante el inicio y final de mi proyecto de investigación.

AL LICDO. SANTOS WILMAR MORALES AREVALO, por su tiempo y valioso aporte en desarrollo de la metodología estadística de la investigación.

A LOS HERMANOS MIEMBROS, Iglesia Pentecostal Unida “Nuevo Amanecer” por todas sus oraciones.

A ACUDESBAL, por tomarme en cuenta como becario para mis estudios superiores, además por brindar un enorme aporte a la juventud de las comunidades del Bajo Lempa.

A WE EFFECT, por el apoyo en el inicio y final de mi carrera profesional.

AL ING. WILFREDO ENRIQUE HERNANDEZ CHICAS, por su apoyo y consejos como director del grupo de jóvenes becarios en ACUDESBAL.

A MI ALMA MATER, por abrir sus puertas y permitir desarrollarme en el área académica y política, haciendo de mí un profesional de las ciencias agropecuarias con ética y valores.

Y finalmente agradezco a mi compañero de tesis Fredy Arturo Rivera Mejía, con los cual presentamos satisfactoriamente esta investigación.

“Mira que te mando que te esfuerces y seas valiente; no temas ni desmayes, porque Jehová tu Dios estará contigo en dondequiera que vayas”

Josué 1:9

Serpas Ortiz, José Adán.

DEDICATORIA.

A DIOS, por ser el creador y consumidor de todas las cosas.

A MIS PADRES José Pablo Serpas y María Ana Ortiz Núñez por todo lo que me han apoyado y brindado, por ser consejeros y mis instructores en mi vida. Por toda la paciencia que han tenido hoy en día con mi persona.

MIS HERMANAS Maricela Lisette Serpas Ortiz y Yosselin Noemí Ortiz Núñez, por su invaluable ayuda y por confiar en mi capacidad de lucha.

A LA LICDA. SAIDA STEPHANY MERINO LÓPEZ, por toda la compañía hasta hoy en día, por confiar en lograr mis metas y objetivos en esta vida, por acompañarme en el camino y espíritu de perseverancia.

Serpas Ortiz, José Adán.

AGRADECIMIENTOS.

A Dios por la sabiduría que nos brinda día a día,

A mi familia por el apoyo incondicional que me brindó en el transcurso de mi proceso de formación, especialmente a mi madre y hermanos,

A mi pareja, que fue un apoyo incondicional,

A mis profesores y catedráticos que dejaron su grano de arena para contribuir en la formación profesional de mi persona, especialmente a nuestros asesores de Tesis

A mis queridos amigos que son mi segunda familia, los cuales estuvieron para darme ánimos en los momentos adecuados,

A mi gran amigo y compañero de tesis,

Y todas aquellas personas que me brindaron su apoyo y consejo.

Rivera Mejía, Freddy Arturo

DEDICATORIA

A mi abuela Viviana Mejía Hernández que en paz descanse,

A mi familia, mi madre y hermanos,

A todos por su apoyo.

Rivera Mejía, Freddy Arturo

INDICE GENERAL

CONTENIDO	PAG
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
AGRADECIMIENTOS.....	vii
DEDICATORIA.....	ix
AGRADECIMIENTOS.....	x
DEDICATORIA.....	xi
INTRODUCCION	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	2
2.1 Origen de los cítricos y su distribución geográfica	2
2.2 Generalidades de los cítricos.....	2
2.2.1 Aspectos botánicos del cultivo	3
2.2.2 Fenología de los cítricos.....	3
2.2.3 Manejo agronómico del cultivo	6
2.2.4 Usos de los cítricos	8
2.3 principales plagas y enfermedades de los cítricos.	8
2.4 Virus de la leprosis de los cítricos a nivel mundial	8
2.4.1 Transmisión del virus	9
2.4.2 Daños y síntomas.....	11
2.4.3 Síntomas foliares.....	12
2.4.4 Síntomas en frutos	12
2.4.5 Taxonomía de <i>Brevipalpus phoenicis</i>	13
2.5 Factores que intervienen el desarrollo del acaro <i>Brevipalpus phoenicis</i>	13
2.5.1 Temperatura.....	13
2.5.2 Humedad.....	14
2.5.3 Precipitaciones	14
2.5.4 Ciclo biológico de <i>Brevipalpus phoenicis</i>	15
2.5.5 Aspectos biológicos de <i>Brevipalpus phoenicis</i>	16
2.5.6 Dinámica poblacional del acaro <i>Brevipalpus phoenicis</i>	17
2.5.7 Método de control del Género <i>Brevipalpus</i>	18
2.6 Control del vector	20
2.6.1 Control cultural	20
2.6.2 Control químico	20

2.6.3 Control biológico.....	21
2.6.4 Medidas complementarias de control.	21
2.6.5 Identificación taxonómica de los ácaros encontrados.	22
2.6.6 Familia: Acaridae.....	23
2.6.7 Generalidades de los ácaros de la familia Acaridae	23
2.6.8 Ciclo biológico de los ácaros del genero Suidasia spp.	24
2.6.9 Familia Phytoseiidae	24
2.6.10 Generalidades de los ácaros de la familia Phytoseiidae.....	25
2.6.11 Ciclo biológico de los ácaros de la de la familia Phytoseiidae.	26
3. MATERIALES Y METODOS.	28
3.1 Descripción del estudio.	28
3.2 Metodología de campo.....	28
3.2.1 Delimitación del estudio.....	28
3.2.2 Muestreos.	28
3.2.3 Técnica de recolección.....	30
3.2.4 Parámetros de temperatura y humedad relativa.....	30
3.3 Metodología de laboratorio.	31
3.3.1 Montaje de las muestras.	32
3.3.2 Identificación taxonómica de las muestras de ácaros.....	33
3.4 Metodología estadística.	34
4. RESULTADOS Y DISCUSION.....	35
4.1 Resultados de densidad poblacional de ácaros y condiciones climáticas registradas en San Juan Opico, Departamento de La Libertad, El Salvador.....	35
4.1.1 Densidad poblacional de ácaros y sus condiciones climáticas registradas en la zona de los Bajíos.	35
4.1.2 Resultados de factores fenológicos de los árboles y abióticos para la zona de Los Bajíos.	38
4.1.3 Análisis para las variables promedio de ácaros y promedios de huevos.....	39
4.1.4 Análisis para las variables promedio de ácaros y promedios de temperaturas.	41
4.1.5 Análisis para las variables promedio de huevos y promedios de temperaturas.	42
5. CONCLUSIONES.....	44
6. RECOMENDACIONES.....	46
7. BIBLIOGRAFÍA.....	47
8. ANEXOS.....	57

INDICE DE CUADROS EN TEXTO

Cuadro 1. Susceptibilidad de diferentes variedades de cítricos al virus de la leprosis.	10
Cuadro 2. Distribución geográfica del virus de la leprosis de los cítricos (CiLV-C).....	11
Cuadro 3. Identificación taxonómica de los ácaros.....	22
Cuadro 4. Densidad poblacional de ácaros en la zona de los Bajíos, municipio de San Juan Opico, La Libertad.	35
Cuadro 5. Factores biológicos y físicos para la zona de Los Bajíos, municipio de San Juan Opico, La Libertad.....	38
Cuadro 6. Análisis de correlación de Pearson.....	40

INDICE DE FIGURAS EN TEXTO

Figura 1. Fenología de los cítricos.....	6
Figura 2. Síntomas de leprosis (CiLV-C) en hojas, ramas y frutos de naranja dulce (C. sinensis).	12
Figura 4. Ciclo biológico de Brevipalpus sp. B. phoenicis 29 días, B. obovatus 28 días, B. californicus 26 días.	16
Figura 5. Delimitación y selección del área de estudio.	28
Figura 6. Parcela delimitada.	29
Figura 7. Árbol dividido en cuadrantes (a) y zona de corte de hojas jóvenes (b).	29
Figura 8. Procedimiento para recolección de muestras de cítricos.....	30
Figura 9. Medición de temperatura y humedad relativa.....	31
Figura 10. Proceso de extracción de ácaros a viales con alcohol al 70%.	32
Figura 11. Proceso de montaje de láminas con ácaros.	33
Figura 12. Población promedio de ácaros y condiciones climáticas registradas en la Finca Los Bajíos, con un muestreo “Al azar”. De octubre 2019 – Febrero 2020.....	36
Figura 13. Población promedio de huevos y ácaros durante los meses de octubre a noviembre.	37

INDICE DE FIGURAS EN ANEXOS

Figura A- 1. Zonas Aptas para la producción de cítricos en El Salvador.....	57
Figura A- 2. Distribución de la enfermedad en El Salvador.....	57
Figura A- 3. Ácaros identificados en San Juan Opico, La Libertad, El Salvador.	58
Figura A- 4. Brevipalpus phoenicis s.s. hembra.	59
Figura A- 5. Certificado fitosanitario.	60
Figura A- 6. Solicitud de Identificación de muestras de ácaros.	61
Figura A- 7. Identificación de ácaros encontrados durante la investigación.....	62
Figura A- 8. Identificación de ácaros encontrados durante la investigación.....	63
Figura A- 9. Informe de resultados de muestra de acaro.....	64

INDICE DE CUADROS EN ANEXOS

Cuadro A- 1. Principales carencias que pueden presentarse en ecocitricultura, y forma de contrarrestarla (los porcentaje entre paréntesis indica la riqueza en el elemento aportado; S.C= Síntomas de carencia).	65
Cuadro A- 2. Estadística descriptiva: medidas de tendencia central.	66
Cuadro A- 3. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra.	67
Cuadro A- 4. Análisis de Varianza	67
Cuadro A- 5. Resumen del modelo.	68
Cuadro A- 6. Estimación de parámetros o coeficientes de regresión	68
Cuadro A- 7. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra.	69
Cuadro A- 8. Análisis de Varianza	69
Cuadro A- 9. Resumen del modelo.....	70
Cuadro A- 10. Estimación de parámetros o coeficientes de regresión.....	70
Cuadro A- 11. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra.....	71
Cuadro A- 12. Análisis de Varianza.....	71
Cuadro A- 13- Resumen del modelo.	72
Cuadro A- 14. Estimación de parámetros o coeficientes de regresión-	72

APENDICE

Apéndice A. Resultados de análisis de Estadística descriptiva: medidas de tendencia central.....	73
--	----

INTRODUCCIÓN

Los cítricos pertenecen a la familia de las Rutáceas, en el género *Citrus* se encuentran especies de importancia como el limón *Citrus limón*, naranjo dulce *C sinensis*, naranjo agrio *C aurantium*, lima agria *C aurantifolia*. El área de origen es el sureste de Asia, sur y centro de China, Filipinas y el Archipiélago Indomalayo hasta nueva Guinea. Actualmente, los cítricos se cultivan en la mayor parte de las regiones tropicales y subtropicales del planeta, comprendidos entre los paralelos 44 ° Norte 41° Sur demostrando la alta capacidad de adaptación a una amplia condición climática (Tullo y Gonzales 2019).

Dentro de las enfermedades más importantes de los cítricos tenemos la leprosis de los cítricos, que es una enfermedad producida por un virus tipo baciliforme que afecta principalmente naranjos y mandarinos. En Colombia el virus comenzó a detectarse en los años 2004 y 2005. La leprosis ha incrementado su importancia económica en América puesto que se ha comprobado su dispersión por varios países de Centro y Suramérica, especialmente durante los últimos 15 años. En Rio de Janeiro, Brasil, ha causado pérdidas económicas estimadas de 40 a 50 millones de reales (aproximadamente de 200 a 250 millones de pesos) por año (León *et. al.* 2006).

En esta investigación se determinó en que época se tiene mayor incidencia del ácaro transmisor de la leprosis, relacionando las variables climáticas: humedad relativa, temperatura, precipitación promedio, y en base a esta información poder realizar un control más eficiente, ya sea, utilizando un control químico o propiciando condiciones ambientales favorables para la multiplicación natural de los enemigos naturales, especialmente ácaros depredadores de la familia Phytoseiidae.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Origen de los cítricos y su distribución geográfica

En el género *Citrus* se encuentran especies de importancia como el limón *Citrus limón*, naranjo dulce *C sinensis*, naranjo agrio *C aurantium*, lima agria *C aurantifolia*. El área de origen es el sureste de Asia, sur y centro de China, Filipinas y el Archipiélago Indomalayo hasta nueva Guinea. La diseminación de la naranja agria y el limón se les atribuye a los árabes, los registros del cultivo de los cítricos en América datan a principios del siglo XIX (León 1987). Actualmente los cítricos se cultivan en la mayor parte de las regiones tropicales y subtropicales del planeta comprendido entre los paralelos 44 ° Norte 41° Sur demostrando la alta capacidad de adaptación a una amplia condición climática (Tullo y Gonzales 2019). En El Salvador las zonas aptas para la producción de cítricos (Figura A-1) están registradas actualmente las condiciones de mayor producción y comercialización (IICA 2002).

2.2 Generalidades de los cítricos

Los cítricos constituyen actualmente uno de los frutales de mayor demanda para plantarse en las obras de conservación de suelos de laderas; las variedades de naranja y limón son las más cultivadas en las fincas, entre las cuales podemos encontrar naranja Valencia, Naranja piña, Naranja Victoria, toronja Marsh Seeds, limón indio y limón persa (Rodríguez 1980). Los cítricos pertenecen a la familia Rutaceae y se encuentran agrupados en la subfamilia Aurantioideae. Los géneros más importantes son: *Citrus*, *Poncirus* y *Fortunela*. Los cítricos se desarrollan en un clima entre los 23,5° y 40 ° grados de latitud norte y sur, puede desarrollarse entre las alturas de 0 a 2000 msnm, la temperatura adecuada para la producción de cítricos es de 18 y 30°C. Los cítricos se desarrollan mejor en los suelos de textura limo-arenosa. La fertilización debe realizarse según los análisis de suelos (Cuadro A-1), con la única condición en evitar la sobre el exceso de fertilización porque las plantas son susceptibles a presentar fitotoxicidad. Los cítricos son exigentes en el manejo ya que necesitan de dos podas para controlar algunos factores como promover el equilibrio fisiológico en la planta, por lo que se le realiza una poda de formación y una poda

fitosanitaria. Para realizar las podas todas las herramientas deben estar desinfectadas y las heridas deben ser cubiertas por cubre cortes a base de cobre y/o caldo bordelés, se cubren todas las ramas y los troncos cortados (Universidad Lasallista 2012).

2.2.1 Aspectos botánicos del cultivo

Naranja Dulce (*Citrus sinensis*), pequeño árbol o incluso arbusto perennifolio de hasta 6-10 m de altura, de copa redondeada o irregular, sobre un tronco relativamente corto. Ramas generalmente ascendentes. Hojas elípticas-lanceoladas, estrechadas a ambos extremos, y con los peciolo estrechamente alados, de color verde brillante por el haz, delgadas pero fuertes y coriáceas. Flores solitarias o en grupos pocos numerosos y laxos por regla general con 5 sépalos verdosos, y 5 pétalos blancos, muy perfumados y generalmente con numerosos estambres. Frutos bastante grandes, de corteza casi pulida (Bruno 2005). Naranja Agria, *Citrus aurantium*, es un árbol mediano, de hasta 10 metros de alto, que se distingue fácilmente del naranja dulce por las características siguientes: los peciolo de las hojas tienen alas muchos mayores y más largos, las hojas son más estrechas, el fruto es algo aplastado y el eje central del fruto es hueco. Mandarina *Citrus reticulata* son árboles bajos de copa muy ramificada, ramas delgadas y espinosas; los frutos de forma variable, se diferencian por la cascara suelta, que se separa fácilmente de la pulpa. Limón agrio *Citrus aurantifolia*, es un arbusto o árbol pequeño rara veces sobrepasa 4 metros de alto. Las ramas delgadas tienen espina cortas, las hojas son pequeñas (5-7.5 cm) redondeadas en la base. Las flores son pequeñas y blancas, en racimos hasta de 7. El fruto es pequeño, redondo en forma de huevo (Geilfus 1994).

2.2.2 Fenología de los cítricos.

La escala extendida BBCH, es un sistema para una codificación uniforme de identificación fenológica de estadios de crecimiento para todas las especies de plantas mono y dicotiledóneas (Agustí 2003).

Existe una codificación BBCH para los estadios fenológicos (Figura 1) de desarrollo de los agrios (*Citrus sp*) según Agustí (2003):

Estadio principal del desarrollo 0: desarrollo de las yemas.

00 Reposo: yemas vegetativas y de inflorescencias indiferenciadas, cerradas y cubiertas de escamas

01 Comienzan a hincharse las yemas

03 Finaliza el hinchamiento de las yemas: las escamas verdes están ligeramente separadas

07 Empieza la apertura de las yemas

09 Los primordios foliares son visibles

Estadio principal del desarrollo 1: desarrollo de las hojas.

10 Las primeras hojas empiezan a separarse: las escamas verdes están ligeramente abiertas y las hojas emergiendo

11 Las primeras hojas son visibles

15 Se hacen visibles más hojas, pero sin alcanzar su tamaño final

19 Las hojas alcanzan su tamaño final

Estadio principal del desarrollo 3: desarrollo de los brotes.

31 Empieza a crecer el brote: se hace visible su tallo

32 Los brotes alcanzan alrededor del 20% de su tamaño final

39 Los brotes alcanzan alrededor del 90% de su tamaño final

Estadio principal del desarrollo 5: desarrollo de las flores.

51 Las yemas se hinchan: están cerradas y se hacen visibles las escamas, ligeramente verdes

53 Las yemas se abren: las escamas se separan y se hacen visibles los primordios florales.

55 Las flores se hacen visibles: están todavía cerradas (botón verde) y se distribuyen aisladas o en racimos en inflorescencias con o sin hojas

56 Los pétalos crecen; los sépalos envuelven la mitad de la corola (botón blanco)

57 Los sépalos se abren: se hacen visibles los extremos de los pétalos, todavía cerrados, de color blanco o amarotado

59 La mayoría de las flores, con los pétalos cerrados, forman una bola hueca y alargada

Estadio principal del desarrollo 6: desarrollo de las flores.

60 Se abren las primeras flores

61 Comienza la floración: alrededor del 10 % de las flores están abiertas

65 Plena floración: alrededor del 50 % de las flores están abiertas empiezan a caer los primeros pétalos.

67 Las flores se marchitan: la mayoría de los pétalos están cayendo

69 Fin de la floración: han caído todos los pétalos.

Estadio principal del desarrollo 7: desarrollo del fruto.

71 Cuajado: el ovario empieza a crecer; se inicia la caída de frutos jóvenes.

72 El fruto, verde, está rodeado por los sépalos a modo de una corona

73 Algunos frutos amarillean: se inicia la caída fisiológica de frutos.

74 El fruto alcanza alrededor del 40% del tamaño final. Adquieren un color verde oscuro. Finaliza la caída fisiológica de frutos.

79 El fruto alcanza alrededor del 90 % de su tamaño final.

Estadio principal del desarrollo 8: maduración del fruto.

81 El fruto empieza a colorear (cambio de color)

83 El fruto está maduro para ser recolectado, aunque no ha adquirido todavía su color característico.

85 Maduración avanzada: se va incrementando el color característico de cada cultivar.

89 Fruto maduro y apto para el consumo: tiene su sabor y firmeza naturales; comienza la senescencia y la abscisión

Estadio principal del desarrollo 9: senescencia y comienzo del reposo.

91 Las brotaciones han completado su desarrollo; hojas con su plena coloración verde

95 Las hojas verdes comienzan a caer

97 Reposo vegetativo

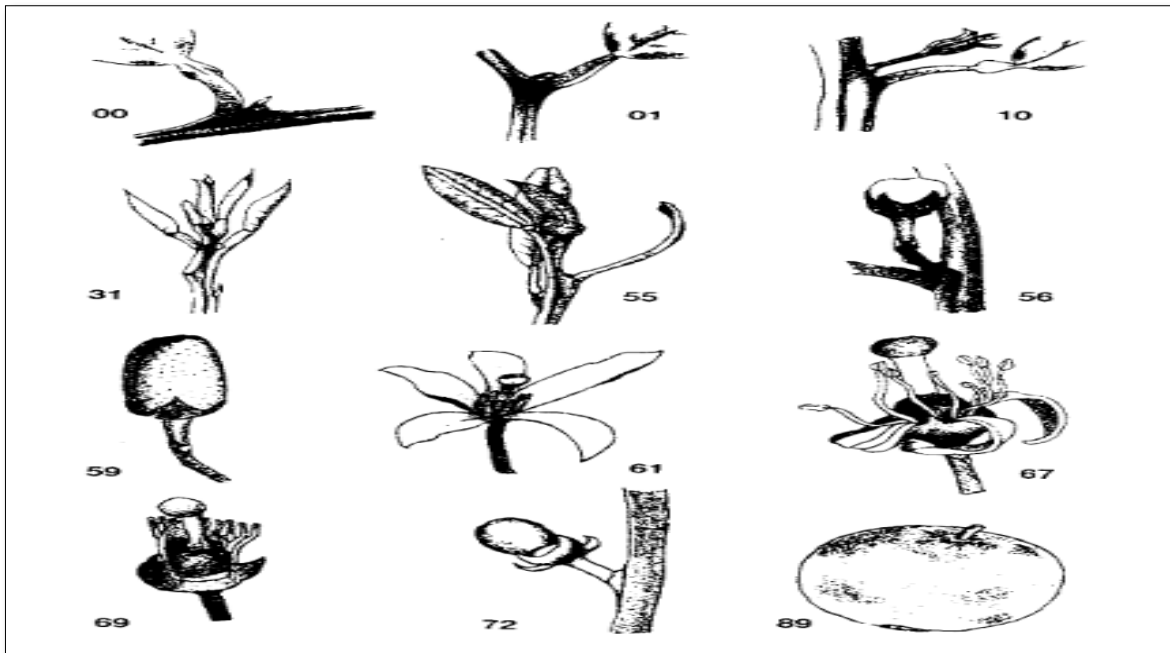


Figura 1. Fenología de los cítricos

Fuente: (Agustí 2003).

2.2.3 Manejo agronómico del cultivo

La mayoría de cítricos se adapta a regiones subtropicales y tropicales, con un ciclo de madurez: perenne y un tipo fotosintético, C3. En cuanto la radiación o luz prefiere una insolación moderada y prospera en zonas, el sombreado reduce el contenido de ácido ascórbico de los frutos, siendo la intensidad de luz óptima 32.3-86.1 klux. En cuanto la Precipitación o agua necesita 1100-2000 mm anuales; no tolera sequía, no resiste periodos secos de más de tres meses. La precipitación por mes no debería ser inferior a 120-140 días. Cortos periodos de sequía favorecen la inducción floral, por lo que esta especie puede someterse a sistemas de producción forzada mediante la regulación del agua suministrada. En zonas tropicales, el periodo de reposo que se requiere para inducir la floración, puede ser provocado por condiciones de precipitación o riego de menos de 50-60 mm por un mes, durante dos meses o más. Las naranjas se cultivan frecuentemente en zonas con lluvia de 1000 a 1500 mm. La Humedad relativa: Atmósferas secas acompañadas de altas temperaturas son muy dañinas, sobre todo para frutos jóvenes y hojas. La Humedad atmosférica relativamente alta es favorable para buenos rendimientos (Ruiz *et al.* 2013).

Los cítricos vegetan mejor en terrenos profundos, para un buen desarrollo vegetativo son preferibles suelos francos, ni ligero ni pesados, tienen que tener el 2 al 3% de materia orgánica, se pueden fertilizar con fertilizantes químicos pero la mejor opción es agregar complementos naturales como el estiércol. Las micorrizas pueden usarse para mejorar la fertilización del suelo, para fertilizar una hectárea con estiércol se recomienda aplicar entre 15 a 20 toneladas de estiércol, también se puede fertilizar con los residuos de las podas de los árboles de la finca, si hay demasiada carencia se recomienda usar un fertilizante químico para suplir las necesidades de los cítricos. El control de los insectos es un tema muy complicado para los productores, el cultivo de cítricos enfrenta plagas como las cochinillas, también los piojos rojos y gris dañan las plantaciones de cítricos, el control químico no es muy recomendado porque daña la flora y la fauna, los insectos citados anteriormente se pueden controlar fácilmente con crear nichos adecuados para depredadores y parásitos, en el caso de la mosca de la fruta puede ser controlada con capturas masivas en trampas alimenticias, los compuestos a base de fosfato férrico controlan perfectamente las babosa y caracoles (Domínguez 2011).

La práctica de cosecha y transporte de los cítricos exigen atención para evitar daños, que puedan maltratar los frutos, causar ruptura de células y pudrición del fruto. Los cítricos para exportación deben ser cosechados, siguiendo algunos indicadores, tales como: El fruto debe ser de tamaño requerido. La cáscara del fruto debe estar con aspecto ligeramente rugoso. El color debe tener un color que llame la atención y no debe presentar daños por enfermedades y plagas, Los frutos cosechados no deben estar expuestos por mucho tiempo al sol, para evitar requemos y alteración en el sabor. El manejo pos cosecha de los cítricos influye mucho en la aceptación que tendrá en el mercado, por lo que deber ser el fruto debe ser lavado, secado y clasificado, para luego ser empaquetado en cajas y luego ser trasladado al mercado para la venta (Rodríguez 2002).

2.2.4 Usos de los cítricos

Los cítricos son comercializados en los mercados locales, e internacionales, pues juegan un papel muy importante en la alimentación de las personas. Hay bastantes empresas dedicadas a la distribución de los cítricos, la extracción de jugo de naranja, etc. De los cítricos se pueden extraer la pulpa, el concentrado de frutas, el jarabe de frutas y el néctar fresco, se usa en preparación de mermeladas y jaleas, preparación encurtidos y salsa, panadería, pastelerías y bizcochería, fabricación de confites blandos bocadillos y similares, preparación de frutas rellenas, producción de extractos y jarabes, fabricación de levaduras y polvos para hornear (Corporación Colombia Internacional 2000).

2.3 principales plagas y enfermedades de los cítricos.

Las principales plagas cítricas en El Salvador son las siguientes según Instituto Colombiano Agropecuario (1998):

Picudo de los cítricos (*Compsus sp.*), Minador (*Phyllocnistis citrella*), Psílido de los cítricos (*Diaphorina citri*).

Según USDA (2020), las 6 principales enfermedades son: Huanglongbing (HLB) o enfermedad del dragón amarillo (*Candidatus Liberibacter*), La cancrrosis o cancro de los cítricos (*Xanthomonas citri*), La mancha negra de los cítricos (*Guignardia citricarpa*), La sarna de la naranja dulce (*Sphaceloma australis*), Gomosis de los cítricos, (*Phytophthora spp.*), Antracnosis de los cítricos (*Colletotrichum spp.*). También existen ácaros que se alimentan de los cítricos y que son potenciales transmisores de enfermedades.

2.4 Virus de la leprosis de los cítricos a nivel mundial

La leprosis de los cítricos es una enfermedad producida por un virus tipo baciliforme que afecta principalmente naranjos y mandarinos, en Colombia el virus comenzó a detectarse en los años 2004 y 2005. La leprosis ha incrementado su importancia económica en América puesto que se ha comprobado su dispersión por varios países de Centro y Suramérica, especialmente durante los últimos 15 años (León *et al.* 2006). La Leprosis de los cítricos (CiLV) es una de las principales enfermedades virales que afectan a los cultivos citrícolas en el estado de Rio de Janeiro, Brasil, donde ha causado pérdidas económicas estimadas de 40 a 50 millones de reales

(aproximadamente de 200 a 250 millones de pesos) por año. La importancia de esta enfermedad ha venido creciendo en los últimos años debido a la dispersión del virus a otros países de centro y Sudamérica, además de que está sujeta a medidas cuarentenarias que imposibilitan el comercio internacional (SADER 2019). Pero la mayoría de virus no tiene movilidad por si propia, el virus leprosis de los cítricos se transmite a través de un acaro. Los ácaros de la familia Tenuipalpidae se encuentran principalmente en climas tropicales y subtropicales. Ellos son conocidos como falsa arañita o ácaros planos y varias especies son de importancia económica en cultivos, como cítricos, El género *Brevipalpus* es reconocido como el grupo más importante dentro de esta familia (Childers *et al.* 2001).

La leprosis fue detectada en 2003 en base a una consultoría de OIRSA, desde entonces, la Región ha realizado medidas fitosanitarias para su control y/o confinarla a los lugares donde fue detectada originalmente: situaciones logradas en varios países. La enfermedad se encuentra presente en la Zona de San Juan Opico, en el Departamento de La Libertad y Cuscatlán (Figura A-2), para lo cual ya se han tomado todas las medidas Fitosanitaria para su control (OIRSA 2015).

Durante la realización de la fase de campo, en la parcela seleccionada, no se observó medidas de control preventivo o correctivo enfocadas al vector.

2.4.1 Transmisión del virus

Interacción patógeno-vector, la influencia del *Citrus leprosis virus* variante citoplasmática en la capacidad reproductiva y longevidad de *B. phoenicis*, no se ha determinado con exactitud el efecto del virus sobre el acaro. Ya que aparentemente no existe diferencia significativa entre el número de huevos y la longevidad media de hembras virulíferas, sugiriendo así que el *Citrus leprosis virus* variante citoplasmática no interfiere en la biología del ácaro. Para el caso del *Citrus leprosis virus* variante nuclear, no se conoce mucho, pero se tiene la hipótesis de que la transmisión es de tipo persistente y propagativa como sucede con los Rhabdovirus. En un estudio se encontraron dos viroplasmata de *Citrus leprosis virus* variante nuclear tanto en el núcleo como en el citoplasma de las glándulas del prosoma de ácaros, lo que indica que se replicaron en los tejidos de estos vectores. Estudios de microscopía electrónica indican que el *Citrus leprosis virus* no se replica en el ácaro, sólo circula en el interior del mismo

(SENASICA 2019). Los naranjos dulces *Citrus x sinensis* (L.) Osbeck y los mandarinos *Citrus reticulata* Blanco son afectados frecuentemente por la leprosis de los cítricos (CiLV). Las limas *Citrus x latifolia* Tanaka ex Q y los limones *Citrus limon* (L.) Osbeck son considerados inmunes a la leprosis (Cuadro 1), mientras que el *tangor Murcott*, un híbrido entre naranjo dulce y mandarino, muy utilizado en Brasil, puede hospedar el virus de la leprosis de los cítricos y ser asintomático. Al estudiar la transmisión de CiLV en hospederos diferentes a cítricos, encontraron que cuando un ácaro infectado se hospeda hasta seis días sobre hojas de cítricos o de café sanas, no pierde la capacidad de transmitir el virus CiLV-C a nuevas plantas de cítricos. No existe transmisión transovarial del virus desde una hembra adulta infectada hacia sus descendientes (León *et. al* 2017)

Cuadro 1. Susceptibilidad de diferentes variedades de cítricos al virus de la leprosis.

Condición	Variedades de cítrico
Susceptible a la enfermedad	Naranjas dulces Natal> Pera> Valencia> Hamlin
Medianamente susceptible	Mandarinas Toronjas
Poco susceptible	Naranjas acidas Pomelos Limas acidas y limones Tangelos

Fuente: (Childers *et al.* 2003)

El complejo de leprosis citrica es una enfermedad emergente en las Americas, asociadas con dos taxones de virus no relacionados distribuidos en America del Sur, Central y del Norte. Los virus citoplasmáticos son el virus de la leprosis de los cítricos C (CiLV-C). El virus de la leprosis C2 (CiLV-C2) y el virus de la mancha verde del hibisco 2, y los virus nucleares son el virus de la leprosis de los cítricos N (Cilv-N) y el virus de la mancha necrótica de los cítricos. Estos virus causan infecciones de lesiones locales en todos los hospederos conocidos, y hasta la fecha no se ha identificado ningún hospedador sistémico natural. Se creía que todos los virus de la leprosis eran transmitidos por una especie de acaro, *Brevipalpus phoenicis*. Sin embargo, los ácaros recolectados de los cultivos de cítricos infectados con CiLV-C2 y CiLV-N en Mexico se

identificaron como *Brevipalpus yothersi* y *Brevipalpus californicus* sensu lato, respectivamente, y solo se detectó *Brevipalpus yothersi* de las infecciones mixtas CiLV-C2 y CiLV-N en las regiones Orinoco de Colombia (Roy *et al.* 2015).

Cuadro 2. Distribución geográfica del virus de la leprosis de los cítricos (CiLV-C).

País	Año de detección	Cita
China (Sur), India (Norte), Ceylán(actualmente Sri Lanka), Japon, Filipinas, Indonesia (Java), Egipto, Sudafrica y EE.UU. (Florida)	Principios del siglo XX	Bastaniel et al., 2010
Brasil	1930	Bastaniel et al., 2010
Paraguay	1930	Bastaniel et al., 2010
Argentina	1930	Bastaniel et al., 2010
Uruguay	1940	Bitancourt, 1940
Bolivia	1955	Bitancourt, 1955
Venezuela	1955	Bitancourt, 1955
Colombia	2009	EPPO, 2009
Panamá	2000	Dominguez et al., 2001
Honduras	2003	OIRSA, 2003
Nicaragua	2003	OIRSA, 2003
Guatemala	2003	OIRSA, 2003
México	2004	SENASICA, 2010
Belice	2012	EPPO, 2009
El Salvador	2003	OIRSA, 2010

Fuente:(SENASICA 2013)

2.4.2 Daños y síntomas

La enfermedad se caracteriza por ocasionar unas lesiones concéntricas de diferentes tamaños en frutos, hojas y ramas, lo que ocasiona diferentes grados de deterioro en la vigorosidad de los árboles, con la consiguiente reducción en el valor comercial de la fruta (INIFAP 2009).

En frutos verdes, las lesiones son inicialmente pequeñas circulares y cloróticas (Figura 2D). Las manchas de mayor tamaño pueden exhibir el centro café claro a necrótico (Figuras 2E, 2B). En frutos con mayor madurez son evidentes las manchas con centro necrótico y ligeramente deprimidas (Figura 2F). Las manchas pueden coalescer y mostrar un anillado característico. Eventualmente la mancha se torna café oscuro y con una depresión. (SENASICA 2013).

2.4.3 Síntomas foliares

La leprosis de los cítricos ataca a todos cultivares de cítricos, les provoca lesiones, pero estas son raras y mucho menos pronunciadas, a comparación de los daños que provoca en la naranja dulce. En las hojas, el virus induce manchas ligeramente protuberantes en la parte inferior y lisas en la superior, de color verde pálido en el centro y amarillo en la periferia (figura 2A). Las lesiones de la corteza pueden fusionarse en ramas más gruesas (figura 2C) (Universidad de Sao Paulo 1997).

2.4.4 Síntomas en frutos

En el fruto completamente maduro, la mancha aparece como una depresión de la piel de color marrón oscuro uniforme o negro cuando causa la muerte puntual (figura 2F). (USP 1997), En General, los virus causan cambios de color, forma y tamaño de las plantas. La gran mayoría provoca debilitamiento general y reducción de la capacidad productiva, la disminución de la cosecha se hace notable en la economía de la finca (Gonzales 1976).



Figura 2. Síntomas de leprosis (CiLV-C) en hojas, ramas y frutos de naranja dulce (*C. sinensis*).

(A) Moteado; (B) Manchas cloróticas; (C) lesiones corchosas café oscuras; (D) pequeñas manchas circulares y cloróticas; (E) Amarillamiento generalizado del fruto; (F) Las manchas pueden coalescer y mostrar un anillado característico.

Fuente: (SENASICA 2013)

2.4.5 Taxonomía de *Brevipalpus phoenicis*

Los ácaros *Brevipalpus* pertenecen:

Familia: Tenuipalpidae.

Superfamilia: Tetranychoidae.

Orden: Prostigmata.

Subclase: Acari.

Clase: Arachnida.

Género: *Brevipalpus*.

Especie: *phoenicis*, *californicus*, *obovatus*.

Fuente: Oomen 1982.

2.5 Factores que intervienen el desarrollo del acaro *Brevipalpus phoenicis*

El acaro se ha vuelto en una amenaza para los cultivos de cítricos en El Salvador, es de importancia conocer los factores que inciden en el desarrollo del acaro, y que puedan servir para tener un buen control. El grupo *phoenicis* fue revisado recientemente; se determinó que está compuesto por más de ocho especies, siendo la especie menos común en cítricos *B. phoenicis* s.s...Por otro lado, en el grupo *obovatus* se conocen la siguiente especie *B. chilensis*. La cual ha sido colectada e interceptada en algunas ocasiones sobre cítricos procedentes de Chile, incrementando la complejidad de las identificaciones. Estudios recientes llevados a cabo en México mostraron que las especies predominantes en cítricos son *B. yothersi* y *B. californicus* s.l., la primera prevalente en sitios cálidos y de baja altitud sobre el nivel del mar, mientras que la segunda se distribuye en sitios altos, de más de 800 metros sobre el nivel del mar (Ochoa *et al.* 2016).

2.5.1 Temperatura

En un estudio realizado en México, exactamente en Tamaulipas, se registró la presencia del acaro *Brevipalpus californicus* (Banks) (Ruíz *et al.* 2006), el clima en que los ácaros se desarrollaron es un clima cálido, pero en este estudio se presentaron con las siguientes condiciones climáticas: un clima templado y seco, con una precipitación anual de 780 mm, con una temperatura máxima de 22° C y una temperatura mínima de 10°C (Vargas *et al.* 2007).

2.5.2 Humedad

En un estudio realizado en Nayarit México, se evaluó el efecto que tiene la humedad relativa en el crecimiento de los ácaros que son plagas para el cultivo de limón, el objetivo principal fue conocer la fluctuación poblacional, del acaro. La fluctuación poblacional presentó una correlación positiva con temperatura y correlación negativa con humedad relativa. En el caso de la temperatura las dos variables se correlacionan en sentido directo, ya que de las fechas del 13 al 28 de mayo, la población obtuvo un máximo de 40 individuos en el muestreo, con una fluctuación de temperatura desde los 27.3 hasta 34.7 °C. Y en el caso de la humedad presento valores de entre 28 a 70 %, por lo cual las dos variables se correlacionan en sentido inverso. A valores altos de una de ellas le suelen corresponder valor bajos de la otra y viceversa (Hernández *et al.*2015).

2.5.3 Precipitaciones

Dentro del género de *Breviapalpus*, se encuentran poblaciones de *B. yothersi* de importantes regiones cítricas tienen características biológicas diferentes, dadas las diferentes medidas de control para que han sido sometidos. La vida del acaro se ve afectado por ciertos factores. En la investigación realizada en Sao Pablo en Brasil se demostró que la longevidad adulta fue un poco más larga para el noroeste y el más corto para las poblaciones del sur (Amaral *et al.* 2018). Otro país que presenta alta incidencia del acaro es Argentina, este país se caracteriza por presentar los siguientes climas, Clima tipo monzónico del Noroeste Argentino, los anticiclones del Pacífico y del Atlántico son los que más se presentan. Clima tipo mediterráneo de la Patagonia Argentina. El corrimiento invernal de las zonas climáticas determinadas por la circulación general de la atmósfera, permite también un corrimiento hacia el norte de la zona de bajas presiones de latitudes medias. Esta situación favorece los procesos generadores de lluvia durante el invierno. Clima tipo isohigro del Noreste Argentino, La Masa de aire Tropical Marítima, ingresa al continente encontrándose inmediatamente con la cadena costera de Brasil. Los procesos orográficos que se manifiestan resultan en importantes lluvias que se reflejan en la formación vegetal denominada Mata Atlántica con fuertes características selváticas. Al analizar esta

información nos damos cuenta que los ácaros perteneciente a esta especie pueden soportar grande cantidades de lluvia, y climas adversos para sobrevivir (INTA 2012).

2.5.4 Ciclo biológico de *Brevipalpus phoenicis*.

B. Phoenicis posee los siguientes caracteres microscópicos: Color rojo o amarillo rojizo. Idiosoma: aplanado, con el surco seyugal muy marcado con anchura equivalente a 2/3 de longitud. Posee el idiosoma reticulado en su parte dorsal. Las quetas dorsales sirven para clasificar las diferentes especies de *Brevipalpus*. Patas: cortas y rojizas. El adulto macho: tiene color rojo anaranjado. Idiosoma más estrecho en la parte posterior, reticulado dorsalmente. Patas más largas que las hembras. Huevo: rojo, anaranjado o amarillento, ovalado. Larva: rojiza, con tres pares de patas. Ninfas: rojas con cuatro pares de patas más pequeñas que los adultos. De lentos movimientos, viven en el envés de las hojas y en los frutos. Invernan en estado de adulto debajo de la corteza. Tiene pocas generaciones anuales y su ciclo es lento (Figura 4). Sensible a los productos fitosanitario, suelen verse colonias en plantaciones que no reciben tratamientos químicos. Huésped, es una plaga muy polífaga encontrándose sobre numerosas especies y entre ellas, los cítricos. Los daños se producen al inyectar saliva toxica. Sobre limones aparecen ocasionalmente unas zonas suberificadas, plateadas, agrietadas, entre cuyas grietas suele vivir la colonia. En las hojas pueden observarse zonas plateadas u ocasionar necrosis. No es una plaga que requiera de tratamientos químicos específicos (Bayer Crop Science 2008).

Se redescibe *Brevipalpus phoenicis* sensu stricto (Geijskes) y se establece el diagnóstico de la especie. Dos antiguos sinónimos de *B. phoenicis* sensu lato, *B. yothersi* Baker y *B. papayensis* Baker, resucitan y redesciben y se establecen sus diagnósticos de especies. *Brevipalpus hondurani* Evans también se redescibe y diagnostica. Se describen cuatro nuevas especies, previamente identificadas erróneamente como *B. phoenicis* sensu lato o *B. obovatus* Donnadieu: *B. azores* sp. nov., *B. feresi* sp. nov., *B. ferraguti* sp. nov. y *B. tucuman* sp. nov. Cuatro nuevos sinónimos juveniles de *B. yothersi* se enumeran: *Brevipalpus amicus* Chaudhri

y *B. recula* Chaudhri (nuevas sinonimias), y *B. mcbridei* Baker y *B. deleoni* Pritchard y Baker (identificaciones *erróneas*). Se proporciona una clave para separar estas especies. Se presentan y discuten nuevos caracteres morfológicos significativos para la separación de especies (Beard *et al.* 2015).

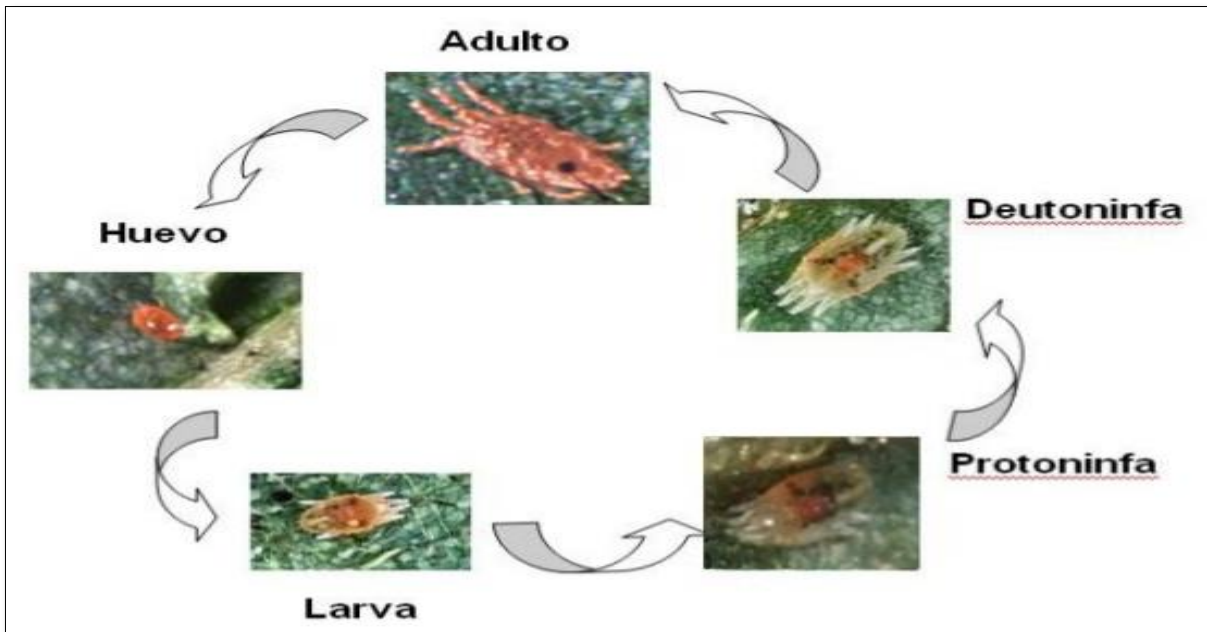


Figura 3. Ciclo biológico de *Brevipalpus* sp. *B. phoenicis* 29 días, *B. obovatus* 28 días, *B. californicus* 26 días.

Fuente: SENASICA 2013.

2.5.5 Aspectos biológicos de *Brevipalpus phoenicis*.

El grupo de especies de *Brevipalpus phoenicis*, poseen las siguientes características: Cutícula central del prodorsum con areolas fuertes y anchas; cutícula sublateral con reticulación formando células anchas redondeadas posteriormente, en su mayoría liso anteriormente. Con grandes células alargadas transversalmente formadas por verrugas fusionadas. Palpo femorogenu con seta dorsal ancha, plana, con púas. Espermateca: un conducto largo, estrecho y contorneado que termina en una pequeña vesícula redondeada, con una corona de proyecciones cortas. Microplacas cuticulares: placas individuales separadas, redondeadas a redondeadas irregularmente, con múltiples crestas irregulares cortas sobre la superficie dorsal; crestas alineadas en direcciones desordenadas, sin crestas paralelas presentes (Beard *et al.* 2015). Se

conocen diez especies de ácaros del género *Brevipalpus* asociadas a plantas de cítricos en el mundo, de las cuales tres, *B. californicus* (Banks), *B. obovatus* *Donnadieu*, *B. phoenicis* (Geijskes) se citan como vectores de la leprosis de los cítricos, pero solamente *B. phoenicis* ha probado ser un vector eficaz (Méndez 2012). Su ciclo biológico es el siguiente, invernan en el árbol (fisuras, axilas o pedúnculos). Al llegar a la primavera comienza la reproducción. Una hembra (Figura A-4) pone de 6 a 10 huevos en grupos aislados indistintamente junto a caparzones de caparretas o sobre frutos. El huevo es de color rojo y mide 0.1 mm. de largo por 0.07 mm de ancho. El ciclo completo de desarrollo dura de 30 a 55 días. Puede observarse con facilidad con ayuda de una lupa con un aumento de 10X. Se instala preferentemente en el envés de las hojas, a lo largo de la nervadura central, y en el fruto. No es fácil exterminar esta plaga, cuya población aumenta en épocas cálidas y húmedas (López 1999).

2.5.6 Dinámica poblacional del acaro *Brevipalpus phoenicis*

La fluctuación poblacional del *B. phoenicis* varia en promedios entre 0,03 y 4,11 ácaros órgano planta. Cuando se presentan picos poblacionales varían de 4 a 8 a lo largo de un año. La fluctuación poblacional de los depredadores varió significativamente según las fechas y las especies. La plaga fluctúa por encima de los depredadores, lo cual es común en frutales, sin embargo los depredadores tienen su época en el año, siendo más abundantes y mejor distribuidos los stigmatidos que los fitoseidos. En ciertas épocas del año se observa muy alta población del ácaro plano y muy baja población de los depredadores. A pesar de las aplicaciones de productos para controlar trips y mosca blanca, los fitoseidos estuvieron presentes durante todo el período. Las fluctuaciones poblacionales de los stigmatidos y fitoseidos variaron significativamente según las fechas, las especies y la interacción entre ellas (Quirós *et al.*2011).

En Guatemala nombran el acaro como Arador, también consideran al acaro como plaga en el país, esa categoría permite considerar que hay bastantes fluctuaciones del acaro en el País (Gonzales 2001). En Honduras se logró determinar que el acaro tiene un ciclo de 30 días a 50 días, también determinaron que el acaro logra concentrarse en grandes poblaciones en los cultivos de cítricos de ese país, con una

distribución cosmopolita, las invasiones son intensas en frutos y hojas (Bustamante M 2001). La mayor parte de las especies que pertenecen a la familia del acaro. Son de color amarillo-verdoso o naranja. La reproducción puede ser asexual en algunas especies de clima caliente, el tiempo de generación es de 9-21 días. Se dispersan principalmente por el viento (Jiménez 2017).

2.5.7 Método de control del Género *Brevipalpus*

En huertos y viñas comerciales, el manejo de ácaros dañinos (arañitas), exige la aplicación de criterios integrales tendientes por ejemplo, a proteger y aprovechar organismos benéficos como la población de ácaros depredadores que integran la familia Phytoseiidae (fitoseidos), generalmente presentes en cultivos permanentes aunque en reducido número, especialmente a fines de la invernada. El uso de pesticidas selectivos, exclusivamente en razón del monitoreo y diagnóstico fitosanitario adecuado; la vigilancia de la condición nutricional y microclimática de las plantaciones, particularmente del factor humedad ambiental, ya que las plantaciones son muy sensibles al déficit hídrico y la acumulación de polvo sobre las hojas, son ejemplos de manejos cuidadosos que permiten minimizar el empleo de acaricidas, con obvios y variados beneficios.

A pesar del esfuerzo sin embargo, la estabilidad del Control Biológico, en la contención de poblaciones de arañitas en umbrales de nula o baja incidencia económica, durante temporadas sucesivas, exige una actitud sistemática y constituye un desafío tecnológico permanente; especialmente cultivos caducifolios muy sensibles al ataque de arañitas.

En predios que son manejados integralmente y cuidadosamente, implica potenciar sistemáticamente el control biológico, pero que a pesar de ello continúan presentando focos de arañitas con bajo nivel de depredadores, es posible inocular (sembrar) fitoseidos, utilizando hojas provenientes de sectores en que son más abundantes; sin embargo, esta faena sólo es practicable en verano, tardíamente como para influir en la bio regulación de la plaga en un plazo breve, anterior a las cosechas y su objetivo simplemente apunta a aumentar la proporción de fitoseidos sobrevivientes en el inicio de la siguiente temporada.

En este contexto, entre 1999 y 2004, se ejecutó la fase experimental de un estudio, patrocinado por el SAG (Servicio Agrícola y Ganadero, de la República de Chile), tendiente a ampliar las opciones de control biológico de ácaros dañinos en inicio de ataque. Desarrollando una técnica de producción masiva de depredadores fitoseidos para uso inoculativo en ensayos de campo. Se desarrolló un método de crianza masiva de *Neoseiulus californicus*. *Neoseiulus californicus*, contribuye funcionalmente al control biológico de la plaga *Brevipalpus sp* (COPEFRUT 2007).

La estrategia de manejo de resistencia de las plagas a los compuestos agroquímicos es fundamental en el manejo del ácaro de la leprosis, puesto que ya existen varios reportes de resistencia hacia acaricidas organoestánicos usados para el control de *B. yothersi* en Brasil, como cihexatina, óxido de fenbutatín y azociclotin; además, estos productos son altamente tóxicos para organismos acuáticos y pueden producir daños reproductivos y malformaciones genéticas en mamíferos.

La resistencia del ácaro también fue detectada y caracterizada para los acaricidas dicofol, hexitiazox y propargite y se comprobó reducción de la susceptibilidad de algunas poblaciones del ácaro de la leprosis a productos piretroides, caldo sulfocálcico, enxofre y a la abamectina. Los aceites agrícolas combinados con pyridaben, óxido de fenbutatín, dicofol o altas dosis de azufre brindan buenos controles hasta por 35 días. Corpoica evaluó 12 acaricidas para determinar su eficacia de control. Los productos utilizados fueron: acrinatrin (Rufast®), tetradifón (Tedión), azufre (Azuco®), propargite (Omite®), clofentezine (Acaristop®), abamectina (Vertimec®), tetradifón y propargite (Vulcano®), milbecmectin (Milbeknock), aceite mineral agrícola (Cosmo-Oil®), fenpyroximate (Kendo®), clorfenapir (Sunfire®) y amitraz (Mitac). Todos los productos ejercieron un control satisfactorio. Siete de los productos mantuvieron un control superior al 80% y solamente cinco (abamectina, amitraz, acrinatrin, azufre y tetradifón) se mantuvieron por debajo del 80% de eficacia después de 15 a 30 días de aplicación. Los productos con mayor control a menor costo fueron clorfenapir y milbecmectin. El estudio concluyó que en Colombia aún no hay desarrollo de resistencia hacia los productos evaluados y existe disponibilidad de

acaricidas específicos con eficacia superior al 80% sobre el ácaro de la leprosis *B. yothersi* las aplicaciones de acaricidas tienen mejor resultado cuando se consigue un tamaño de gota pequeño, con un cubrimiento general del follaje en forma de nebulización hacia el envés de las hojas de los árboles. Este tipo de aplicaciones se puede lograr mediante el uso de bombas a motor estacionarias o de espalda en plantaciones pequeñas a medianas, y con equipos de nebulización portátil en fincas grandes (León y Kondo 2017).

2.6 Control del vector

Para que se desarrolle la leprosis en el cultivo de los cítricos, el acaro vector debe de llegar al árbol de naranja e infectar a la planta, eso se entiende en epidemiología como una relación entre huésped-patógeno y vector, para controlar la enfermedad se debe reducir el número total de vectores, debe de haber una prevención de infección en los vectores, y debe de haber un control de vectores infectados (Pratt 1964).

2.6.1 Control cultural

A través de los años, el hombre ha utilizado diferentes métodos de control para tratar de reducir las poblaciones de ácaros fitófagos. El método más común es el control químico, pero este representa un alto grado de contaminación para el medio ambiente, actualmente se busca cambiar este control con otro como lo es el control biológico. El uso de trampas atrayentes sexuales; la liberación de enemigos naturales de la especie plagas y la confección de bio preparados, representan los métodos de control (Flores *et al.* 2011).

2.6.2 Control químico

Los métodos de control químico consisten en la aplicación de acaricidas, la aplicación se realiza con bombas de aspersión, esta debe realizarse 30 metros a la redonda del sitio de infestación a cítricos, malezas y otros árboles presentes en el área, rotar los acaricidas para evitar resistencia, la frecuencia de las aspersiones debe de realizarse con un intervalo de 5 días y deben hacerse 4 aspersiones (CESAVEQ 2015). El problema del uso de acaricidas es que no se encuentran en cualquier agro servicio, la

mayoría de acaricidas usado para el control de este tipo de enfermedades no se encuentran disponibles, por lo que el productor se ve sujeto a utilizar un solo tipo de acaricida, el acaricida más usado a nivel nacional es el vermitec 1.8 EC (MAG 2014).

2.6.3 Control biológico

Entre los enemigos naturales son importantes los ácaros predadores de la familia Phytoseiidae. En Corrientes las especies frecuentes son: *Amblyseius (Iphiseiodes) quadripilis*, *Euseius concordis*, y *Phytoseiulus macropilis* y *Neoseiulus idaeus*. Entre ellas se observó a *A. (Iphiseiodes) quadripilis* alimentándose de *Brevipalpus*. Otro enemigo es *N. idaeus* como predador de *B. obovatus* aunque sobrevive pero no se reproduce si es su única presa. En Brasil se han estudiado otros fitoseidos como *Euseius citrifolius Denmark & Muma* que prefiere los estados inmaduros de *B. phoenicis* y es afectado negativamente en la predación por las lesiones de sarna (Cáceres y Aguirre 2009).

2.6.4 Medidas complementarias de control.

Recientemente, se demostró que un endosimbionte bacteriano del género *Cardinium* bloquea la producción de androgénicas hormonas en las primeras etapas del desarrollo de los ácaros, resultando en la feminización de los machos haploides, como resultado se obtuvo que menos del 1% de la población fue masculina. También se ha utilizado el cobalto 60 para irradiar la bacteria *Cardinium sp*, la cual afecta el período de oviposición y el número de huevos puestos por hembras.

En Brasil la variedad Tangor Murcot puede albergar el CiLV-C y ser asintomática. La mejora genética muestra que la segregación del fenotipo de la enfermedad en una población obtenida por el cruzamiento de la variedad F1 de naranja dulce x mandarina. La variedad Murcott susceptible y resistente respectivamente, algunos genes están involucrados en la resistencia al virus de la leprosis de los cítricos. Asimismo, los avances logrados con el genoma molecular decodificación del virus CiLV-C puede resultar en la creación de plantas transgénicas con resistencia a virus. Los investigadores creen que el uso de estas plantas transgénicas en un futuro próximo

resultar en la suspensión de aplicaciones de acaricidas para controlar el vector del virus de la leprosis (León 2013).

2.6.5 Identificación taxonómica de los ácaros encontrados.

Se encontraron 4 especies de ácaros (Figura A-3), que incluyen a *Brevipalpus californicus* Banks, *Brevipalpus yothersi* Baker (antes *Brevipalpus phoenicis*) que pueden transmitir la enfermedad de la leprosis de los cítricos. El principal vector es el ácaro *Brevipalpus yothersi* Baker. Por otro lado, se reportan ácaros depredadores (fitoseidos) de la familia Phytoseiidae (*Proprioseiopsis*) y a un acaro miembro de la familia Acaridae (*Suidasia nesbitti* Hughes) (Cuadro 3) ácaros más importantes utilizados en el control biológico de ácaros fitófagos. Además, para fortalecer la investigación se enviaron muestras al Laboratorio de Diagnostico Vegetal del Ministerio de Agricultura y Ganadería donde encontraron la especie de *Brevipalpus sp* (Figura A-9).

Cuadro 3. Identificación taxonómica de los ácaros.

Familia	Género	Especie	Hospedero
Tenuipalpidae	<i>Brevipalpus</i>	californicus Banks	<i>Citrus reticulata</i>
Tenuipalpidae	<i>Brevipalpus</i>	<i>yothersi</i> Baker	<i>Citrus sinensis</i>
Phytoseiidae	<i>Proprioseiopsis</i>	Sp	<i>Citrus sinensis</i>
Acaridae	<i>Suidasia</i>	<i>nesbitti</i> Hughes	<i>Citrus sinensis</i>

Fuente: Elaboración propia.

Las identificaciones han sido proporcionadas por acarólogos de investigación del Laboratorio de Entomología Sistemática, USDA, y representan un informe final sobre las muestras enviadas con su solicitud de 2020-11-16 (figura A-7 y figura A-8). El Dr. Ronald Ochoa estudió e identificó un total de 25 ácaros de las muestras enviadas.

2.6.6 Familia: Acaridae

Los ácaros de la familia Acaridae poseen numerosos representantes; la mayoría son de vida libre y algunos asociados a insectos. Se encuentran en casi todos los hábitats donde existen formas saprófagas, micófagas y fitófagas. Se alimentan de todo tipo de sustancias orgánicas y frecuentemente infestan carnes conservadas, pieles, semillas, granos y productos harinados. Pueden ser hallados también en materia orgánica en descomposición, corteza de árboles y nidos. Causan además daños apreciables en medios de cultivo en laboratorios, colecciones de insectos y son especialmente abundantes en productos almacenados, donde se pueden convertir en plagas importantes, como por ejemplo *Acarus siro* L (Torre 2013).

2.6.7 Generalidades de los ácaros de la familia Acaridae

El género de *Suidasia* sp representa una gran importancia por poseer especies que pueden ser consideradas como dañinas para algunos cultivos e incluso para la salud humana, se reporta la presencia de este género en cultivos como arroz, ajo y cítricos (Santose *et al.* 2005). El cuerpo está nítidamente dividido por el surco sejugal. En la parte anterior del propodosoma pueden tener un escudo dorsal. El tegumento, de color blanquecino, es liso y brillante. Los quelíceros terminan en una quela bien desarrollada. Las aberturas genitales masculina y femenina se localizan entre las coxas III y IV. Con dos pares de discos genitales. Además, el macho presenta un par de ventosas adanales y ventosas en el tarso IV. La deutoninfa hipopus es bastante común y presenta las patas III y IV dirigidas hacia atrás. Estos ácaros suelen ser de vida libre aunque algunas especies están asociadas a los insectos. Se encuentran en casi todos los tipos de hábitats, generalmente en materia orgánica en descomposición, en la corteza de árboles o en nidos. Incluyen formas saprófagas, graminívoras, micófagas y litófagas. Se alimentan de todos los tipos de sustancias orgánicas y frecuentemente infestan carnes conservadas, pieles, semillas, granos y productos harináceos por lo que pueden generar grandes perjuicios económicos. También causan daños apreciables en cultivos de laboratorio y en criaderos de insectos (Moreno 2015). La familia Acaridae está representada por especies saprófagas, micófagas y fitófagas, las cuales se encuentran desde lugares extremadamente

húmedas hasta muy secos. Los géneros comúnmente encontrados en granos y productos almacenados son *Acarus*, *Tyrophagus*, *Lardoglyphus*, *Aleuroglyphus*, *Suidasia*, *Caloglyphus* y *Rhizoglyphus*, algunas especies del genero *Acarus* suelen alimentarse de granos almacenados, causando daños de importancia económica, *Tyrophagus putrescentiae* es un contaminante común de productos almacenados y puede ser un serio problema por su alta tasa de reproducción. *T. dimidiatus* es reconocido por plaga en cultivo de invernadero. Los ácaros del genero *Rhizoglyphus* son de distribución cosmopolita y pueden provocar daños de considerable importancia económica, debido a su estrecha relación con bulbos, tubérculos, cormos y rizomas, tanto en campo como almacenamiento (Bonilla *et al.*1990).

2.6.8 Ciclo biológico de los ácaros del genero *Suidasia* spp.

Las especies del genero *Suidasia* sp son principalmente especies de origen tropical debido a su preferencia por temperaturas cálidas y alta humedad relativa, pero se ha extendido a áreas templadas a través de productos alimenticios almacenados. En comparación con los ácaros fitoseidos, tiene un tiempo de desarrollo lento de huevo a adulto de 12 a 17 días, pero una fecundidad de por vida alta de 50-177 huevos / hembra, dependiendo de la dieta, a temperaturas 20-26°C. Es la facilidad de crianza masiva combinada con el lento tiempo de desarrollo y la alta fecundidad que hace que *S. medanensis* sea adecuada como presa de ácaros fitoseidos, como *Amblyseius swirskii* (Midthassel 2015). El ácaro *Suidasia medanensis*, que es una especie cosmopolita y se ha registrado en muchas partes del mundo como una plaga del grano almacenado. El acaro *S. medanensis* demostró un comportamiento de escape característico junto con la emisión de compuestos volátiles cuando se molesta, sugirió enfáticamente que el ácaro usara semioquímicos como señal de advertencia de peligros ambientales (Leal *et al.* 1989).

2.6.9 Familia Phytoseiidae

La familia Phytoseiidae es un grupo de estos ácaros depredadores que cuenta con alrededor de 2.250 especies descritas, y es objeto de intensos estudios debido a su rol como depredadores de plagas agrícolas en Chile se han reportado 48 especies de

ácaros fitoseidos asociados a plantas cultivadas o malezas, algunos han sido reportados como un factor de regulación en las poblaciones de los ácaros fitófagos de importancia económica, tales como *Proprioseiopsis* sp. Se sabe muy poco sobre la biología de las especies de fitoseidos del género *Proprioseiopsis*. Las especies que han sido estudiadas son *P. temperellus*, *P. cannaensis*, *P. mexicanus*, *P. rotundus* (Tello *et al.*2011).

Los ácaros de la familia Phytoseiidae son los depredadores más comunes de los ácaros fitófagos en la mayoría de las especies de plantas. Algunas especies son ampliamente estudiadas y utilizadas para el control biológico de plagas de ácaros. Se siguen descubriendo muchas especies nuevas a medida que se intensifican las colecciones en determinadas regiones o hábitats, por ejemplo, en África, Asia, América Central y América del Sur. El último catálogo de Moraes *et al.* (1986) incluyó alrededor de 1500 especies descritas. Este catálogo actualizado incluye casi 2250 especies. En el último catálogo, incluye referencias a descripciones y redescripciones de especies, sinonimias y distribuciones mundiales registradas (De Morales *et al.* 2004).

2.6.10 Generalidades de los ácaros de la familia Phytoseiidae.

Los fitoseidos son de vida libre, terrestres y se encuentran en el follaje, corteza y humus en todas partes del mundo. Los fitoseidos han captado la atención debido a su capacidad depredadora, su utilidad para estudios experimentales de depredación y debido al interés en su sistemática y taxonomía. Su eficiencia depredadora puede evaluarse con base en seis características; como adaptabilidad a medios heterogéneos, lo cual indica que deben soportar una variedad amplia de cambios en los factores ambientales; capacidad de búsqueda, donde se incluye la movilidad, relativa al área en la que se desplazan en un tiempo definido; aumento en el poder de reproducción cuando disponen de mayor cantidad de la presa (respuesta numérica); poder de consumo en función de la densidad de presa (respuesta funcional), es decir, que la cantidad de presas consumidas aumente al aumentar la densidad de las mismas, siempre y cuando no hayan llegado al nivel de saciedad; por lo tanto, pueda esperarse un aumento en la reproducción del depredador con tendencia a su máxima

capacidad; sincronización espacio-temporal con la presa; especificidad, característica que debe considerarse con base en la abundancia de la presa; es decir, que cuando la densidad de la presa sea alta el depredador la prefiera como fuente de alimento y cuando sea baja el depredador sobreviva a base de la utilización de otras fuentes de alimento. Los órganos de ingestión de alimento de los fitoseidos están localizados en el gnatosoma; aquí se encuentran las glándulas salivales que están muy desarrolladas; se cree que producen una saliva rica en enzimas que es inyectada en la presa para facilitar la predigestión y remover luego cómodamente el contenido de la presa. También se considera que el éxito de succionar este contenido dependería de la desintegración de los tejidos y ésta sería imposible sin la inyección apropiada de enzimas en la presa. La cavidad bucal, dentro de la cual sobresale la boca, se abre internamente en una faringe provista de fuertes músculos que se dilatan y contraen, actuando como bomba de succión para remover el contenido del cuerpo de la presa, presenta por lo menos dos divertículos o ciegos gástricos, los cuales proporcionan una cavidad adicional con más superficies para que la digestión se lleve a cabo. Estos ciegos son extensiones de los ventrículos, y cuando se llenan con material alimenticio se puede ver a través del idiosoma translúcido, una estructura en forma de H. Los fitoseidos, por lo regular, succionan a sus presas hasta dejarlas totalmente secas, y parece que están adaptados para ingerir grandes volúmenes de alimento de una sola vez, y a intervalos irregulares según el momento en que se capture la presa. En los fitoseidos especialistas predominan los hábitos alimenticios de depredadores o carnívoros, aunque algunas especies complementan su dieta con materiales de origen vegetal, como el polen o las secreciones de las plantas. En general, los ácaros Tetranychidae son su presa preferida, pero hay algunas especializaciones o preferencias (Sandoval 1999).

2.6.11 Ciclo biológico de los ácaros de la familia Phytoseiidae.

La familia Phytoseiidae, están caracterizados por tener patas largas con el par delantero en dirección hacia adelante. Tienen pocos vellos o pelos en la parte trasera. Estos ácaros disponen de largas patas características que le permite moverse con rapidez. El color de estos ácaros varía desde rojo a amarillo pálido dependiendo de su

alimentación. Aquellos ácaros que se alimentan de *B. tabaci* generalmente tienen pigmentación amarilla. Algunos ácaros tiene cinco etapas de vida: huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto. El periodo huevo-adulto puede durar aproximadamente cinco días si la alimentación del ácaro es basada en presas, a una temperatura promedio de 25 °C. Las hembras tienen una longevidad de 107.8 días a 15 °C, pero para fines de cría en masa la temperatura óptima es 25 °C en la cual la longevidad será de 25.8 días y la fecundidad tiene un pico máximo de 16 huevos por hembra como es mostrado. Otros ácaros de la familia presentan el siguiente ciclo biológico, como es el caso de *Phytoseiulus persimilis*, los huevos son grandes, después de la primera puesta son hialinos, anaranjados y brillantes, cambiando durante su desarrollo a colores opacos, son ovipositados en el envés de las hojas cerca de las colonias de *T. urticae*. Después de tres días aproximadamente eclosiona una larva de seis patas, un día después se convierte en una protoninfa de ocho patas la cual es una buscadora activa de comida, consumiendo de cuatro a cinco huevos antes de convertirse en deutoninfa, el estado de deutoninfa dura aproximadamente dos días durante los cuales come seis huevos o jóvenes de ácaros fitófagos (Casas y Novoa 2009).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Descripción del estudio.

El estudio se realizó en el municipio de San Juan Opico zona de Los Bajíos, en el departamento de La Libertad, El Salvador; se encuentra a una altura de 506 metros sobre nivel del mar, con una temperatura promedio de 25 °C con coordenadas geográficas 13°51'52" Latitud Norte -89°22'19" Longitud Oeste. La fase de campo se desarrolló de Octubre del 2019 a Marzo 2020 con un número de ocho muestreos realizados cada 15 días. La fase de Laboratorio inicio una vez realizado el primer muestreo de hojas y frutos con su respectivo resguardo y preservación de las muestras, contabilizando el número de ácaros en diferentes estadios encontrados.

3.2 Metodología de campo.

3.2.1 Delimitación del estudio.

Para el estudio se delimitaron dos manzanas cultivadas de cítricos (*Citrus reticulata* y *Citrus sinensis*) (Figura 5), en la zona Los Bajíos en el municipio de San Juan Opico, departamento de La Libertad, El Salvador. Se seleccionaron 4 árboles de manera aleatoria entre *Citrus reticulata* y *Citrus sinensi*,



Figura 4. Delimitación y selección del área de estudio.

a. Ubicación del area, b. recorrido del area, c. selección de arboles.

3.2.2 Muestreos.

Los muestreos se realizaron en ocho arboles seleccionados aleatoriamente, los cuales quedaron definidos e identificados con un listón rojo y un nudo; el nudo representaba el número de árbol seleccionado (Figura 6), estos se llevaron a cabo desde el 23 octubre de 2019 a 03 de marzo 2020 cada 15 días dividiendo el árbol en cuadrantes

(Norte, Sur, Este y Oeste) (Figura 7). Por cada uno se tomaron cuatro hojas jóvenes, colocando las muestras (cuatro hojas) en bolsas plásticas debidamente identificadas y agrupadas por cada árbol, cuadrante y fecha; en el caso de los frutos que estaban en el cuadrante se colocaban en bolsas plásticas y hielera.

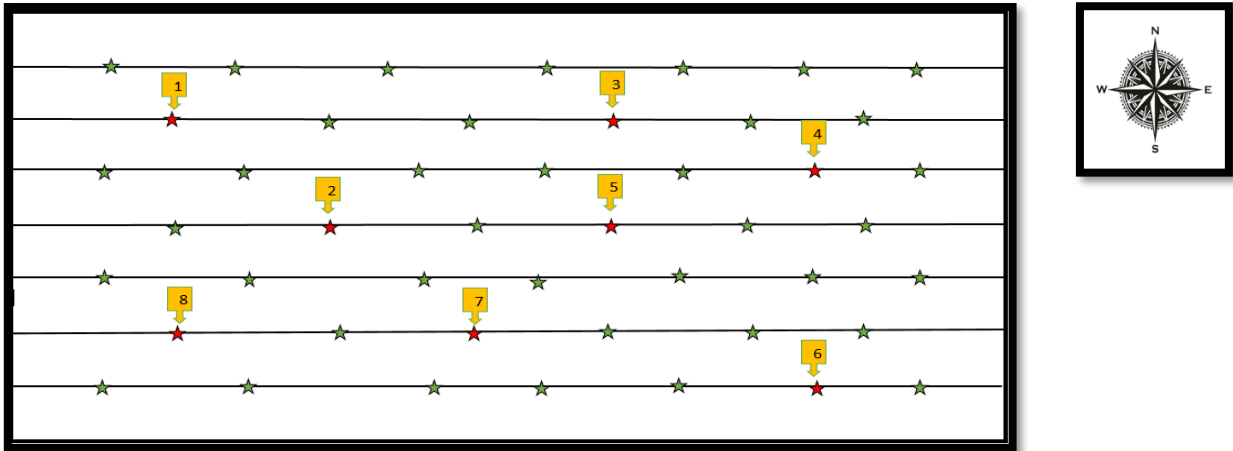


Figura 5. Parcela delimitada.



Figura 6. Arbol dividido en cuadrantes (a) y zona de corte de hojas jóvenes (b).

Luego de realizar cada uno de los muestreos, las muestras se trasladaron al laboratorio 3 del Departamento de Protección Vegetal de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador donde se colocaron en refrigeración, para lograr la conservación de las muestras, esto para evitar la putrefacción y deshidratación del material.

3.2.3 Técnica de recolección.

La recolección de cada una de las muestras de los arboles seleccionados se realizó de manera manual y aleatoriamente, recolectando 4 hojas jóvenes por cuadrante en horas frescas (6am a 9am). Para el corte de las hojas se utilizó una tijera de podar y una escalera que permitía alcanzar correctamente muestras de hojas jóvenes de cada arbol.

Cada muestra se deposito dentro de bolsas plasticas de una libra, para resguardar las muestras durante el viaje de regreso al laboratorio 3 del Departamento de Proteccion Vegetal de la Facultad de Ciencias Agronomicas de la Universidad de El Salvador y evitar laceraciones (Figura 8), ademas; de mantener agrupado cada muestra de los cuadrantes por arbol seleccionado. Las bolsas plasticas estaban previamente identificadas con marcador.



Figura 7. Procedimiento para recolección de muestras de cítricos.

a. Fijar la escalera, b. Zona de corte de las hojas jóvenes, c. cortando hojas juvenes, d. resguardar las muestras en bolsas plásticas.

3.2.4 Parámetros de temperatura y humedad relativa.

Estos parametros fueron tomados a traves de un higrómetro que se colocaba en el centro de la parcela de muestreo en un arbol seleccionado como punto de toma de temperatura y humedad relativa (Figura 9). El higrometro se colocaba a una altura aproximadamente de 2 metros en la hora de entrada a los muestreo de 6am, por tanto se dejaba hasta al finalizar el muestreo y se toma el valor final que el higrometro media

a las 9am. La temperatura y humedad relativa fueron registradas el día que se realizaba el muestreo. Los datos registrados de temperatura y humedad relativa se utilizaron para analizar la relación que estos tienen sobre la dinámica poblacional de *Brevipalpus spp*, mediante un análisis de correlación de Pearson.



Figura 8. Medición de temperatura y humedad relativa.
a. Altura del higrometro, b. medición de T° y %HR

3.3 Metodología de laboratorio.

La fase de laboratorio inició posteriormente al primer muestreo en la parcela de cítricos, y finalizó en marzo de 2020, hasta la identificación taxonómica de los organismos recolectados durante los muestreos.

Esta fase inició en octubre del 2019 a partir del primer muestreo y se realizó en el laboratorio 3 del Departamento de Protección Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de El Salvador. Cada muestra por árbol era sacada del refrigerador para ser procesada utilizando estereoscopio revisando minuciosamente cada hoja (haz y envés) donde se observaban los diferentes estadios del acaro en estudio.

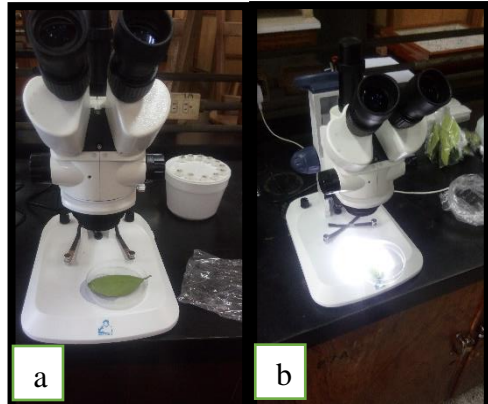


Figura 9. Proceso de extracción de ácaros a viales con alcohol al 70%.

a. Preparación de muestras, b. extracción de ácaros.

Los ácaros eran extraídos de cada una de las hojas, para lo cual fue necesario revisar el haz y envés, para la captura de los ácaros se utilizó una aguja fina y posteriormente depositados en viales con alcohol al 70%, los viales eran identificados con número de muestra, número de árbol, cuadrante, fecha y si eran obtenidos de hojas o fruto. El resto de estadios solo era contabilizado y registrado en la hoja de registro. Los viales fueron resguardados para mantener salvaguardado los especímenes encontrados, además fueron agrupados por número de muestreo; esta metodología de muestrear en el laboratorio era constante para reducir la acumulación entre otras muestras posteriores y también para que las muestras no perdieran calidad.

Cada estadio del acaro se registró y se detalló en cuadros de muestreo previamente elaborados donde se detallaban desde el número de muestreo uno al número ocho.

3.3.1 Montaje de las muestras.

Los ácaros fueron preservados en alcohol al 70% dentro de los viales, posteriormente fueron montados en láminas porta objetos para ser observados al microscopio. El procedimiento fue depositar el alcohol en una siracusa y observar los ácaros en el estereoscopio, posteriormente usando agujas para la disección, eran extraídos los mejores especímenes adultos y eran colocados en una lámina con una gota de medio hoyer sobre la lámina y luego se colocaba el cubre objeto.

Luego, de haber realizado el montaje se dejaba en 2 horas de secado a temperatura ambiente para luego ser sometidas las láminas a secado en estufa a 44°C, para fijar el montaje y cubre objeto sobre la lámina durante 24 horas. Las láminas secadas en estufa se colocaron en una porta láminas (Figura 11).

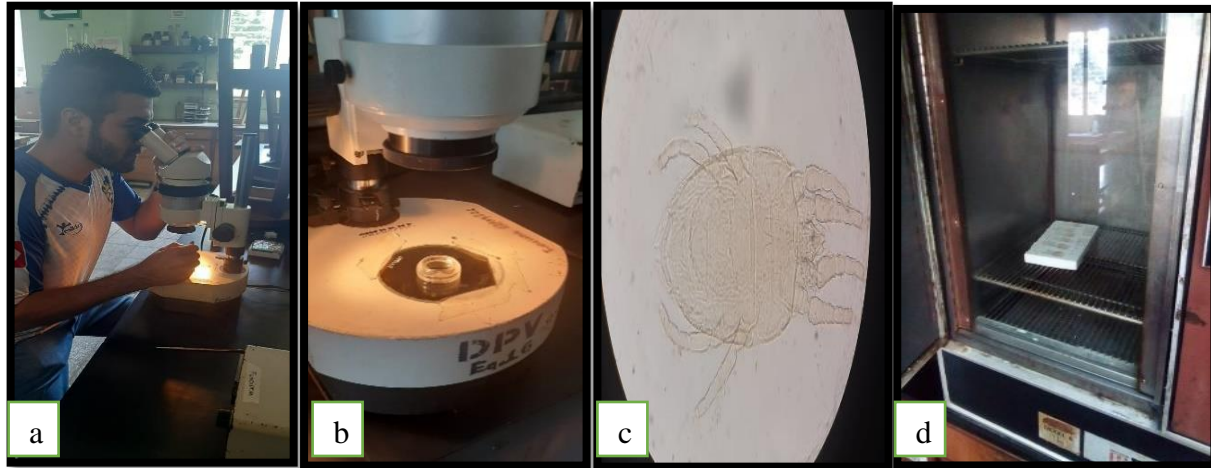


Figura 10. Proceso de montaje de láminas con ácaros.

a. muestra de ácaros, b. extracción de ácaros, c. montaje del ácaro, d. secado y sellado de muestras.

3.3.2 Identificación taxonómica de las muestras de ácaros.

La identificación taxonómica, se realizó en la Unidad de Comunicación y Servicios Taxonómicos del Laboratorio de Entomología Sistemática USDA-ARS, edificio 005, sala 137, BARC-West, 10300 Baltimore Avenue, Beltsville, MD 20705-2350; con atención a Dr. Ronald Ochoa SEL, ARS, USDA, BARC-W, 10300 Baltimore Ave, Bldg 005, Habitación 137, Beltsville, Maryland 20705, Estados Unidos.

Para la identificación de especies, se hizo un envío de preparaciones de ácaros en láminas; este se realizó por Deutsche Post World Net (DHL) con todos los permisos fitosanitarios (Figura A-5) y de envío requeridos por el operador logístico (Figura A-6) además de ir debidamente cumpliendo con los requisitos de presentación estándar de SEL. Incluyendo una copia completa del formulario de solicitud de identificación de SEL, ARS-748.

Las muestras fueron etiquetadas con toda información de las circunstancias en que fueron recolectadas: País, departamento, municipio, ubicación específica del hospedero, fecha de recolección, nombre del recolector.

3.4 Metodología estadística.

La investigación fue de tipo exploratoria ya que es el modelo estadístico más adecuado para representar la población en la que proceden los datos. El muestreo es no probabilístico, ya que el muestreo seleccionado estuvo en función de su accesibilidad o criterio personal e intencional de los investigadores. Se midió el efecto de los factores ambientales (Temperatura, Humedad Relativa y Precipitación) con respecto a la población del ácaro. Estos datos fueron analizados utilizando el método de análisis de correlación de Pearson para determinar que variables tienen correlación, además; un análisis descriptivo, tablas resumen, análisis de regresión lineal simple.

Los resultados obtenidos en campo fueron analizados y tabulados mediante el programa Microsoft Excel® 2019, mientras que las variables establecidas en la investigación fueron procesadas utilizando el programa estadístico SPSS-V25 para facilitar el proceso estadístico.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Resultados de densidad poblacional de ácaros y condiciones climáticas registradas en San Juan Opico, Departamento de La Libertad, El Salvador.

4.1.1 Densidad poblacional de ácaros y sus condiciones climáticas registradas en la zona de los Bajíos.

De acuerdo con los registros obtenidos en la Estación climatológica (San Andrés) durante el estudio (Cuadro 4), se determinó los muestreos que presentaron las mayores densidades poblacionales del vector (huevos y adultos) fueron: muestreo (1) con una densidad promedio de 3.88 ácaros/muestreo y muestreo (8) de 2.69 huevos/muestreo.

Y los muestreos que presentaron las menores densidades poblacionales de ácaros fueron: muestreo (2) con una densidad promedio de 1.13 ácaros/muestreo y muestreo (2) con una densidad de 0.56 huevos/muestreo (figura 12).

Cuadro 4. Densidad poblacional de ácaros en la zona de los Bajíos, municipio de San Juan Opico, La Libertad.

Meses	Muestreos	HR (%)	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)	Promedio ácaros/muestreos	Promedio huevos/muestro
Oct.	1	73.58	25.6	14.29	3.88	2.59
Nov.	2	79.07	24.4	0.2	1.13	0.56
Nov.	3	79.07	24.4	0.2	1.47	1.04
Dic.	4	66.48	24.6	0.1	2.03	1.75
Dic.	5	66.48	24.6	0.1	1.44	0.84
Ene.	6	70.38	24.7	0	1.25	1.13
Ene.	7	70.38	24.7	0	3.72	2.44
Feb.	8	69.9	25.6	0.1	3.38	2.69

Nota:

- Ocho arboles/muestreo
- -16 hojas por árbol

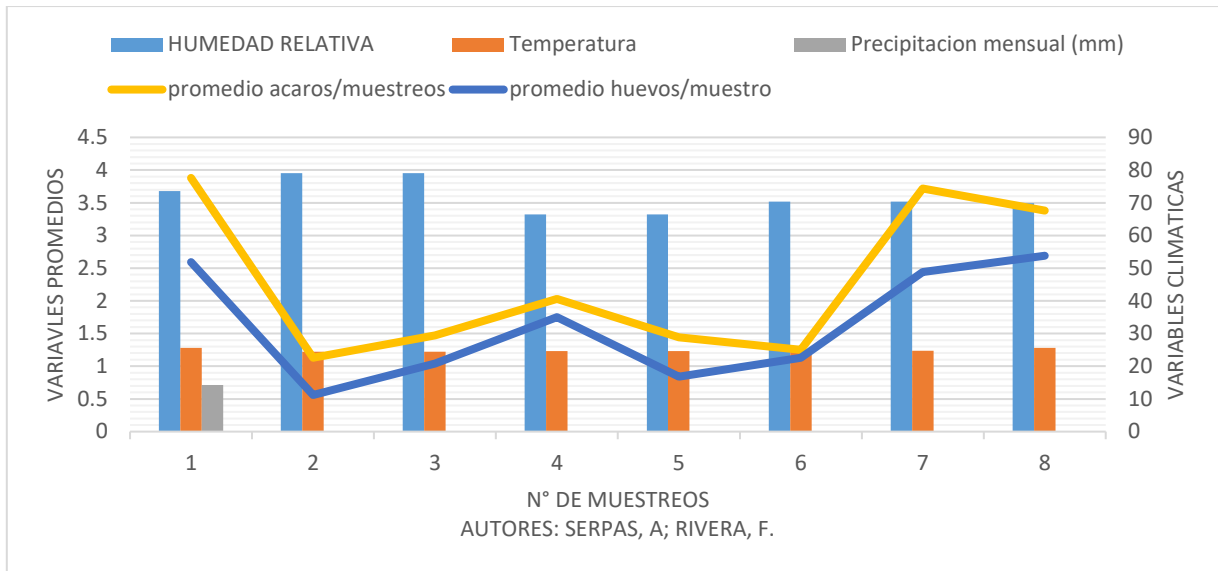


Figura 11. Población promedio de ácaros y condiciones climáticas registradas en la Finca Los Bajíos, con un muestreo “Al azar”. De octubre 2019 – Febrero 2020

Durante el tiempo del estudio de octubre 2019 a febrero 2020, que abarca finales de la época lluviosa e inicios de la época seca del año, se determinó que existe una mayor densidad poblacional de huevos y ácaros durante la época seca, mostrando un incremento en los niveles de población a partir de muestreo 7 y 8 (figura 12).

Según INTA (2012) los ácaros perteneciente al género *Brevipalpus* de la especie *phoenicis* pueden soportar grandes cantidades de lluvia, y climas adversos para sobrevivir, en San Juan Opico, La Libertad según datos de la estación San Andrés el mes de octubre que aún es época lluviosa presento un alto nivel de presencia de acaro.

De acuerdo con Vargas *et al.* (2007) en un estudio realizado en México, exactamente en Tamaulipas, se registró la presencia del acaro *Brevipalpus californicus* (Banks) (Ruíz *et al.* 2006), el clima en que los ácaros se desarrollaron es cálido, en la zona de estudio el clima tuvo las siguientes características: se presenta un clima templado y seco, con unas precipitación anual de 780 mm, con una temperatura máxima de 22° C y una temperatura mínima de 10°C. En el estudio realizado en San Juan Opico, las variaciones de temperatura y humedad relativa favorecen el incremento de la población del acaro vector, presentando variaciones significativas en el muestreo 1 y muestreo 7- 8.

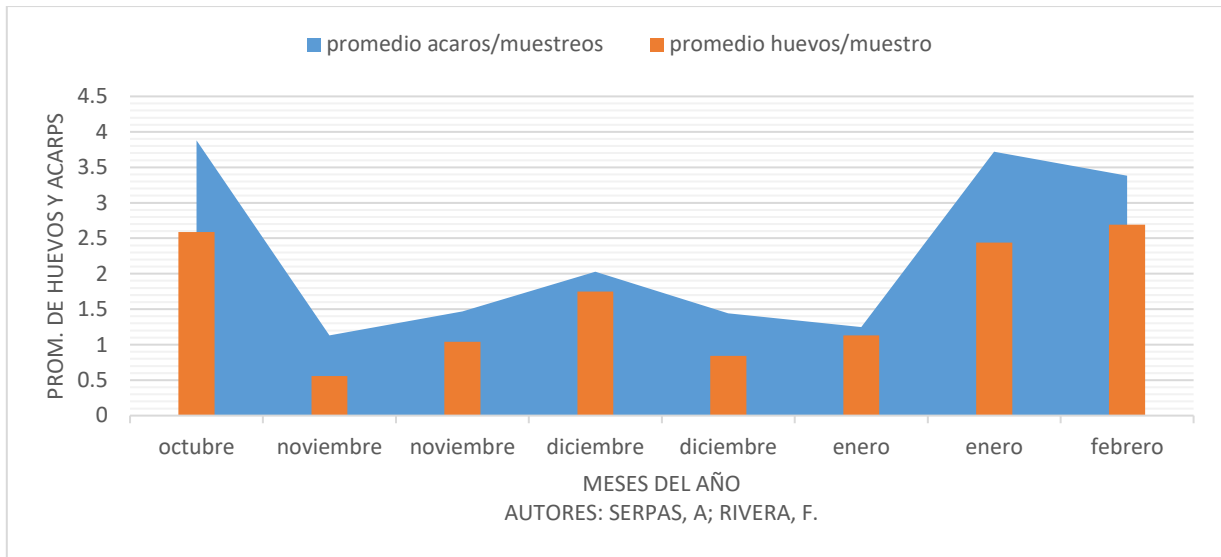


Figura 12. Poblacion promedio de huevos y acaros durante los meses de octubre a noviembre.

Los meses que presentan un pico promedio de poblaciones altas de acaro adulto son octubre, diciembre, enero y febrero y los meses que presentan un pico promedio de huevos de ácaros fueron octubre, diciembre, enero y febrero (figura 13).

Según Quirós *et al.* (2011) la fluctuación poblacional del *B. phoenicis* varia en promedios entre 0,03 y 4,11 ácaros órgano planta. Cuando se presentan picos poblacionales varían de 4 a 8 a lo largo de un año. De acuerdo a nuestra investigación de ácaros durante el periodo de estudio se encuentran dentro del rango promedio (figura 13) en que las fluctuaciones de la población varían por los diferentes factores no tomados en cuenta en la investigación.

Según Solano *et al.* (2008), temperaturas entre 24 y 33 °C favorecen el desarrollo poblacional de *B. phoenicis*, lo que concuerda con nuestra investigación, puesto que cuando se tuvieron promedios de temperatura de 24.7 °C y 25.6 °C.

Según Méndez (2012), el descenso de la temperatura afecta la biología de *B. phoenicis* prolonga su ciclo de vida y ocasiona que las hembras coloquen menor cantidad de huevos, *B. phoenicis* incrementó su población entre febrero y mayo, período en el cual

las precipitaciones fueron escasas; no obstante, al aumentar las lluvias a partir de junio hasta alcanzar su máximo nivel en agosto, se observa que la población no decayó, sino que presentó un ligero aumento en coincidencia con altas temperaturas.

4.1.2 Resultados de factores fenológicos de los árboles y abióticos para la zona de Los Bajíos.

De acuerdo con los registros obtenidos de la Estación climatológica (cuadro 5), en el muestreo 1 y 2 se observó que los árboles se encontraban en temporada de cosecha, seguido de los muestreos 3 y 4 en los cuales se encontraban en senescencia y comienzo del reposo (limpieza y riego), en el muestreo 5 se encontraron brotes nuevos, seguido de los muestreos 6 y 7 cuando se encontraba en desarrollo de las flores y por último el muestreo 8 en el que se encontraba en el desarrollo del fruto.

Con respecto a los Factores Físicos, durante el muestreo 1 y 8 presentaron la mayor Temperatura promedio con 25.6 °C; mientras que durante los muestreos 2 y 3 se registró la mayor Humedad Relativa promedio con 79.07% y la mayor precipitación promedio acumulada con 14.29 mm, durante el muestreo 1(Cuadro 5).

Cuadro 5. Factores biológicos y físicos para la zona de Los Bajíos, municipio de San Juan Opico, La Libertad.

Meses	Muestreos	Fenología	HR (%)	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)
Oct.	1	Cosecha	73.58	25.6	14.29
Nov.	2	Cosecha	79.07	24.4	0.2
Nov.	3	Senescencia y reposo	79.07	24.4	0.2
Dic.	4	Senescencia y reposo	66.48	24.6	0.1
Dic.	5	Brotos nuevos	66.48	24.6	0.1
Ene.	6	Desarrollo de flores	70.38	24.7	0
Ene.	7	Desarrollo de flores	70.38	24.7	0
Feb.	8	Desarrollo del fruto	69.9	25.6	0.1

Estudios al respecto en otras regiones han demostrado que la fluctuación poblacional de *B. phoenicis* es inversamente proporcional a la precipitación, ya que este factor climático afecta el desarrollo poblacional de la especie, la que es más abundante en el período más seco del año (Oliveira 1986).

De acuerdo a Quirós *et al.* (2011) Las fluctuaciones poblacionales de los stigmatidos y fitoseidos variaron significativamente según las fechas, las especies y la interacción entre ellas. Según nuestra investigación la fenología de las plantaciones de cítricos influye directamente en el aumento y disminución de las poblaciones de ácaros.

Análisis de correlación de Pearson y regresión lineal simple.

En el diagrama de dispersión lineal simple se puede visualizar el comportamiento de las variables, donde cada caso aparece representado por la dispersión o nube de puntos definidos por las variables x,y.

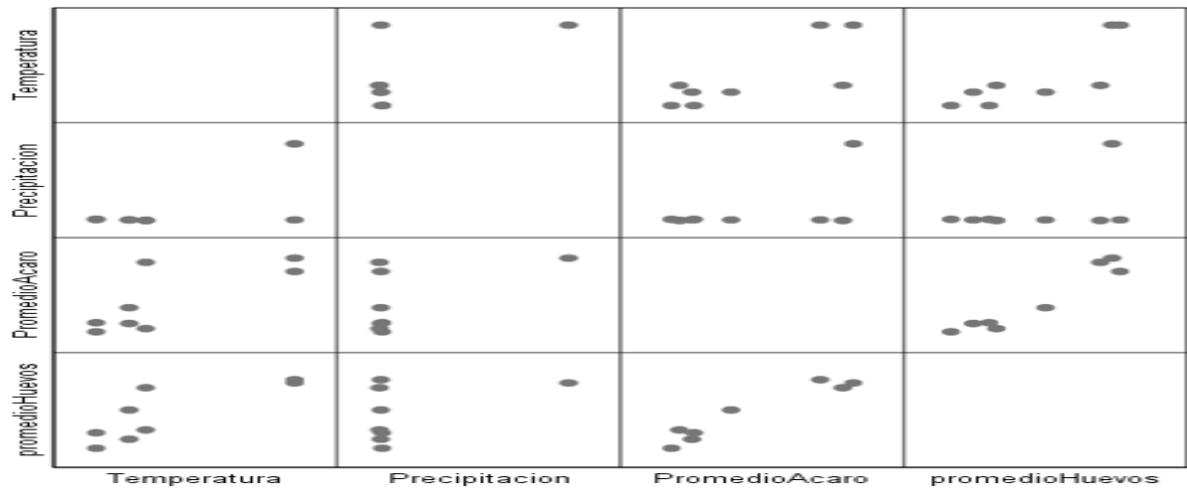


Figura 14. Diagrama de dispersión lineal simple.

4.1.3 Análisis para las variables promedio de ácaros y promedios de huevos.

En la figura 14, se observa que existe una correlación directa entre las variables promedio de ácaros y promedio de huevos. Asimismo, existe una correlación directa entre las variables temperatura con el promedio de ácaros y promedio de huevos.

Para comprobar lo descrito por la figura 14, se aplicó el coeficiente de correlación de Pearson (cuadro 6), resultando altamente significativas las variables promedio de ácaros y promedio de huevos teniendo una correlación directa según el signo de la correlación. Las variables temperatura junto a la de promedio de ácaro y promedio de

huevo resultaron significativas con una correlación directa según el signo de la correlación. Por lo tanto, se procede a estimar una ecuación de regresión lineal simple.

Cuadro 6. Análisis de correlación de Pearson

		Correlaciones				
		HR	Temperatura	Precipitación	PromedioAcácaros	promedioHuevos
HR	Correlación de Pearson	1	-.206	.145	-.203	-.312
	Sig. (bilateral)		.625	.732	.630	.452
	N	8	8	8	8	8
Temperatura	Correlación de Pearson	-.206	1	.633	.771*	.812*
	Sig. (bilateral)	.625		.092	.025	.014
	N	8	8	8	8	8
Precipitación	Correlación de Pearson	.145	.633	1	.542	.449
	Sig. (bilateral)	.732	.092		.165	.265
	N	8	8	8	8	8
PromedioAcácaros	Correlación de Pearson	-.203	.771*	.542	1	.960**
	Sig. (bilateral)	.630	.025	.165		.000
	N	8	8	8	8	8
promedioHuevos	Correlación de Pearson	-.312	.812*	.449	.960**	1
	Sig. (bilateral)	.452	.014	.265	.000	
	N	8	8	8	8	8

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).
 **. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Previo a la estimación de la ecuación de regresión lineal simple entre el promedio de ácaros y promedio de huevos, se verificarán los siguientes supuestos:

Se verificó el supuesto de distribución normal con el estadístico kolmogorov-smirnov (cuadro A-3) que se cumple con el supuesto de distribución normal de los residuos, porque el p-valor=0.200 mayor que el nivel de significancia del 5%.

Se verificó el supuesto de linealidad con el análisis de varianza (Cuadro A-4), ya que el p-valor de la fuente de variación resultó significativa.

Con los supuestos antes descritos se procedió a estimar la ecuación de regresión lineal simple con el método de mínimos cuadrados usando la tabla de coeficientes (cuadro A-6). Por lo tanto, obtenemos la ecuación de regresión lineal simple que expresa por cada incremento de unidad de postura de huevos de ácaros en “X” aumentara el número de ácaros en 1.323.

$$y = 1.323x$$

Según el coeficiente de determinación (cuadro A-6), el 92.22% de la variación existente de la producción promedio de ácaros está siendo explicada por la ecuación de regresión (cuadro A-5). Y el error cuadrático medio, RMSE=0.4654, siendo esta una ecuación regresión relativamente predictivo.

4.1.4 Análisis para las variables promedio de ácaros y promedios de temperaturas.

Como se observa en la figura 14 que existe una correlación directa entre las variables promedio de ácaros y promedio de temperatura.

Por tanto, para comprobar lo descrito por la figura 14, se aplicó el coeficiente de correlación de Pearson (cuadro 5) resultando significativas las variables promedio de ácaros y promedio de temperatura teniendo una correlación directa según el signo de la correlación. Por lo tanto, se procede a estimar una ecuación de regresión lineal simple.

Previo a la estimación de la ecuación de regresión lineal simple entre el promedio de ácaros y promedio de temperatura, se verificarán los siguientes supuestos:

Se verifico el supuesto de distribución normal con el estadístico kolmogov-smirnov (cuadro A-7) que se cumple con el supuesto de distribución normal de los residuos, porque el p-valor=0.051 mayor que el nivel de significancia del 5%.

Se comprobó el supuesto de linealidad con el análisis de varianza (Cuadro A-8), ya que el p-valor de la fuente de variación resulto significativa.

Se verifico los supuestos antes descritos procedemos a estimar la ecuación de regresión lineal simple con el método de mínimos cuadrados usando la tabla de coeficientes (Cuadro A-10). Por lo tanto, obtenemos la ecuación de regresión lineal simple que expresa por cada incremento unitario en la temperatura (°C) en "X" aumentara el número de ácaros en 1.840.

$$y = 1.840x$$

Según el coeficiente de determinación (Cuadro A-10), el 59.5% de la variación existente de la producción promedio de ácaros está siendo explicada por la ecuación de regresión (Cuadro A-9). Y el error cuadrático medio, $RMSE=0.4654$, siendo esta una ecuación regresión relativamente predictivo.

4.1.5 Análisis para las variables promedio de huevos y promedios de temperaturas.

Como se observa en la figura 14 que existe una correlación directa entre las variables promedio de huevos y promedio de temperatura.

Por tanto, para comprobar lo descrito por la figura 14, se aplicó el coeficiente de correlación de Pearson (cuadro 5) resultando significativas las variables promedio de huevos y promedio de temperatura teniendo una correlación directa según el signo de la correlación. Por lo tanto, se procede a estimar una ecuación de regresión lineal simple.

Previo a la estimación de la ecuación de regresión lineal simple entre el promedio de ácaros y promedio de temperatura, se verificarán los siguientes supuestos:

Se comprobó el supuesto de distribución normal con el estadístico kolmogov-smirnov (cuadro A-11) que se cumple con el supuesto de distribución normal de los residuos, porque el $p\text{-valor}=0.177$ mayor que el nivel de significancia del 5%.

Se determinó el supuesto de linealidad con el análisis de varianza (Cuadro A-12), ya que el $p\text{-valor}$ de la fuente de variación resulto significativa.

Se verificó los supuestos antes descritos procedemos a estimar la ecuación de regresión lineal simple con el método de mínimos cuadrados usando la tabla de coeficientes (Cuadro A-14). Por lo tanto, obtenemos la ecuación de regresión lineal

simple que expresa por cada incremento unitario en temperatura (°C) en “X” aumentara el número de huevos de ácaros en 1.406.

$$y = 1.406x$$

Según el coeficiente de determinación (Cuadro A-14), el 59.5% de la variación existente de la producción promedio de ácaros está siendo explicada por la ecuación de regresión (Cuadro A-13). Y el error cuadrático medio, RMSE=0.4654, siendo esta una ecuación regresión relativamente predictivo.

De acuerdo con Hernández *et al.* (2015), la fluctuación poblacional tiene una correlación positiva con temperatura y correlación negativa con humedad relativa, por tanto esta investigación realizada en San Juan Opico, finca Los Bajíos, La Libertad contrasta con nuestros resultados en relación a las variables ambientales, que la temperatura resulto que presenta una correlación positiva con la población de ácaros, puesto que se tuvieron promedios de temperatura de 25.6 °C, la cual está en el rango óptimo de 26 °C para el aumento de la población del vector.

5. CONCLUSIONES

- *Brevipalpus sp* estuvo presente en la Finca los Bajíos durante Octubre 2019 a febrero 2020.
- La mayor y menor densidad de huevos se obtuvo en el primero y segundo muestreo respectivamente.
- De acuerdo al estado fenológico de los cítricos, se puede encontrar mayor presencia del vector en frutos, tallos y hojas, siendo esto una herramienta fundamental para realizar un control, químico, cultural o biológico.
- Existe una mayor densidad poblacional de huevos y ácaros durante la época seca aumentando a partir del mes de enero a febrero.
- Existe una correlación directa entre las variables promedio de ácaros y promedio de huevos.
- Existe una correlación directa entre las variables temperatura con el promedio de ácaros y promedio de huevos.
- De las muestras de ácaros tomados durante los 8 muestreos se lograron identificar las siguientes especies:

Brevipalpus californicus Banks

Brevipalpus yothersi Baker

Propreseiopsis sp

Suidasia nesbitti Hughes

- La temperatura influye directamente en la densidad poblacional de ácaros transmisores de la leprosis de los cítricos.

- Las especies de *Brevipalpus sp.*, que están asociadas a la leprosis de los cítricos en la zona de San Juan Opico, La Libertad, El Salvador, son: *yothersi* y *californicus*.
- Los factores ambientales determinan el desarrollo completo del ciclo biológico de los diferentes estadios de los ácaros transmisores de la leprosis de los cítricos.
- Se reporta para El Salvador la presencia de *Suidasa nesbitti* Hughes.
- *Propreseiopsis spp*, es un acaro depredador de otros ácaros, el cual pudiera tener potencial para controlar las especies de *Brevipalpus*.

6. RECOMENDACIONES

- Monitorear constantemente las poblaciones de ácaros para encaminar acciones oportunas de prevención y control de la leprosis de los cítricos.
- Iniciar muestreos de ácaros desde 2 meses de trasplante, ya que en la zona de San Juan Opico existen condiciones ambientales favorables para su desarrollo y ya se tiene desarrollo de brotes nuevos, los cuales son más atractivos para el vector
- Reducir el uso de acaricidas, si se quiere conservar las poblaciones de especies depredadoras presentes en las plantaciones de cítricos.
- Evaluar el rol de los ácaros depredadores con potencialidad como controladores biológicos.
- Determinar la importancia económica de los ácaros fitófagos asociados en el cultivo de cítricos.
- Realizar un estudio anual de los factores ambientales y el número de muestreos para obtener un mejor resultado de la dinámica poblacional del acaro durante la época lluviosa y seca del país.
- La identificación taxonómica de los ácaros deben realizarse por expertos en acarología.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, H; Ochoa, R. 1988. *Breviapalpus Californicus* (Bank) (Acari: *Tenuipalpidae*) nueva plaga del cardamomo en Costa Rica, Agronomía Costarricense. 12(2); 251-252.
- Aguilar, H; Pamela, M. 2008. Nuevos hospederos y registros de ácaros fitófagos para Costa Rica: período (en línea). Agronomía Costarricense Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. Consultado el 30 de abril del 2019. Disponible en https://www.mag.go.cr/rev_agr/v32n02-007.pdf
- Agustí, M. 2003. Citricultura. 2 ed. España. Editorial mundi-presa. Madrid-Mexico. 422 p.
- Amaral, I; Moraes, G; Melville, C; Andrade, J. 2018. Factors affecting prevailing population levels of *Breviapalpus yothersi* (Acari: *Tenuipalpidae*) in citrus areas affected by citrus leprosis in the State of Sao Paulo, Brazil (en línea). School of Agricultural and Veterinary Sciences (UNESP/FCAV), UNESP - São Paulo State University. Numero de Paginas 8. Consultado el 7 de julio del 2019. Disponible en <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29516381/>
- Bayer Crops Science. 2008. Principales especies de Ácaros en los cultivos de cítricos y su control. Valencia. España. 72 páginas.
- Beard, J; Ochoa, R; Braswell, E; Bauchan, R. 2015. *Breviapalpus phoenicis* (Geijskes) species complex (Acari: *Tenuipalpidae*) —a closer look (en línea). ZOOTAXA, Magnolia Press P.O. Box 41-383 Auckland 1346 New Zealand, 67 páginas. Consultado el 15 de marzo del 2019. Disponible en <https://www.mapress.com/zootaxa/2015/f/z03944p067f.pdf>
- Bonilla, G; Ochoa, R; Aguilar, H.1990. *Rhyzoglyphus costarricensis* spec. nov. (Acari: Acaridae) Asociado con el Daño en la semilla de *Oryza sativa* L. en Costa Rica. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura Turrialba Vol. 40, No. 2, 1990 pp. 198-204.
- Bruno, PK. 2005. Guías de la naturaleza BLUME, descripción especializadas y concisa para un mejor conocimiento de los árboles editorial BLUME, Barcelona España.
- Bustamante, M. 2001. Plagas importantes del cultivo de la naranja, manejo de agroquímicos, Zamorano, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 34p

Cáceres, S.; Kitajima, E.W.; Moraes, G.J.; Aguirre, A.; Almonacid, R.; 2010. *Brevipalpus phoenicis* y *Brevipalpus obovatus* (Acari: Tenuipalpidae) en cítricos de la provincia de Corrientes.

Cáceres, S; Aguirre, A. 2009. Manejo de la leprosis a través del control de los vectores e impacto económico en Argentina (en línea). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina. Consultado el 16 de mayo del 2019. Disponible en <http://calcitrusquality.org/wp-content/uploads/2009/05/cicaceresleprosis-en-argentinatrabajo-completo.pdf>

Casas, P; Novoa, S. 2009. Evaluación del establecimiento de *Phytoseiulus persimilis* (Parasitiformes: *Phytoseiidae*) para el control de *Tetranychus urticae*- Koch (Acariformes: *Tetranychidae*) en Rosa (en línea). Universidad Militar Nueva Granada, Colombia. Consultado el 27 de junio del 2019. Disponible en <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/455/CasasPrietoYuly2009.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CCI (Corporación Colombia Internacional). 2000. Acuerdo de competitividad de la cadena productiva de los cítricos (en línea). Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura Colombia. Consultado el 5 de marzo del 2019. Disponible en <http://repiica.iica.int/docs/B0120e/B0120e.pdf>

CESAVEQ (Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Querétaro). 2015. Leprosis de los cítricos (en línea). Campaña contra plaga reglamentadas. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, México. Consultado el 19 de mayo del 2019. Disponible en <http://www.cesaveq.org.mx/cesa3/page/publicaciones/2015/hlb/Folleto%20PRC%20Leprosis.pdf>

Childers, C; Kitajima, E; Welbourn, C; Rivera, C; Ochoa, R. 2001. *Brevipalpus* como vectores de la leprosis de los cítricos. Universidad de Costa Rica. Centro de Investigación en Biología Celular y Molecular. San José, Costa Rica.

- Childers, CC; French, JV; Rodrigues, JC. 2003. *Brevipalpus californicus*, *B. obovatus*, *B. phoenicis*, and *B. lewisi*; Acari (Tenuipalpidae): a review of their biology, feeding injury and economic importance. Entomology and Nematology Department, University of Florida, IFAS, Citrus Research and Education Center.
- Clave, C. 2002. El Barman Práctico. Edición Económica. Buenos Aires, Argentina.
- COPEFRUT S.A. 2007. Revista frutícola volumen 28. Chile. 48 páginas. COLORAMA S. A. 38p
- De Moraes, GJ; Mcmurtry, JA; Dinamarca, HA; CAMPOS, CB. 2004. Un catálogo revisado de la familia de ácaros Phytoseiidae. *Zootaxa*. 434 (1). 1-494. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.434.1.1>
- Denmark, H. 2006. A False Spider Mite, *Brevipalpus californicus* (Banks) (Arachnida: Acari: Tenuipalpidae) (en línea). Department of Entomology and Nematology, UF/IFAS Extension. Florida. Estado Unidos. 3 paginas. Consultado el 16 de junio Del 2019. Disponible en <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/IN/IN69000.pdf>
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). 2020. Enfermedades cítricas. Aphis. USDA. Consultado 22 de jun. 2020. Disponible en https://www.aphis.usda.gov/wcm/connect/aphis_content_library/aphis-pests-and-diseases/plant-diseases/save-our-citrus-sp/soc-diseases-spanish/soc-diseases-spanish
- Domínguez, G. 2011. La citricultura ecología (en línea). Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura Pesca y Desarrollo, España. Consultado el 13 de febrero del 2019. Disponible en https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/CITRICULTURA_2014_OK_BAJA.pdf
- FDF (Fundación para el Desarrollo Frutícola). 2004. Guía de Monitoreo de Plaga, Cultivo de la Uva, Fundación para la Innovación Agraria, Gobierno de Chile. 66p
- Flores, C; Isiordia, A; Robles, B; Ortega, A; Pérez, G; Ramos, Q. 2011. Ácaros Fitófagos asociados a frutales en la zona centro Nayarit (en línea). Universidad Autónoma de Nayarit México. Consultado el 17 de mayo del 2019. Disponible en <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/03-07/3.pdf>

- Geilfus, F.1994. El árbol al servicio del agricultor manual de agroforestería para el desarrollo rural, ENDA CARIBE, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Costa Rica. 45p
- Giraldo, M; Galindo, L; Benavides, M. 2011. La Arañita Roja del Café Biología y hábitos (en línea). Avances CENIFICAFE (Centro Nacional de Investigaciones de Café), Colombia, 8 paginas. Consultado el 25 de marzo del 2019. Disponible en <https://www.redalyc.org/journal/436/43663511008/43663511008.pdf>
- Gonzales, C. 1976. Introducción a la fitopatología, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, San José Costa Rica. 157 p.
- Gonzales, C. 2001. Determinación preliminar de enfermedades que afectan al limonero (en línea). Universidad de San Carlos Guatemala, 60 p. Consultado el 11 de junio 2019. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_1994.pdf
- González, S. 2005. Comportamiento poblacional y distribución espacial de *Brevipalpus chilensisbaker* en vid vinífera (*Vitis vinifera*) y dispersión del ácaro depredador *Typhlodromus pyri* (en línea). Chile, 66 p. Universidad Católica de Valparaíso. Consultado el 19 de junio del 2019. Disponible en <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/29662/NR33197.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hatzinikolis, N. 1986. The Genus *Brevipalpus* in Greece (Acari: Tenuipalpidae), Acarology Laboratory, Agricultural Research Centre of Athens S. Venizelou, Gr-14123 Lycovrysi Attiki, Greece. 37-48 p.
- Hernández, Z; Flores, C; Isiordia, A; Robles, B; López, G; Sotelo, M. 2015. Temperatura y humedad relativa en poblaciones de ácaros fitófagos asociados al cultivo de limón (*Citrus limon Burm*) en Xalisco, Nayarit, Acarología y Aracnología, Unidad Académica de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit, Mexico. 14 p.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, El Salvador). 2002. Guía Técnica: Cultivo del Limón Pérsico (en línea). Consultado 02 mar. 2020. Disponible en <http://repiica.iica.int/docs/B0217E/B0217E.PDF>

- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y pecuarias). 2009. El Cultivo de los cítricos en el Estado de Nuevo León. México, Secretaria de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
- Instituto Colombiano Agropecuario.1998. El picudo de los cítricos (*Compsus Viridilineatus* jeckel). Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Plegable divulgativo. ICA. Pereira. Consultado el 10 octubre 2019. Disponible en <https://www.ica.gov.co/getattachment/18307859-8953-4a7d-8d7f-864e3f4898cf/Manejo-fitosanitario-del-cultivo-de-citricos.aspx>
- INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). 2012. Atlas Climático Digital de la República Argentina (en línea). Argentina. 57 p. Consultado el 8 de Julio del 2019. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-texto_atlas_climtico_digital_de_la_argentina_110610_2.pdf
- Jiménez, M. 2017. Manejo agroecológico de los principales insectos plagas de cultivos alimenticios de Nicaragua, Universidad Nacional Agraria, 62 paginas.
- Leal, S; Kuwahara, J; Suzuki, T; Kurosa, K.1989. The Alarm Pheromone of the Mite *Suidasia medanensis* OUDEMANS, 1924 (*Acariformes, Suidasiidae*), Agricultural and Biological Chemistry, Japon.
- León, G; Freitas, A; Kitajima, W; Meza, C. 2006. Detección del virus de la leprosis de los cítricos tipo citoplasmático en los Llanos Orientales de Colombia. Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria.
- León, J. 1987. Botánica de los Cultivos Tropicales, San José Costa Rica, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- León, M. 2013. Eficiencia de transmisión del virus de la leprosis de los cítricos (CiLV-C) por ácaros vectores *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) en Colombia (en línea). Universidad Nacional de Colombia. Consultado el 18 de mayo del 2019. Disponible en <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/20487/797064.2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Leon, M; Kondo, T. 2017. Insectos y ácaros de los cítricos: compendio ilustrado de especies dañinas y benéficas, con técnicas para el manejo integrado de plagas / Guillermo León M. y Takumasa Kondo. – 2 edición. -- Mosquera (Colombia) : Corpoica, 186 paginas.
- León, M; Roy, A; Choudhary, N; Brlansky, R. 2017. Transmisión de leprosis de los cítricos por ácaros *Brevipalpus yothersi* a través de hospederos no cítricos (en línea). Sanidad vegetal y protección de cultivos, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Consultado el 30 de julio del 2019. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v18n2/0122-8706-ccta-18-02-00307.pdf>
- López, C. 1999. Ácaros de Importancia Económica en el Cultivo de los Cítricos (Citrus spp) (en línea), Universidad Autónoma Agraria “ANTONIO NARRO”, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, 70 paginas. Consultado el 17 marzo del 2019. Disponible en <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1144/T10180%20%20LOPEZ%20CUEVAS%2C%20JUAN%20%20%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería El Salvador). 2014. Guía de Insumos Agropecuarios, Director General de Economía Agropecuaria.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, El Salvador). 2020. Certificado Fitosanitario. Dirección General de Sanidad Vegetal y Animal. División de Certificación Fitozoosanitaria para el Comercio. N° E2020001269ST
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, El Salvador). 2020. Resultados taxonómico de muestras de acaros asociados a leprosis de los cítricos. Laboratorio de Diagnostico Vegetal. Luis Ángel Huevo Abarca. Técnico responsable. N° serie 1521.
- Méndez, P; Sánchez, S; Romero, N; Ortiz, G. 2012. Fluctuación poblacional de *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae), vector de la leprosis de los cítricos en Tabasco, México (en línea). Fitosanidad, vol. 16, núm. 2, pp. 73-77 Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal La Habana, Cuba. Consultado el 16 de marzo del 2019. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=209126216002>

- Midthassel, A. 2015. Interactions Between The Predatory Mite *Amblyseius Swirskii* And Its Factitious Prey *Suidasia Medanensis* With Implications For Field Release, version en ingles, Ecology And Evolution Imperial College London, Inglaterra. 237 p.
- Moreno, G. 2015. Clase: Arachnida Orden ASTIGMATA (en línea), Revista IDE@ - SEA, nº 15, Ibero Diversidad Entomológica, Universidad Complutense. Madrid. España. 19 p. Consultado el 30 de junio 2019. Disponible en http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_15.pdf
- Núñez, B. 2005, efecto de la temperatura en la capacidad depredadora de *Neoseiulus californicus* (McGREGOR) sobre tres especies de ácaros fitófagos en laboratorio, Universidad de Chile, Santiago – Chile. 54 paginas.
- Ochoa, R; Aguilar, H. 1988. *Brevipalpus Californicus* (Bank) (Acari: *Tenuipalpidae*) nueva plaga del cardamomo en Costa Rica, Agronomía Costarricense. 2 paginas.
- Ochoa, R; Colina, O; Beard, J; Mineiro, J; Kitajima, E; Regonat, M; Rodrigues, C; Bauchan, G. 2016. Avances sobre ácaros *Brevipalpus* asociados a los cítricos en las América, Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA), Colombia. (Consultado el 3 de julio del 2019)
- OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, El Salvador). 2015. Taller Internacional sobre plagas cuarentenarias de los cítricos. San Salvador, El Salvador, Taiwán ICDF. Consultado 28 sep. 2019. Disponible en <https://sag.gob.hn/dmsdocument/3020>
- Oomen, PA. 1982. Studies On Population Dynamics Of The Scarlet Mite, *Brevipalpus phoenicis*, a Pest Of Tea In Indo, Department of Entomology Agricultural University P. O. Box 8031 6700 EH Wageningen The Netherlands, traducido al español por los autores, 98 paginas.
- Pratt, DH. 1964. Epidemiología y control de las enfermedades transmitidas por vectores (en línea). Departamento de Salud, Educación y Bienestar de los Estados Unidos de América Servicio de Salud Pública Centro de Enfermedades Transmisibles Atlanta, Georgia. Consultado el 15 de mayo del 2019. Disponible en <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/1146/42232.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Quirós, G; Lofego, C; Poleo, N; Petit, Y; Dorado, I; Aponte, O; Ortega, J; González, C. 2011. Fluctuaciones poblacionales de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes), ácaros fitoseidos y stigmatididos en *Psidium guajava* L. (en línea). Universidad del Zulia, Venezuela. Consultado el 10 de julio del 2019. Disponible en https://www.revfacagronluz.org.ve/PDF/suplemento_diciembre_2011/v28supl1a2011pv_322.pdf
- Qureshi, J; Stelinski, L; Martini, X; Diepenbrock, M. 2020. Guía de producción de cítricos de Florida: ácaros de la roya, Arañas rojas y otros ácaros fitófagos (en línea). Consultado el 1 de julio 2019. Disponible en <https://crec.ifas.ufl.edu/media/crecifasufledu/production-guide/production-guide-20202021/Rust-Mites.pdf>
- Rodríguez, C. 2002. Guía Técnica Cultivo de Limón Pérsico Centro Nacional De Tecnología Agropecuaria y Forestal. El Salvador.
- Rodríguez, E.1980. El cultivo de frutales en obras de conservación de suelos, Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal, Naciones Unidas Programa para el Desarrollo, FAO Organización de las Naciones Unidas Para La Agricultura y Alimentación, Honduras.
- Roy, A; Hartung, JS; Schneider, WL; Shao, J; León, MG; Melzer, MJ; Beard, JJ; Otero, G; Bauchan, GR; Ochoa, R; Brlansky, RH. 2015. Relaciones complejas entre virus, huéspedes y vectores relacionados con la lepra de los cítricos, una enfermedad emergente. Fitopatología. Consultado 19 de julio de 2019. Disponible en (<http://dx.doi.org/10.1094/PHYTO-12-14-0375-FI>)
- Ruiz, C; Medina, G; González, A; Flores, L; Ramírez, O; Ortiz, T; Byerly, M; Martínez, P. 2013. Requerimientos agroecológicos de cultivos. 2 Ed. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Pacífico Centro Campo Experimental Centro Altos de Jalisco Libro Técnico Núm. 3.
- Ruiz, C; Coronado, B; Myartseva, N. 2006. Situación actual del manejo de las plagas de los cítricos en Tamaulipas, México, Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica).
- SADER (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural). 2019. Aviso público de riesgo y situación actual, LEPROSIS DE LOS CÍTRICOS, *Citrus leprosis virus* (en línea).

SENASICA (El Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria) México. Consultado el 6 de marzo del 2020. Disponible en <https://prod.senasica.gob.mx/SIRVEF/ContenidoPublico/Avisos%20y%20alertas/Avisos%20publicos/Aviso%20p%C3%ABablico%20Leprosis%20de%20los%20c%C3%ADtricos.pdf>

Sandoval, S. 1999. Determinación de la Respuesta Funcional de *Amblyseius californicus* (McGregor) en Función de la Densidad de *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Phytoseiidae: Tetranychidae) (en línea). Universidad Autónoma Agraria. México. 45 p. Consultado el 25 de junio del 2019. Disponible en <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3677/T10997%20SANDOVAL%20SILVESTRE,%20ODILON%20%20%20TESIS.pdf?sequence=1>

Santos, G; Botta, F; Esperanza, C. 2005. Catálogo Acarológico de la Provincia de Sancti Spiritus Fitosanidad, vol. 9, núm. 2, junio, 3-15 p. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal Cuba.

SENASICA (El Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). 2019. Leprosis de los Cítricos (en línea). *Citrus leprosis virus*. Ficha Técnica No. 35, SADER (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural) México. Consultado el 4 de marzo del 2020. Disponible en <https://prod.senasica.gob.mx/SIRVEF/ContenidoPublico/Fichas%20tecnicas/Ficha%20T%C3%A9cnica%20de%20Leprosis%20de%20los%20c%C3%ADtricos.pdf>

SENASICA. 2013. Leprosis de los cítrico (Citrus leprosis virus C). Dirección General de Sanidad Vegetal - Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. México, D.F. Ficha Técnica No.35 27 p.

Tello, M; Briceño, V; Castillo, M. 2011. Parámetros biológicos de *Proprioseiopsis iorgius* sobre *Tetranychus desertorum* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). Revista Colombiana de Entomología 37 (1): 62-66 p. Colombia.

Torre, S. 2013. Nuevos registros de la familia Acaridae (Acaridae: Sarcoptiformes) en Cuba (en línea). Fitosanidad, vol. 17, núm. 3, diciembre. 151-154 p. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal La Habana, Cuba. Consultado el 28 de junio del 2019. Disponible: <https://www.redalyc.org/pdf/2091/209129856005.pdf>

Tullo, A; Gonzales, S. 2019. Guía técnica de cultivos de los cítricos (en línea), JICA (Agencia Japonesa de Cooperación Internacional). Universidad de El Salvador. San Lorenzo Paraguay. Consultado el 5 de febrero del 2019. Disponible en https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt_03.pdf

Universidad Lasallista. 2012. Cítricos: cultivo, poscosecha e industrialización Caldas: Corporación (en línea). El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y con la participación de CORPOICA C.I. La Selva, Itagüí, Colombia. Editorial Artes y Letras S.A.S. Consultado el 27 de jun. 2020. Disponible en <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/452/1/citricos.pdf>

USP (Universidad de Sao Paulo). 1997. Manual de Fitopatología, Volumen 2; enfermedades de las plantas cultivadas. Editorial Agronómica Ceres Brasil.

Vargas,T; Hernández, R; Gutiérrez, L; Plácido, D; Jiménez, C. 2007. Clasificación climática del estado de Tamaulipas, México CienciaUAT, vol. 2, núm. 2, octubre-diciembre.15-19 p. Universidad Autónoma de Tamaulipas Ciudad Victoria, México.

8. ANEXOS

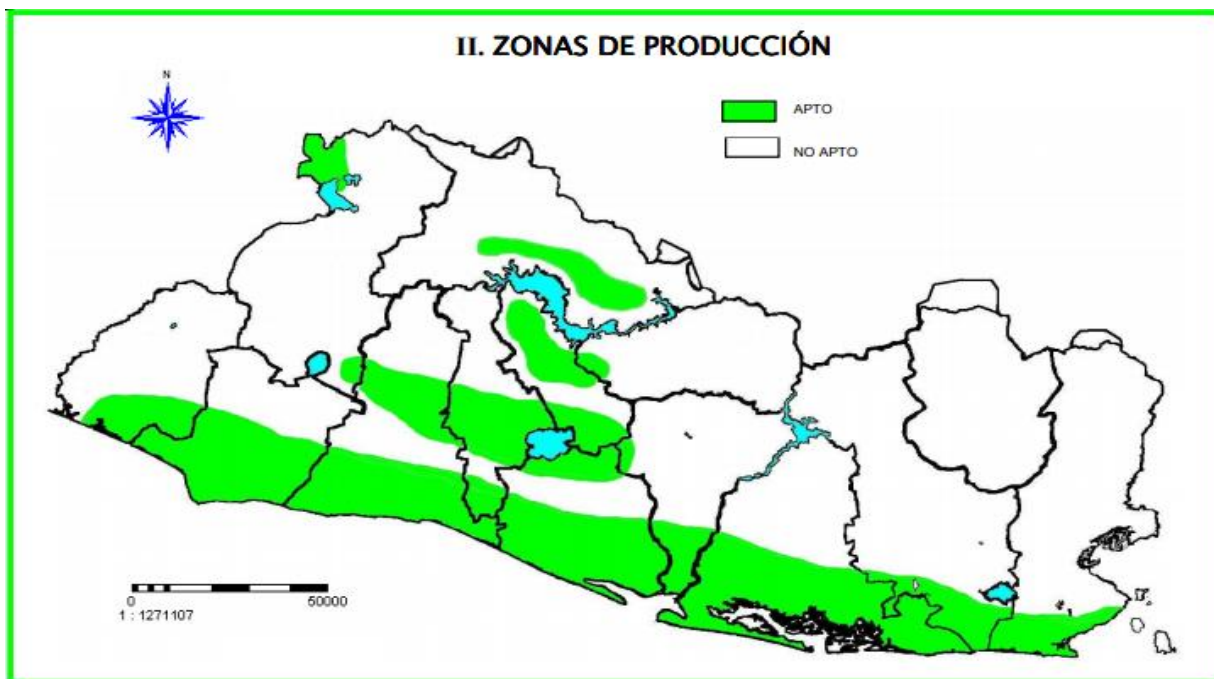


Figura A- 1. Zonas Aptas para la producción de cítricos en El Salvador

Fuente: IICA 2002.

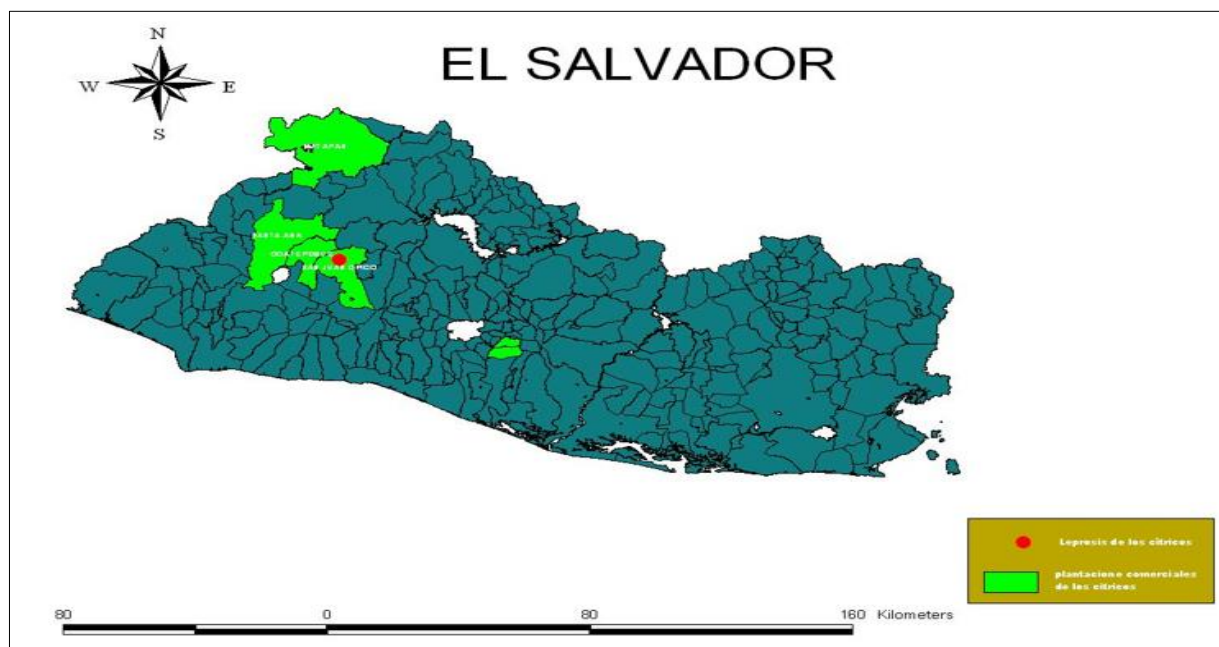


Figura A- 2. Distribución de la enfermedad en El Salvador.

Fuente: OIRSA 2015.

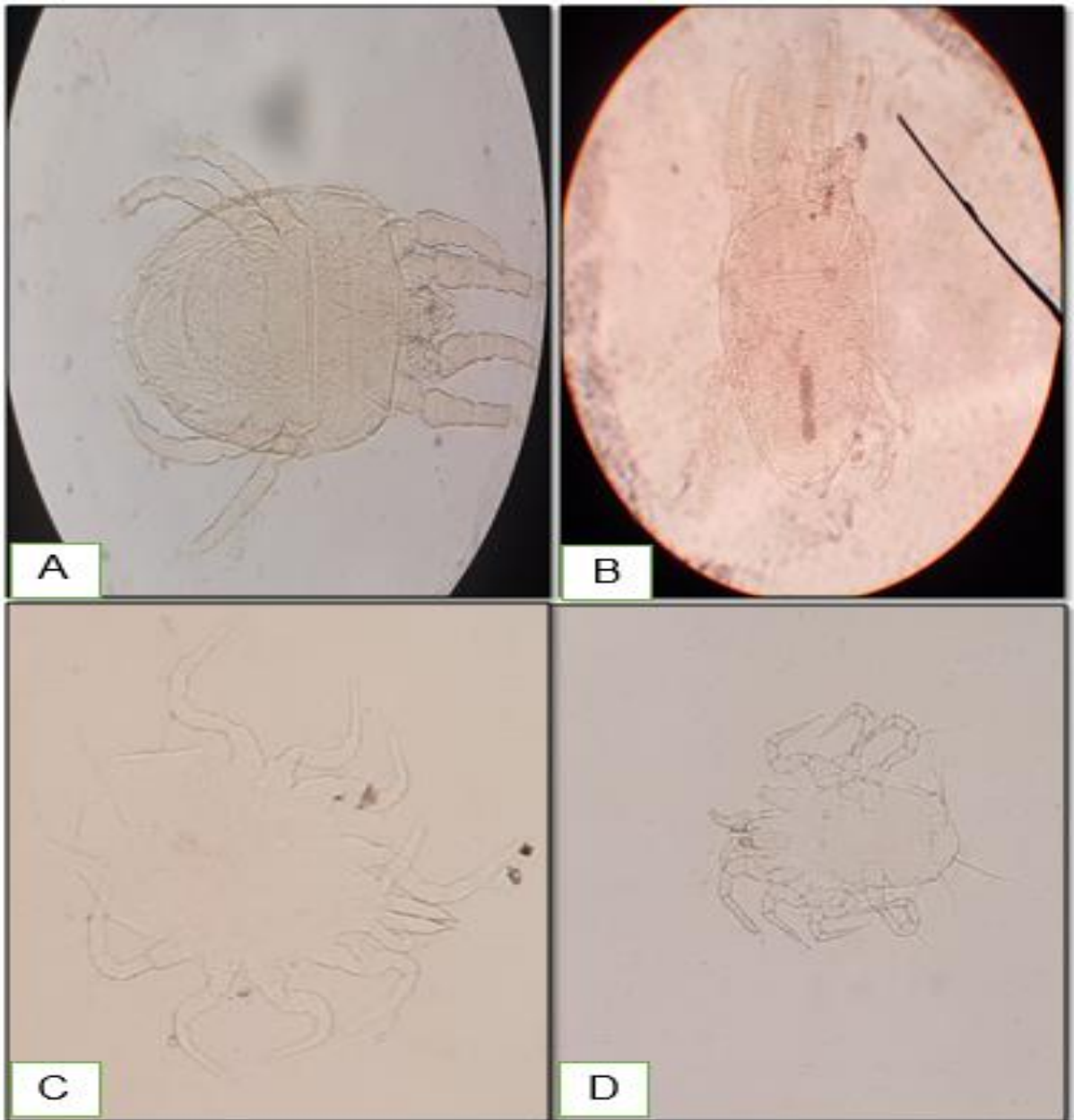


Figura A- 3. Ácaros identificados en San Juan Opico, La Libertad, El Salvador.

A. *Brevipalpus yothersi* Baker. B. *Brevipalpus californicus* Banks C. *Suidasia nesbitti* Hughes. D. *Proprioseiopsis* sp.

Fuente: elaboración propia

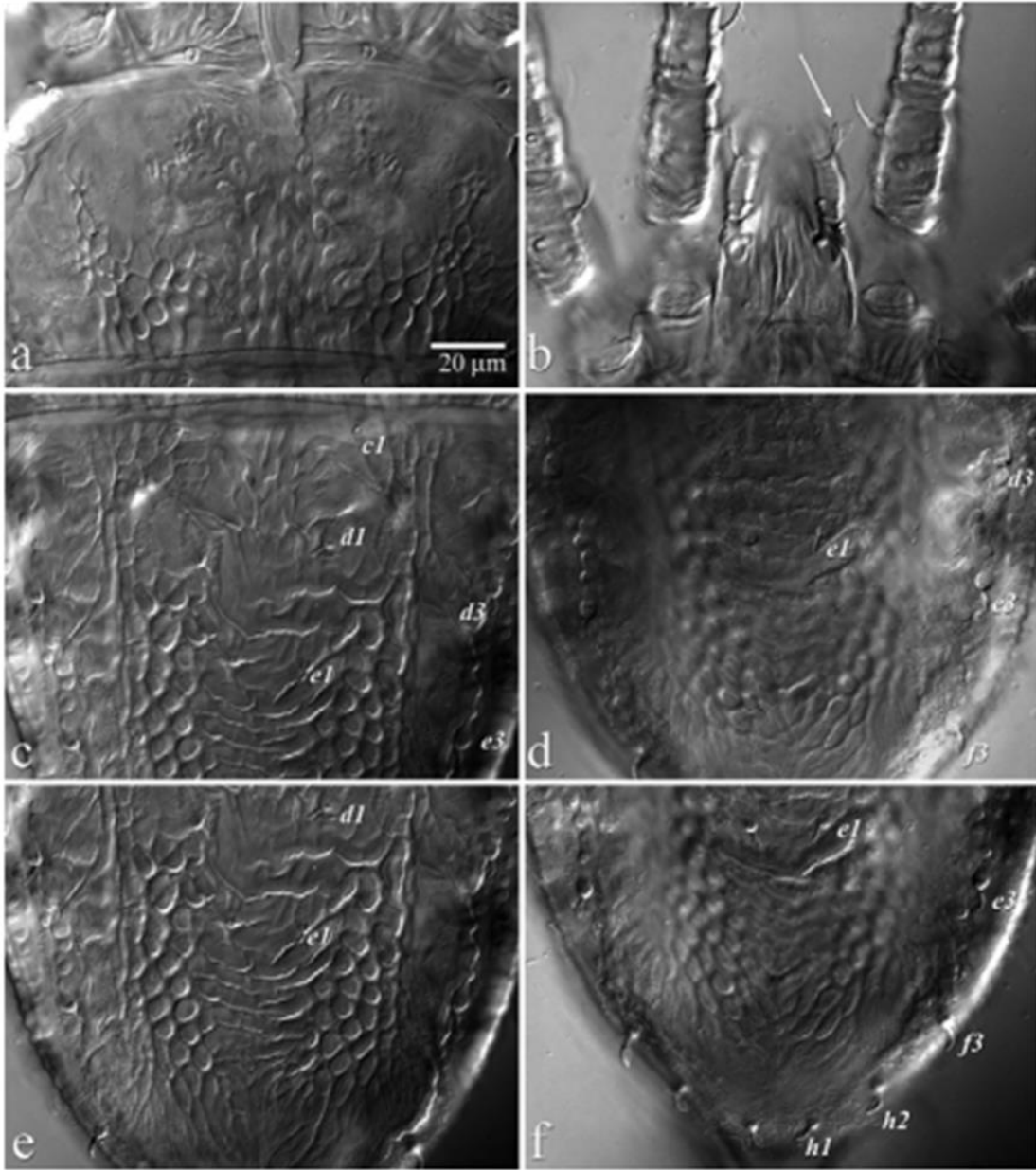


Figura A- 4. *Brevipalpus phoenicis* s.s. hembra.

a. prodorsum; B. gnatosoma (flecha indicando seta dorsal en palpo femorogenu); C. opistosoma dorsal anterior; d., e. opistosoma dorsal central; F. dorsal posterior opistosoma.

Fuente: Beard *et al.* 2015



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA
DIRECCION GENERAL DE SANIDAD VEGETAL Y ANIMAL
DIVISION DE CERTIFICACION FITOZOOSANITARIA PARA EL COMERCIO
Certificado Fitosanitario

N° E2020001269ST

Organización de Protección Fitosanitaria de EL SALVADOR
A: Organización(es) de Protección Fitosanitaria de USA

I. Descripción del envío

Nombre y dirección del exportador	JOSE ADAN SERPAS ORTIZ, COMUNIDAD NUEVA ESPERANZA, CTÓN ZAMORAN, JIQUILISCO, USULUTAN, EL SALVADOR
Nombre y dirección declarados del destinatario	RONALD OCHOA, PHD, DR. RONALD OCHOA SEL, ARS, USDA, BARC-W, 10300 BALTIMORE AVE, BLDG 005, ROOM 137 BELTSVILLE, MARYLAND 20705, USA, PHONE 301 5047890
Número y descripción de los bultos	10.0 UNIDADES
Marcas distintivas	-
Lugar de origen	EL SALVADOR
Medios de transporte declarados	AEREO
Punto de entrada declarado	-
Cantidad declarada y nombre del producto	0.1 KILOGRAMOS DE ACARO BREVIPALPUS PHOENICIS
Nombre botánico de las plantas	-

Por la presente se certifica que las plantas, productos vegetales u otros artículos reglamentados descritos aquí se han inspeccionado y/o sometido a ensayo de acuerdo con los procedimientos oficiales adecuados y se considera que están libres de las plagas cuarentenarias especificadas por la parte contratante importadora y que cumplen los requisitos fitosanitarios vigentes de la parte contratante importadora, incluidos los relativos a las plagas no cuarentenarias reglamentadas. Se considera que están sustancialmente libres de otras plagas.*

II. Declaración adicional

III. Tratamiento de desinfestación y/o desinfección

Fecha Tratamiento Producto químico (ingrediente activo)
Duración y temperatura
Concentración
Información adicional
Lugar de expedición OFICINA CENTRAL SANTA TECLA



Sello

Ing. Nedarío Antonio Lizano Sánchez

Fecha 13 de Noviembre de 2020

Esta Organización de Protección Fitosanitaria de EL SALVADOR y sus funcionarios y representantes declinan toda responsabilidad financiera resultante de este certificado.*
* Cálculo facultativa

Figura A- 5. Certificado fitosanitario.

Fuente:(MAG 2020)





 SYSTEMATIC ENTOMOLOGY LAB IDENTIFICATION REQUEST		Priority: <i>Urgent/Ochoa</i>	Lab Number: <i>2100025</i>
		Date Submitted: <i>November 16, 2020</i>	Number of Specimens: <i>10</i>
Name: <i>Jose Adas Serpas Ortiz</i>		Date Needed: <i>December 01, 2020</i>	Specimen Disposition: <input checked="" type="checkbox"/> Return <input type="checkbox"/> Keep/Discard
Address: <i>Comunidad Nueva Esperanza, Cdo. Zamorano, Jiquilista, Veracruz.</i>		Submitter's Reference Number: <i>049888-6</i>	Tentative Identification: <i>Breviparus</i>
Telephone: <i>+52 9893 2956</i> FAX: <i>+52 9894-9853</i>		Level of Identification Requested (select one): <input type="checkbox"/> Family <input type="checkbox"/> Genus <input checked="" type="checkbox"/> Species	
E-mail: <i>so14011@uvs.edu.sv</i> <i>adan94ortiz@gmail.com</i>		Host: <i>Citrus sp.</i>	
Affiliation: <input type="checkbox"/> APHIS/PPQ <input type="checkbox"/> Private Individual <input type="checkbox"/> ARS <input type="checkbox"/> Other Federal (US) <input type="checkbox"/> Commercial Organization <input type="checkbox"/> Other State Agency <input type="checkbox"/> US Department of Defense <input type="checkbox"/> Private University <input checked="" type="checkbox"/> Foreign <input type="checkbox"/> State Agriculture Agency <input type="checkbox"/> US Forest Service <input type="checkbox"/> State University		Reason for Identification: <input type="checkbox"/> A - Biological Control <input type="checkbox"/> B - Damaging Crop/Plants <input type="checkbox"/> C - Suspected Pest of Regulatory Concern <input type="checkbox"/> D - Stored Product Pest <input type="checkbox"/> E - Livestock, Wildlife, or Domestic Animal Pest <input type="checkbox"/> F - Danger to Human Health <input type="checkbox"/> G - Household Pest <input type="checkbox"/> H - Possible Immigrant <input type="checkbox"/> I - Reference Collection <input type="checkbox"/> J - Survey <input checked="" type="checkbox"/> K - Thesis/Dissertation <input type="checkbox"/> L - Other (elaborate below)	
Collecting Permits: <input type="checkbox"/> Required <input checked="" type="checkbox"/> Not Required If required, please submit copies with specimens.			
Submitter is willing to recognize identifier(s) via: <input type="checkbox"/> Co-authorship <input type="checkbox"/> Citation of relevant publication(s) authored by identifier(s) <input checked="" type="checkbox"/> Acknowledgement in published work <input type="checkbox"/> Other or N/A			
Project Description: <i>Research project of thesis in Agriculture Engineer,</i>			
Remarks: <i>Is necessary the identification of the species of the specimens, in El Salvador the limitations made this impossible.</i>			
		Communications & Taxonomic Services Unit - Systematic Entomology Laboratory Building 005 - Room 137 - BARC-West 10300 Baltimore Avenue - Beltsville - Maryland - 20705	
			
GMB 0516-0032-001-2 (7/2015) - SGL Identification Request			

Figura A- 6. Solicitud de Identificación de muestras de ácaros.

---IDENTIFICATIONS---

Acari	
Tenuipalpidae	
<i>Brevipalpus californicus</i> Banks	1
Note: <i>Brevipalpus californicus</i> s.l. Host: <i>Citrus sinensis</i>	
---Determined February 17, 2021 by Ronald Ochoa	
Entomologist, SEL	
Acari	
Tenuipalpidae	
<i>Brevipalpus yothersi</i> Baker	1
Note: Host: <i>Citrus sinensis</i>	
---Determined February 17, 2021 by Ronald Ochoa	
Entomologist, SEL	
Acari	
Phytoseiidae	
<i>Proprioseiopsis</i> sp.	1
Note: Other sex, life stage, or caste needed. No host data, <i>Citrus reticulata</i> ? This mite preys on Tetranychids, including <i>Brevipalpus</i> and its eggs. Potential biocontrol agent.	
---Determined February 17, 2021 by Ronald Ochoa	
Entomologist, SEL	
Acari	
Tenuipalpidae	
<i>Brevipalpus yothersi</i> Baker	1
Note: Host: <i>Citrus sinensis</i>	
---Determined February 17, 2021 by Ronald Ochoa	
Entomologist, SEL	
Acari	
Acaridae	
<i>Suidasia nesbitti</i> Hughes	1
Note: An Astigmata mite Host: <i>Citrus sinensis</i>	
(https://www.ipmimages.org/browse/subinfo.cfm?sub=7175)	
---Determined February 17, 2021 by Ronald Ochoa	
Entomologist, SEL	
Acari	
Tenuipalpidae	
<i>Brevipalpus californicus</i> Banks	2
Note: Females. <i>Brevipalpus californicus</i> s.l. Host: <i>Citrus sinensis</i>	
---Determined February 17, 2021 by Ronald Ochoa	
Entomologist, SEL	

Systematic Entomology Laboratory
 10300 Baltimore Avenue
 Building 005, Room 137
 Beltsville, Maryland 20705-2350
 USDA is an Equal Opportunity Provider and Employer

Figura A- 7. Identificación de ácaros encontrados durante la investigación.



Acari	
Tenuipalpidae	
<i>Brevipalpus californicus</i> Banks	1
Note: <i>Brevipalpus californicus</i> s.l. Host: <i>Citrus sinensis</i> female and immature, this mite was a little rounded in shape and the reticulation was not strong, it may be a different than the other ones...	
---Determined February 17, 2021 by Ronald Ochoa Entomologist, SEL	
Acari	
Tenuipalpidae	
<i>Brevipalpus californicus</i> Banks	2
Note: <i>Brevipalpus californicus</i> s.l. Host: <i>Citrus sinensis</i> Strong irregular reticulation on the prodorsum. 2 females	
---Determined February 17, 2021 by Ronald Ochoa Entomologist, SEL	
Acari	
Tenuipalpidae	
<i>Brevipalpus yothersi</i> Baker	8
Note: Mix population, reticulated dorsum.	
---Determined February 17, 2021 by Ronald Ochoa Entomologist, SEL	
Acari	
Tenuipalpidae	
<i>Brevipalpus californicus</i> Banks	7
Note: Mix population, reticulated dorsum.	
---Determined February 17, 2021 by Ronald Ochoa Entomologist, SEL	


Lucrecia H. Rodriguez, Museum Specialist

Communication & Taxonomic Service Unit
Systematic Entomology Lab., USDA
B-005, Rm 136 BARC-West
10300 Baltimore Avenue
Beltsville, MD 20705
(301) 504-5422 office
(301) 504-6450
lucrecia.rodriguez@usda.gov

Systematic Entomology Laboratory
10300 Baltimore Avenue
Building 005, Room 137
Beltsville, Maryland 20705-2360
USDA is an Equal Opportunity Provider and Employer

Figura A- 8. Identificación de ácaros encontrados durante la investigación.

FT 2.6.1
28/08/2020 R:0 V:1

 **MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA**
LABORATORIO DE DIAGNÓSTICO VEGETAL
INFORME DE RESULTADOS

Código de muestra: MO20102103
N° de serie: 1521

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Nombre del Solicitante: José Adán Serpas Ortiz Teléfono: _____
Dirección: _____ País de Origen: _____
Departamento: La Libertad Municipio: Quezaltepeque
Cantón: _____ Caserio/Finca: _____
Enviada por: José Adán Serpas Ortiz Código De Vig/ Certif Cuarent: _____

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Muestra: Laminillas con especímenes Parte del vegetal: _____
Cultivo: Naranja y Mandarina Peso / Cantidad : _____ Área del Cultivo: _____
Análisis solicitado :
 Entomológico Nematológico Micológico PCR Algas
 Caracoles Bacteriológico Acarológico Malezas Virus Citros: _____
Fecha de recepción: 21/10/2020 Fecha de análisis: 27/10/2020 Fecha de reporte: 28/10/2020

RESULTADO

Las laminillas presentaron ácaros del género **Brevipalpus sp.** (Trombidiformes: Tenuipalpidae).

OBSERVACIONES

- Los resultados expresados en el presente certificado de análisis corresponde única y exclusivamente a las muestras ensayadas.
- Prohibida la reproducción total o parcial, sin la autorización por escrito del laboratorio.
- Los datos no tienen validez si presentan algún borrón o enmendadura.
- El laboratorio no realiza actividades de muestreo.

F: 
Ing. Luis Ángel Huezto Abarca.
Técnico Responsable

F: 
Ing. José Adán Flores Chona.
Jefe Laboratorio de Diagnóstico Vegetal

LABORATORIO CENTRAL, CANTÓN EL MATAZANO, SOYAPANGO
SAN SALVADOR, EL SALVADOR
TELEFAX: 2202-0812, TELEFONO: 22020817; 2202-0818

Figura A- 9. Informe de resultados de muestra de acaro.

Fuente: (MAG 2020)

Cuadro A- 1. Principales carencias que pueden presentarse en ecocitricultura, y forma de contrarrestarla (los porcentaje entre paréntesis indica la riqueza en el elemento aportado; S.C= Síntomas de carencia).

NUTRIENTE	FORMA DE FERTILIZAR	OBSERVACIONES
Nitrógeno (N) S.C.: amarilleo general, reducción del vigor, exceso de caída de flores y frutos, quedando pequeños.	- Abonos verdes con leguminosas (entre 50 y 200 kg de N/ha). - Añadir purín de ortigas, residuos de pescado (4-10%) o tortas oleaginosas al compost o estiércol. - Guano (13 %) - Estiércoles ricos en N (gallinaza, purines, etc.) - Otras materias a base de subproductos (riquezas del 4 al 10%)	- Mediante las hierbas adventicias o acolchados se impide su lixiviación. - Añadir al compost los residuos de purín y gallinaza, hasta rebajar la C/N a 25-30. - Los estiércoles están prohibidos si son de granja intensiva.
Magnesio (MgO) S.C.: hojas con amarilleo en punta de flecha (V invertida)	- Calizas dolomíticas (18%) y magnesita (60%) en tierra ácida. - Algas (3-8%) en ácidas. - Patenkali (8%) kieserita (20-27%) y eponita (16%) en tierras básicas. - Rocas silíceas (2-7%)	- Según necesidades: eponita a 200 kg/ha, mezclado en el estiércol (o bien, 0,5-1 kg/árbol) Rocas silíceas: 300-2000 kg/ha. - Foliar: 0,2-0,5% (p/v)
Hierro (Fe) S.C.: hojas con color amarillo y nervios verdes, brotes poco vigorosos.	- Extractos de algas con oligoelementos. - Fe: sulfato ferroso o férrico (19 y 23%) fritas (40%)	- Fe: 10 a 25 kg/t de estiércol en sulfato ferroso (5 kg/árbol) Foliar: 0,1 %.
Cinc (Zn)	- Zn: sulfatos (36%) óxidos (80%) carbonatos (52%)	- Zn: 20-400 g/árbol, en sulfato. Foliar: 0,1-0,2%.
Manganeso (Mn)	- Mn: sulfatos (24%) óxidos (70%) carbonatos (31%)	- Mn: foliar 0,4%, en inicio de brotación

Fuente: (Domínguez 2011)

Cuadro A- 2. Estadística descriptiva: medidas de tendencia central.

Estadísticos						
		HR	Temperatura	Precipitación	PromedioAc aro	promedioHue vos
N	Válido	8	8	8	8	8
	Perdidos	0	0	0	0	0
Media		71.9175	24.8250	1.8737	2.2875	1.6300
Mediana		70.3800	24.6500	.1000	1.7500	1.4400
Moda		66.48 ^a	24.40 ^a	.10 ^a	1.13 ^a	.56 ^a
Desv. Desviación		4.97151	.49208	5.01749	1.17417	.85212
Varianza		24.716	.242	25.175	1.379	.726
Asimetría		.619	1.200	2.827	.523	.173
Error estándar de asimetría		.752	.752	.752	.752	.752
Curtosis		-.961	-.267	7.995	-2.016	-2.022
Error estándar de curtosis		1.481	1.481	1.481	1.481	1.481
Mínimo		66.48	24.40	.00	1.13	.56
Máximo		79.07	25.60	14.29	3.88	2.69
Percentiles	25	67.3350	24.4500	.0250	1.2975	.8900
	50	70.3800	24.6500	.1000	1.7500	1.4400
	70	75.2270	24.9700	.2000	3.4820	2.4850
	75	77.6975	25.3750	.2000	3.6350	2.5525
a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.						

Cuadros para las variables promedio de ácaros y promedios de huevos.

Cuadro A- 3. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra		
		Residuo no Estandarizado
N		8
Parámetros normales ^{a,b}	Media	.0000000
	Desv. Desviación	.32774417
Máximas diferencias extremas	Absoluto	.227
	Positivo	.203
	Negativo	-.227
Estadístico de prueba		.227
Sig. asintótica(bilateral)		.200 ^{c,d}
a. La distribución de prueba es normal.		
b. Se calcula a partir de datos.		
c. Corrección de significación de Lilliefors.		
d. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.		

Cuadro A- 4. Análisis de Varianza

ANOVA^a						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	8.899	1	8.899	71.010	.000 ^b
	Residuo	.752	6	.125		
	Total	9.651	7			
a. Variable dependiente: PromedioAcaro						
b. Predictores: (Constante), promedioHuevos						

Cuadro A- 5. Resumen del modelo.

Resumen del modelo^b				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	.960 ^a	.922	.909	.35400
a. Predictores: (Constante), promedioHuevos				
b. Variable dependiente: PromedioAcaro				

Cuadro A- 6. Estimación de parámetros o coeficientes de regresión

Coeficientes^a						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Desv. Error	Beta		
1	(Constante)	.131	.285		.459	.662
	promedioHuevos	1.323	.157	.960	8.427	.000

Cuadros para las variables promedio de ácaros y promedios de temperaturas.

Cuadro A- 7. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra		
		Residuo no Estandarizado
N		8
Parámetros normales^{a,b}	Media	.0000000
	Desv. Desviación	.74733639
Máximas diferencias extremas	Absoluto	.287
	Positivo	.287
	Negativo	-.156
Estadístico de prueba		.287
Sig. asintótica(bilateral)		.051 ^c
a. La distribución de prueba es normal.		
b. Se calcula a partir de datos.		
c. Corrección de significación de Lilliefors.		

Cuadro A- 8. Análisis de Varianza

ANOVA^a						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	5.741	1	5.741	8.811	.025 ^b
	Residuo	3.910	6	.652		
	Total	9.651	7			
a. Variable dependiente: PromedioAcaro						
b. Predictores: (Constante), Temperatura						

Cuadro A- 9. Resumen del modelo

Resumen del modelo^b				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	.771 ^a	.595	.527	.80722
a. Predictores: (Constante), Temperatura				
b. Variable dependiente: PromedioAcaro				

Cuadro A- 10. Estimación de parámetros o coeficientes de regresión

Coeficientes^a						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Desv. Error	Beta		
1	(Constante)	-43.401	15.395		-2.819	.030
	Temperatura	1.840	.620	.771	2.968	.025

Cuadros para las variables promedio de huevos y promedios de temperaturas.

Cuadro A- 11. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra		
		Residuo no Estandarizado
N		8
Parámetros normales ^{a,b}	Media	.0000000
	Desv. Desviación	.49749961
Máximas diferencias extremas	Absoluto	.244
	Positivo	.244
	Negativo	-.171
Estadístico de prueba		.244
Sig. asintótica(bilateral)		.177 ^c
a. La distribución de prueba es normal.		
b. Se calcula a partir de datos.		
c. Corrección de significación de Lilliefors.		

Cuadro A- 12. Análisis de Varianza

ANOVA^a						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	3.350	1	3.350	11.602	.014 ^b
	Residuo	1.733	6	.289		
	Total	5.083	7			
a. Variable dependiente: promedioHuevos						
b. Predictores: (Constante), Temperatura						

Cuadro A- 13- Resumen del modelo.

Resumen del modelo^b				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	.812 ^a	.659	.602	.53736
a. Predictores: (Constante), Temperatura				
b. Variable dependiente: promedioHuevos				

Cuadro A- 14. Estimación de parámetros o coeficientes de regresión-

Coeficientes^a						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Desv. Error	Beta		
1	(Constante)	-33.271	10.248		-3.247	.018
	Temperatura	1.406	.413	.812	3.406	.014
a. Variable dependiente: promedioHuevos						

Apéndice

Apéndice A. Resultados de análisis de Estadística descriptiva: medidas de tendencia central

Resultados de análisis de Estadística descriptiva: medidas de tendencia central

Para Los Bajíos, San Juan Opico, La Libertad,

Según el cuadro A-2, los resultados de la observación de la Humedad Relativa (%) fueron, un promedio de 71.92%, una Desviación Estándar (DE) de 4.97, una Mediana de 70.38, Moda de 66.48^a, un valor máximo de 79.07% y un valor mínimo de 66.48% (Min. 66.48%-Max.79.07%, prom. 71.92% \pm 4.97).

Los resultados de la observación de la Temperatura (T°) fueron, un promedio de 24.82%, una Desviación Estándar (DE) de 0.49, una Mediana de 24.65, Moda de 1.13^a, un valor máximo de 25.60% y un valor mínimo de 24.40% (Min. 24.40%-Max. 25.60%, prom. 24.82% \pm 0.49).

Los resultados de la observación de la precipitación (mm) fueron, un promedio de 1.87%, una Desviación Estándar (DE) de 5.02, una Mediana de 0.10, Moda de 0.56^a, un valor máximo de 14.29% y un valor mínimo de 0.00% (Min. 0.00%-Max. 14.29%, prom. 1.87% \pm 5.02).