

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN**

Nombre de la investigación

Código: AI-2109

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

Título a obtener: Ingeniero Agrónomo

Autores:

Nombres, apellidos	Institución y dirección	Teléfono y E-mail	Firma
José Adán Serpas Ortiz	Usulután, Jiquilisco, cantón, Zamorán, comunidad Nueva Esperanza	7873-2456 so14011@ues.edu.sv	
Fredy Arturo Rivera Mejía	Km 9,carretera troncal del norte, Cantón San Laureano, caserío Los Mejía, Ciudad Delgado, San Salvador	7561-3423 fredyarturoriveramejia@gmail.com	
Ing. Agr. M.Sc. Rafael Antonio Menjívar Rosa	Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Protección vegetal.	7940-0113 rafael.menjivar@ues.edu.sv	
Ing. Agr. M.Sc. Andrés Wilfredo Rivas Flores	Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Protección vegetal.	7938-4988 andres.rivas1@ues.edu.sv	

Visto bueno:

Coordinador General de Procesos de Graduación del Departamento : Firma:
Ing. Agr. M.Sc. Rafael Antonio Menjívar Rosa

Director General de Procesos de Graduación de la Facultad: Firma:
Ing. Agr. Enrique Alonso Alas García

Jefe del Departamento: Firma:
Ing. Agr. M.Sc. Andrés Wilfredo Rivas Flores

Sello:

Lugar y fecha: Ciudad Universitaria, Noviembre 2021

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

Serpas-Ortiz, JA¹(*); Rivera-Mejía, FA¹; Menjívar-Rosa² (**), RA; Rivas-Flores, AW².

Resumen

El presente estudio inicio en octubre de 2019 y finalizó en febrero de 2021, en el Municipio de San Juan Opico, Departamento de la Libertad. El objetivo fue determinar la dinámica poblacional de los estadios biológicos del ácaro *Brevipalpus* spp asociado a la leprosis de los cítricos. Los muestreos se realizaron en arboles de naranja dulce (*Citrus sinensis*) y mandarina (*Citrus reticulata*), en donde la copa de los árboles se dividió en cuatro secciones, de los cuales se recolectaba cuatro hojas y frutos. Las variables tomadas en campo fueron la temperatura, humedad relativa y la precipitación promedio del lugar. Las muestras fueron procesadas en laboratorio, utilizando el estereoscopio. 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, Estados Unidos. Para el análisis de los datos se utilizó la correlación de Pearson, relacionando los factores ambientales humedad relativa, temperatura, además; un análisis descriptivo, tablas resumen, análisis de regresión lineal simple. En los resultados existe una correlación entre la variable temperatura y los promedios de ácaros y promedios de huevos, entre los meses de octubre 2019 a febrero 2020, época lluviosa y seca del año, existe una mayor densidad poblacional de huevos y ácaros, con una densidad promedio de 3.88 ácaros/muestreo, y 1.75 promedio huevos/muestro, además se encontraron las siguientes especies de ácaros de importancia, *Brevipalpus californicus*, *Brevipalpus yothersi*, *Proprioseiopsis Sp*, *Suidasia nesbitti*.

Palabras claves: *Brevipalpus* spp, leprosis de los cítricos, ácaros asociados a la leprosis de los cítricos.

Abstract.

This study began in October 2019 and ended in February 2021, in the Municipality of San Juan Opico, Department of La Libertad. The objective was to determine the population dynamics of the biological stages of the *Brevipalpus* spp mite associated with citrus leprosis. The samplings were carried out in sweet orange (*Citrus sinensis*) and mandarin (*Citrus reticulata*) trees, where the canopy of the trees was divided into four sections, of which four leaves and fruits were divided. The variables taken in the field were the temperature, the relative humidity and the average precipitation of the place. The samples were processed in the laboratory, using the stereoscope. To be able to mount and preserve the mites, the Hoyer medium was used and for

¹ Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Protección Vegetal, Estudiantes tesistas.

² Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Protección Vegetal, Docentes Directores.

¹ University of El Salvador, Faculty of Agronomic Sciences, Department of Plant Protection, thesis students.

² University of El Salvador, Faculty of Agronomic Sciences, Department of Plant Protection, Teachers Directors.

identification it was necessary to send the samples to the Communication and Taxonomic Services Unit of the USDA-ARS Systematic Entomology Laboratory, United States. For data analysis, Pearson's correlation was used, relating environmental factors, relative humidity, temperature, in addition; a descriptive analysis, summary tables, simple linear regression analysis. In the results there is a correlation between the temperature variable and the averages of mites and averages of eggs, between the months of October 2019 to February 2020, the rainy and dry season of the year, there is a higher population density of eggs and mites, with a density In addition, the following important mite species were found on average, *Brevipalpus californicus*, *Brevipalpus yothersi*, *Proprioseiopsis* Sp, *Suidasia nesbitti*.

Key words: *Brevipalpus* spp, citrus leprosis, mites associated with citrus leprosis.

1. INTRODUCCIÓN.

La producción de cítricos en El Salvador se ve amenazada por una enfermedad llamada Leprosis de los cítricos, que es transmitida por ácaros del género *Brevipalpus* spp. En el género citrus se encuentran especies de importancia a cuidar como el limón *Citrus limón*, naranjo dulce *C sinensis*, naranjo agrio *C aurantium*, lima agria *C aurantifolia* (Tullo y Gonzales 2019). 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 (Universidad Lasallista 2012). Los cítricos son comercializados en los mercados locales, e internacionales, son de importancia en la alimentación de las personas, y genera miles de empleos (Corporación Colombia Internacional 2000).

Los ácaros del género *Brevipalpus* spp fueron encontrado atacando plantas ornamentales y cultivos de cítricos, estas especie se encuentra dispersa por todo el mundo, frecuentemente se encuentra dañando tallos, frutos y hojas (Ochoa y Aguilar 1988). Dentro del género se encuentran tres especies de ácaros falsos de la familia Tenuipalpidae: *Brevipalpus californicus*, *B. obovatus* y *B. phoenicis*. Las especies están asociadas con la propagación de la enfermedad leprosis de los cítricos (Qureshi *et al.* 2020). El ciclo biológico del acaro presenta los siguientes estadios la hembra llega al estado adulto, y es de color rojo o amarillo rojizo, el adulto macho: tiene color rojo anaranjado, el huevo es rojo, anaranjado o amarillento, ovalado, la larva es rojiza, las ninfas, invernan en estado de adulto debajo de la corteza, tiene pocas generaciones anuales y su ciclo es lento. El acaro suele verse en colonias en plantaciones de cítricos, es una plaga muy polífaga encontrándose sobre numerosas especies, el daños, se produce 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 (Bayer Crops Science 2008). El manejo de ácaros dañinos, exige la aplicación de criterios integrales los acaros se pueden controlar con la siguientes medidas, el control biológico con el uso de población de ácaros depredadores que integran la familia Phytoseiidae fitoseidos, y el uso de pesticidas selectivos una medida complementaria de control es el mejoramiento genético de las plantas de cítricos (COPEFRUT 2007).

El principal riesgo de no poder controlar el acaro es el desarrollo de la enfermedad leprosis de los cítricos, producida por un virus tipo baciliforme que afecta principalmente naranjos y mandarinos (León *et al.* 2006). El virus leprosis de los cítricos se transmite a través de los

ácaros del género *Brevipalpus* spp que se encuentran principalmente en climas tropicales y subtropicales (Childers *et al.* 2001). El *Citrus leprosis virus* variante citoplasmática no interfiere en la biología del ácaro. 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 tipos de virus de la leprosis de los cítricos 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, 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, el mejor control del virus es el uso y búsqueda de especies resistente (Roy *et al.* 2015).

Por lo tanto, conocer la dinámica poblacional de *Brevipalpus* spp, es importante para el sector citrícola, ya que este tipo de plagas y enfermedades se encuentran desconocidas y pueden llegar a generar pérdidas económicas en el sector, para ello se estudió la variación que experimento el desarrollo de la población de ácaros del género *Brevipalpus* spp. En consideración a los elementos anteriores el objetivo del presente trabajo fue determinar la dinámica poblacional de los estadios biológicos del ácaro *Brevipalpus* en los árboles de cítricos

2. MATERIALES Y MÉTODOS.

2.1 Localización

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.

2.2 Metodología de campo.

Delimitación del estudio, para el estudio se delimitaron 1.4 hectáreas (Figura 1) cultivadas de cítricos (*Citrus reticulata* y *Citrus sinensis*), se seleccionaron ocho árboles de manera aleatoria entre *Citrus reticulata* y *Citrus sinensis*. Los muestreos se realizaron en ocho árboles seleccionados aleatoriamente, los cuales quedaron definidos e identificados con un listón rojo y un nudo; el nudo representaba el número de árbol seleccionado, estos se llevaron a cabo dividiendo el árbol en cuadrantes (Norte, Sur, Este y Oeste). Por cada uno se tomaron cuatro hojas jóvenes, colocando las muestras 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.

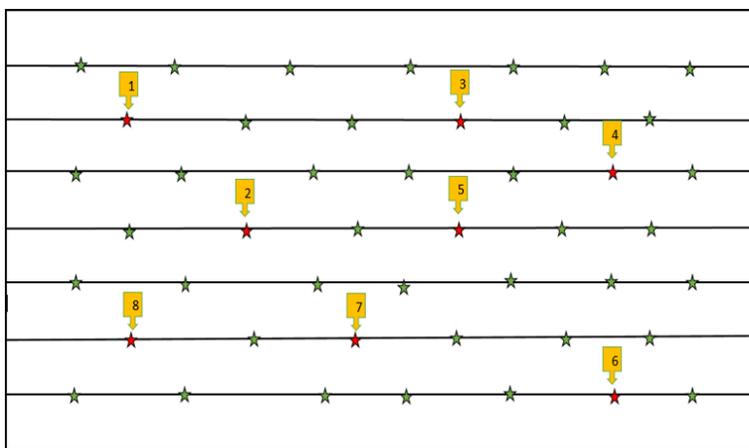


Figura 1. Parcela delimitada

La recolección de cada una de las muestras de los árboles seleccionados (Figura 2) 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 escalera que permitía alcanzar correctamente muestras de hojas jóvenes de cada árbol. Luego de recolectadas las muestras se trasladaban al laboratorio 3 del Departamento de Protección Vegetal de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. La temperatura y humedad relativa, fueron tomadas a través de un higrómetro que se colocaba en el centro de la parcela de muestreo en un árbol seleccionado como punto de toma de temperatura y humedad relativa. El higrómetro 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 higrómetro media a las 9am. Los datos registrados de temperatura y humedad relativa se utilizaron para analizar la relación que estos tiene sobre la dinámica poblacional de *Brevipalpus* spp, mediante el análisis de correlación de Pearson.

2.3 Metodología de laboratorio.

Consistió en la identificación taxonómica de los organismos recolectados durante los muestreos, 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. Los ácaros eran extraídos delicadamente con una aguja fina y 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.

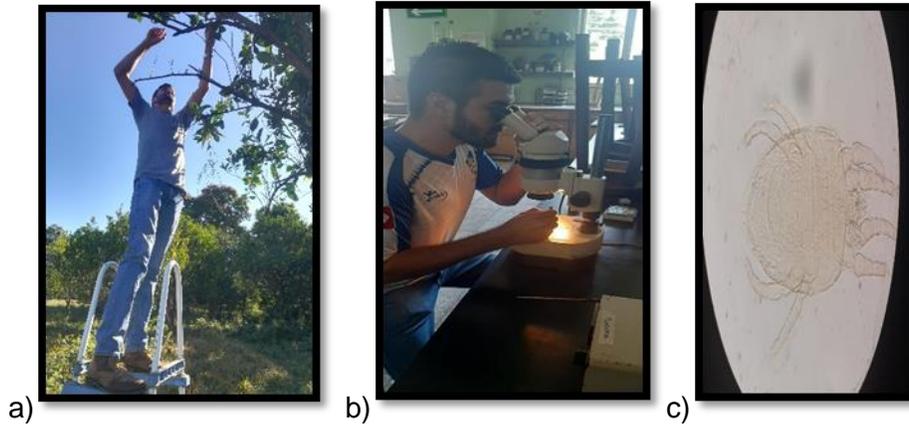


Figura 2. a) Recolección de las muestras en la parcela, b) identificación del ácaro en el microscopio, c) sellado y secado de las muestras.

2.3.1 Montaje de las muestras.

El procedimiento fue depositar el alcohol 70% 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.

2.3.2 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 con atención al Dr. Ronald Ochoa. 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 y de envío requeridos por el operador logístico además de ir debidamente cumpliendo con los requisitos de presentación estándar de Systematic Entomology Laboratory (SEL). Incluyendo una copia completa del formulario de solicitud de identificación de SEL, ARS-748. Las muestras con llevaban una descripción que detalla toda información de las circunstancias en que fueron recolectadas: País, departamento, municipio, ubicación específica del hospedero, fecha de recolección, nombre del recolector.

2.4 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.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

3.1 Identificación taxonómica de los ácaros encontrados.

Se encontraron 4 especies de ácaros (Cuadro 1), que incluyen a *Brevipalpus californicus* Banks, *Brevipalpus yothersi* Baker (antes *Brevipalpus phoenicis*) que pueden transmitir la enfermedad de la leprosis de los cítricos, siendo el principal vector el ácaro *Brevipalpus yothersi* Baker. Por otro lado, se reportan ácaros depredadores de la familia Phytoseiidae (*Proprioseiopsis* sp) y a un acaro miembro de la familia Acaridae (*Suidasia nesbitti* Hughes) 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.

Cuadro 1. Identificación taxonómica de los ácaros.

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

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. El Dr. Ronald Ochoa estudió e identificó un total de 25 ácaros.

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

Los registros obtenidos en la estación climatológica (San Andrés), permitieron determinar que los muestreos que presentaron las mayores densidades poblacionales (Cuadro 2) de especímenes (huevos y adultos) de ácaros fueron: muestreo (1) con una densidad promedio de 3.88 ácaros/muestreo y muestreo (8) de 2.69 huevos/muestreo. Y los muestreos realizados 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 3).

Cuadro 2. Densidad poblacional de ácaros en la zona de los Bajíos, municipio de San Juan Opico, La Libertad.

Muestreos	HR (%)	Tem (°C)	Preci (mm)	promedio ácaros/muestreos	promedio huevos/muestro
1	73.58	25.6	14.29	3.88	2.59
2	79.07	24.4	0.2	1.13	0.56
3	79.07	24.4	0.2	1.47	1.04
4	66.48	24.6	0.1	2.03	1.75
5	66.48	24.6	0.1	1.44	0.84
6	70.38	24.7	0	1.25	1.13
7	70.38	24.7	0	3.72	2.44
8	69.9	25.6	0.1	3.38	2.69

Según Ruíz *et al.* (2006), el clima en que los ácaros se desarrollaron es cálido, pero con las siguientes variaciones por estaciones se presenta 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; Durante el tiempo del estudio de octubre 2019 a febrero 2020, que abarca la época lluviosa y seca del año, se determinó que existe una mayor densidad poblacional de huevos y ácaros durante la época seca siendo estable de los muestreos 7 y 8.

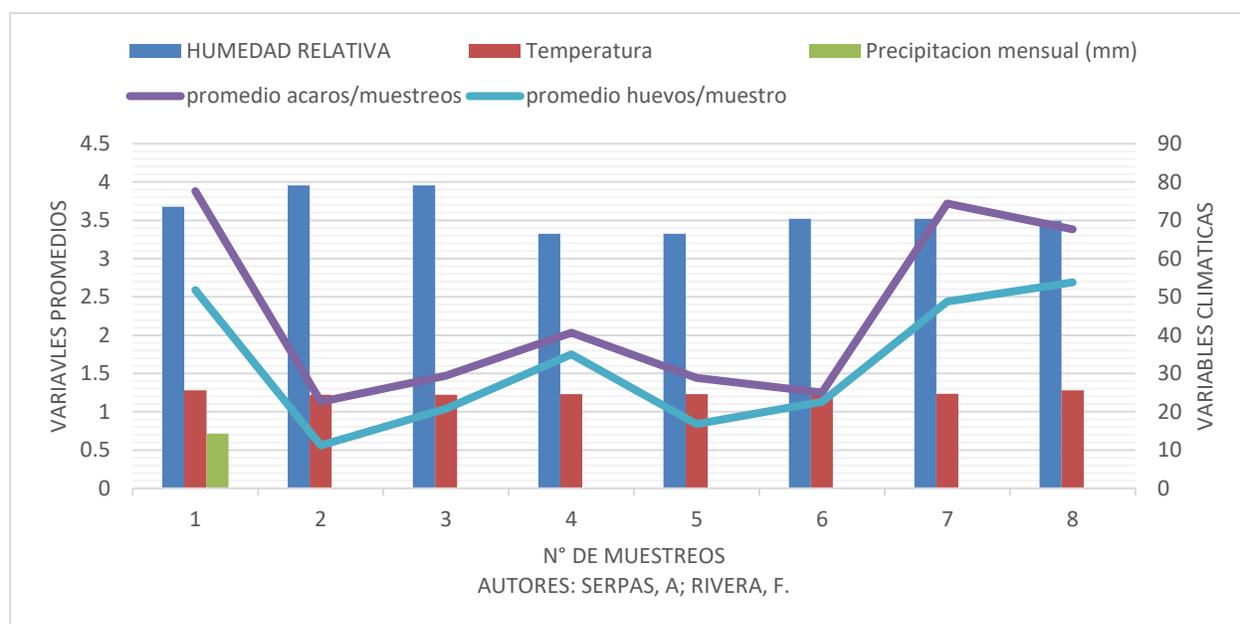


Figura 3. Población promedio de ácaros y condiciones climáticas registradas en la Finca Los Bajíos, con un muestreo “Al azar”.

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 son octubre, diciembre, enero y febrero (Figura 4). Según Quirós *et al.* (2011) la fluctuación

poblacional del *B. phoenicis* varía 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 en que las fluctuaciones de la población variando por los diferentes factores no tomados en cuenta en la investigación.

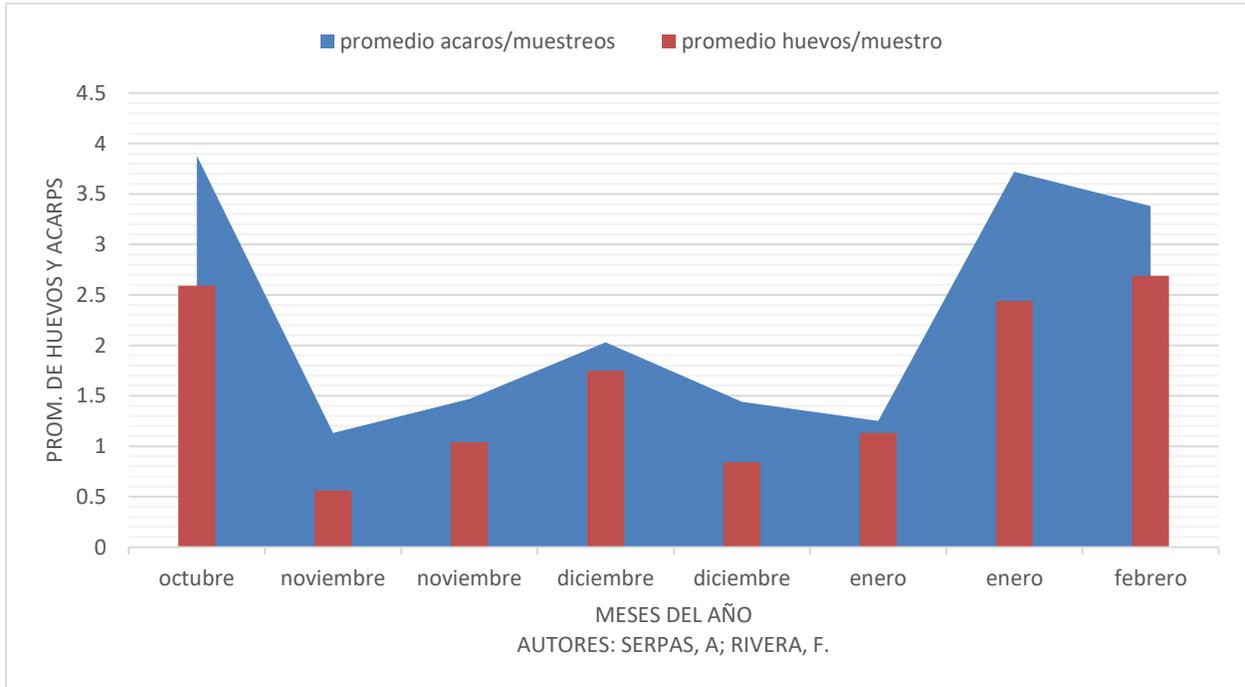


Figura 4. Población promedio de huevos y ácaros durante los meses de octubre a noviembre.

3.3 Resultados de factores bióticos y abióticos para la zona de Los Bajíos.

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

Cuadro 3. Factores biológicos y físicos para la zona de Los Bajíos, municipio de San Juan Opico, La Libertad.

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

Análisis de correlación de Pearson y regresión lineal simple (Cuadro 4). Se aplicó el coeficiente de correlación de Pearson, resultando altamente significativas las variables promedio de ácaros y promedio de huevos teniendo una correlación directa. Las variables temperatura junto a la de promedio de ácaro y promedio de huevos 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. 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 kolmogov-smirnov 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, ya que el p-valor de la fuente de variación resulto 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. 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, el 92.22% de la variación existente de la producción promedio de ácaros está siendo explicada por la ecuación de regresión. Y el error cuadrático medio, RMSE=0.4654, siendo esta una ecuación regresión relativamente predictivo.

Cuadro 4. Análisis de correlación de Pearson

		Correlaciones				
		HR	Temperatura	Precipitación	PromedioÁcaro	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
PromedioÁcaro	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).

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 5).

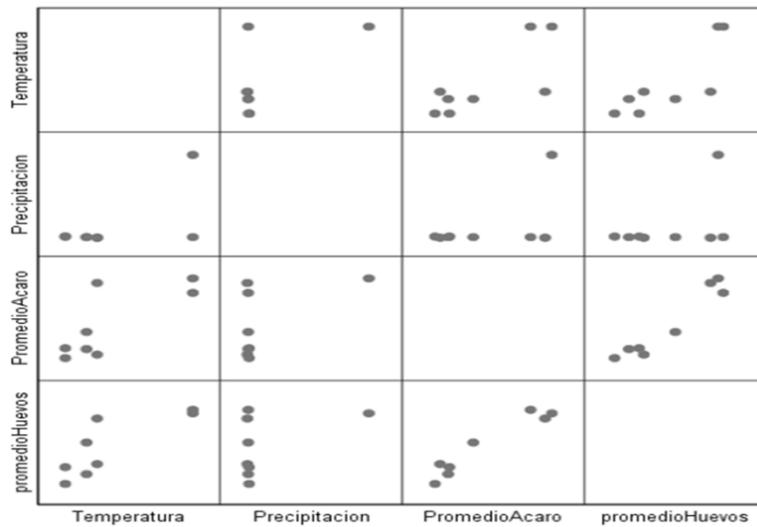


Figura 5. Diagrama de dispersión lineal simple.

El Análisis para las variables promedio de ácaros y promedios de temperaturas, nos indica que existe una correlación directa entre las variables promedio de ácaros y promedio de temperatura. El coeficiente de correlación de Pearson indica significativas las variables promedio de ácaros y promedio de temperatura teniendo una correlación directa. La ecuación de regresión lineal simple con el método de mínimos cuadrados usando la tabla de coeficientes da como resultado 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. $y = 1.840x$. El Análisis para las variables promedio de huevos y promedios de temperaturas indica que existe una correlación directa entre las variables promedio de huevos y promedio de temperatura. Se aplicó el coeficiente de correlación de Pearson resultando significativas las variables

promedio de huevos y promedio de temperatura teniendo una correlación directa según el signo de la correlación. La estimación de la ecuación de regresión lineal simple con el método de mínimos cuadrados usando la tabla de coeficientes da como resultado la siguiente 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. $y = 1.406x$. De acuerdo con Hernández *et al.* (2015), 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, 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.

5. CONCLUSIONES.

Brevipalpus sp estuvo presente en la Finca los Bajíos durante Octubre a febrero y de acuerdo a los estadios del vector se presentó de mayor a menor densidad promedio de acaro adulto (1° muestreo: 3.88 ácaros/muestreo - 2° muestreo 1.13 ácaros/muestreo) y de mayor a menor densidad promedio de huevos (8° muestreo 2.69 huevos/muestreo – 2 muestreo 0.56 huevos/muestreo).

El ciclo fenológico de los cítricos son fundamental para aumentar o disminuir las densidades del vector *Brevipalpus sp*.

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.

Las muestras de ácaros tomados durante los 8 muestreos se lograron obtener los siguientes especímenes *Brevipalpus californicus* Banks, *Brevipalpus yothersi* Baker, *Propreseioopsis 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 spp* Están asociadas a la leprosis de los cítricos en la zona de San Juan Opico, La Libertad, El Salvador; son: *yothersi-californicus* están reportadas como vectores de la leprosis de los cítricos.

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.

Propreoseiosis spp, es un acaro depredador de otros ácaros, el cual pudiera tener potencial para controlar las especies de *Brevipalpus* spp.

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.

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 potencial controlador biológico.

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 debe realizarse por expertos en acarología.

7. BIBLIOGRAFÍA.

Bayer Crops Science. 2008. Principales especies de Ácaros en los cultivos de cítricos y su control. Valencia. España. 72 paginas

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>

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.

COPEFRUT S.A. 2007. Revista frutícola volumen 28. Chile. 48 páginas. COLORAMA S. A. 38p

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. 14 p.

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.

Ochoa, R; Aguilar, H. 1988. *Breviipalpus Californicus* (Bank) (Acari: *Tenuipalpidae*) nueva plaga del cardamomo en Costa Rica, *Agronomía Costarricense*. 2 paginas.

Quirós, G; Lofego, C; Poleo, N; Petit, Y; Dorado, I; Aponte, O; Ortega, J; González, C. 2011. Fluctuaciones poblacionales de *Breviipalpus 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>

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>)

Ruíz, 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).

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>

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>