


APLICACIÓN DE CALDO SULFOCALCICO SOBRE EL CULTIVO DE LIMA NARANJA EN AGUA DULCE – PALOS BLANCOS

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.244112527017>

Data de aceite: 03/12/2025

Melany Gutierrez Hurtado

M.Sc. en Agricultura Tropical Sostenible,
Universidad Mayor de San Andrés, La
Paz, Bolivia.

Fernando Jose Huasco Figueroa

Ingeniero Agronomo, Facultad de
Agronomía, Universidad Mayor de San
Andrés, La Paz, Bolivia.

RESUMEN: En el cultivo de cítricos, una de las enfermedades más agresivas es la leprosis, que puede ser transmitida solamente por el ácaro del género *Brevipalpus*. Para el manejo de este vector, se probaron bastantes métodos de control instantáneos con la aplicación de insumos. En el municipio de Palos Blancos, región de Alto Beni, la producción se caracteriza por utilizar sistemas agroecológicos, por lo tanto, en este experimento se probaron diferentes niveles de dosis de caldo sulfocálcico para el manejo de poblaciones de ácaros. También se identificó y caracterizó al acaro portador del virus infeccioso que causa la leprosis. Los resultados muestran efectividad en la disminución de ácaros encontrados para las dosis de 3L de caldo en 20 litros

de agua y 2.5 L de caldo en 20 L de agua después de dos semanas de la tercera y última aplicación. El experimento pretende ofrecer una alternativa al uso convencional de acaricidas para el control de vectores de enfermedades, en este caso el uso de caldo sulfocálcico es parte de las prácticas de agricultura orgánica, con lo cual también puede ser considerada en los parámetros de manejo de sistemas agroecológicos.

PALABRAS CLAVE: leprosis, ácaro, *Brevipalpus*, dosificación, caldo sulfocálcico

APPLICATION OF SULFOCALCIUM BROTH AT LIMA-NARANJA CROP IN AGUA DULCE – PALOS BLANCOS

ABSTRACT: The production of citrics is attacked for one of the most aggressive diseases: “leprosis”, which can be transmitted only by the *Brevipalpus* genus mite. For the management of this vector, many instantaneous control methods with the application of inputs has been tested. In the municipality of Palos Blancos, Alto Beni region, production commonly occurs in agroecological systems, therefore, in this experiment, we use different doses of sulphocalcic broth for the management of mite populations. In addition, we could

identified and generally characterized the mite contains the infectious virus that causes leprosis. The results was effective for reducing mites to doses of 3L of broth in 20 liters of water and 2.5 L of broth in 20 L of water after two weeks of the third and last application. The purpose of the experiment was to offer an alternative to the conventional use of acaricides for the control of disease vectors, in this case, the use of sulphocalcic broth is part of the practices in organic agriculture, with which it can also be considered for agroecological systems.

KEYWORDS: leprosis, mite, *Brevipalpus*, dosage, sulphocalcic broth

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades en cultivos son causantes de pérdidas en la producción, lo cual conlleva disminución del rendimiento, por lo tanto, pérdidas económicas (Álvares & Angoa, 2011). En el cultivo de cítricos, una de las enfermedades más agresivas es la leprosis, causada por agentes patógenos del género: Cilevirus y Dichorhavirus (Freitas-Astúa *et al.*, 2018). El vector transmisor de esta enfermedad es *Brevipalpus* (Acari: Tenuipalpidae) que produce síntomas localizados en frutos, hojas y tallos (Tassi *et al.*, 2017).

En Bolivia, las macroregiones con mayor producción de cítricos son los Yungas, Alto Beni y Chapare, que representan 66,3% del total nacional, lo cual equivale a 146.331 toneladas métricas de cosecha. La naranja registra mayor producción en las macroregiones de los Yungas, Alto Beni y Chapare con 108.471 toneladas métricas (INE, 2017).

La leprosis de los cítricos fue reportada por primera vez el 2005 en el departamento de Santa Cruz. Con el apoyo de investigadores de Brasil se identificó el virus por medio de técnicas RT-PCR (Gomez *et al.*, 2005). Específicamente, en la región de Alto Beni se registró por primera vez el año 2015 y el año 2016 se declaró al Municipio de Palos Blancos en estado de emergencia fitosanitaria con resolución administrativa N°195/2016.

La presencia de leprosis en Bolivia es un problema de importancia económica que afecta a productores de cítricos, de tal manera que prefieren perder su cosecha a comercializarla por los bajos precios en el mercado. A partir de esto, los agricultores de la región utilizan diferentes métodos de control para manejar la enfermedad y el ácaro vector con el anhelo de evitar futuras pérdidas de frutos.

En este sentido, el objetivo del trabajo de investigación es plantear una alternativa al uso de productos sintéticos. De esta manera, considerar a socios productores de la Cooperativa “El Ceibo”, que se rigen bajo principios de producción orgánica y prohíbe el uso de agroquímicos. Además de coincidir con los lineamientos de producción agroecológica y organica que caracteriza a la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Distrito de Agua Dulce, Municipio de Palos Blancos, provincia Sud Yungas del departamento de La Paz, a una altitud de 450 m.s.n.m. con coordenadas 15°32' latitud sur y 67°23' longitud oeste.

Establecimiento

Para el establecimiento de la investigación, a través de un diagnóstico y en coordinación entre instituciones locales, se identificó la unidad experimental en la parcela de la señora Francisca Divico y Tomas Valencia de la Comunidad de Agua Dulce, se identificaron 16 árboles que presentaron la enfermedad de manera homogénea y al mismo tiempo se etiquetaron acorde al diseño experimental propuesto. Se instalaron fluviómetros manuales y un termohigrómetro ambiental HTC-2, con el propósito de evaluar el compotamiento de la enfermedad con respecto a variables meteorológicos.

Desarrollo

Acorde al cronograma de actividades, entre el 27 al 29 de abril se realizó un diagnóstico para el establecimiento de la investigación. El 26 de abril se preparó caldo sulfocalcico en campo. El 30 de abril se inició el trabajo de investigación con la primera aplicación de los tratamientos, tambien se realizo la colección de ácaros por árbol, se recolectaron cuatro frutos infectados por planta, se etiquetaron y tomaron fotografías a 4 hojas infectadas por planta, se realizó el conteo de 100 hojas al azar y 50 frutos al azar por planta para obtener incidencias, se pesaron las perdidas de frutos por planta y se registraron datos meteorológicos. Cada dos semanas se realizaron las mismas actividades. El 28 de mayo se realizó la tercera y ultima aplicación de los tratamientos y el 11 de junio se tomaron datos nuevamente. La ultima toma de datos se registro el 25 de junio y finalmente se trabajo en laboratorio.

Evaluación

Se tomaron fotografias, consideradas muestras digitales de los frutos y hojas para medir el porcentaje de incidencia y se trabajo con el programa CobCal. En el laboratorio de Sanidad Vegetal de la Estación Experimental Sapecho se observaron y contaron los acaros con la ayuda de un microscopio y estereoscopio. Se realizó un análisis de pérdidas económicas y finalmente se evaluaron datos meteorológicos; temperatura, precipitacion y humedad relativa en la población de Agua Dulce por semana.

Identificación de *Brevipalpus spp.*

De las muestras recolectadas en campo, se aislaron algunos ácaros para revisar su morfología. En primera instancia, se observaron los acaros en el estereoscopio, posteriormente se trasladaron cuidadosamente con un pincel a un portaobjetos. Por último, se observaron en el microscopio y con la ayuda de claves taxonómicas (Doreste, 1988); (Akyazi *et al.*, 2017); (Lindquist, 2011); (Dietzgen *et al.*, 2018) se identificaron las estructuras de estos organismos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó la verificación de los supuestos de normalidad y se sometieron los datos a un análisis de varianza. Posteriormente se utilizó el programa InfoStat para analizar las medias por una prueba Tukey, debido a que el estudio se realizó en campo abierto. Se realizó un análisis descriptivo para los datos climáticos tomados semanalmente entre abril y junio. La información de los resultados obtenidos se presentan a continuación.

PRESENCIA DE ACAROS VECTORES DE LEPROSIS

Fecha de toma de datos: 28 de mayo de 2022

| | | | | | |
|----------|----|----------------|-------------------|-------|--|
| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV | |
| Ácaros 3 | 16 | 0.77 | 0.61 | 17.11 | |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|------|----|------|------|----------|
| Modelo | 3.12 | 6 | 0.52 | 4.91 | 0.0170 |
| Tratamiento | 2.92 | 3 | 0.97 | 9.19 | 0.0042** |
| Repetición | 0.20 | 3 | 0.07 | 0.63 | 0.6163 |
| Error | 0.95 | 9 | 0.11 | | |
| Total | 4.07 | 15 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.71861

Error: 0.1060 gl: 9

| Tratamiento | Medias | n | E.E. | |
|-------------|--------|---|------|-----|
| DOSIS_3L | 1.39 | 4 | 0.16 | A |
| DOSIS_2.5L | 1.57 | 4 | 0.16 | A B |
| DOSIS_0 | 2.28 | 4 | 0.16 | B C |
| DOSIS_2L | 2.37 | 4 | 0.16 | C |

Figura 1. Resultados del análisis estadístico para la primera recolección de datos (28/05/2022)

Fecha de toma de datos: 11 de junio de 2022

| | | | | |
|----------|----|----------------|-------------------|-------|
| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
| Ácaros 4 | 16 | 0.76 | 0.61 | 20.19 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|------|----|------|------|----------|
| Modelo | 2.72 | 6 | 0.45 | 4.87 | 0.0174 |
| Tratamiento | 2.15 | 3 | 0.72 | 7.72 | 0.0074** |
| Repetición | 0.56 | 3 | 0.19 | 2.02 | 0.1814 |
| Error | 0.84 | 9 | 0.09 | | |
| Total | 3.55 | 15 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.67280

Error: 0.0929 gl: 9

| Tratamiento | Medias | n | E.E. | |
|-------------|--------|---|------|-----|
| DOSIS_3L | 1.10 | 4 | 0.15 | A |
| DOSIS_2.5L | 1.31 | 4 | 0.15 | A |
| DOSIS_0 | 1.54 | 4 | 0.15 | A B |
| DOSIS_2L | 2.09 | 4 | 0.15 | B |

Figura 2. Resultados del analisis estadistico para la segunda recoleccion de datos (11/06/2022)

Fecha de toma de datos: 25 de junio de 2022

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|-------|
| Ácaros 5 | 16 | 0.89 | 0.81 | 17.97 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|------|----|------|-------|----------|
| Modelo | 4.24 | 6 | 0.71 | 11.98 | 0.0008 |
| Tratamiento | 3.95 | 3 | 1.32 | 22.29 | 0.0002** |
| Repetición | 0.30 | 3 | 0.10 | 1.67 | 0.2418 |
| Error | 0.53 | 9 | 0.06 | | |
| Total | 4.77 | 15 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.53618

Error: 0.0590 gl: 9

| Tratamiento | Medias | n | E.E. | |
|-------------|--------|---|------|---|
| DOSIS_2L | 1.00 | 4 | 0.12 | A |
| DOSIS_3L | 1.00 | 4 | 0.12 | A |
| DOSIS_2.5L | 1.21 | 4 | 0.12 | A |
| DOSIS_0 | 2.20 | 4 | 0.12 | B |

Figura 3. Resultados del análisis estadístico para la tercera y ultima recolección de datos (25/06/2022)

Como se observa en la Figura 1, el tratamiento que corresponde a la dosis de 3 L de caldo sulfocálcico en 20 L de agua resultó ser el más efectivo para disminuir la población de ácaros en el cultivo después de un mes del inicio de las aplicaciones. Sin embargo, en Brasil se reportó un control más eficiente de acaricidas Spirodiclofen y Cyhexatin en

rotación frente al uso de caldo sulfocalcico en una evaluación de cuatro años (De Andrade *et al.*, 2011).

El ciclo de vida del acaro *Brevipalpus* se compone de cuatro etapas activas (larva, protoninfa, deutoninfa y adulto) (Childers *et al.*, 2001), pero en el desarrollo de esta investigación se encontró abundancia en el estadio adulto del ácaro. León y Condo (2017) indican que el tamaño promedio del acaro es 0.30 mm en cultivos de cítricos de la zona de Villavicencio-Colombia. En el caso de la comunidad Agua Dulce, Municipio Palos Blancos, se registró un tamaño promedio de 0.29 mm en la fase adulta, tal como se observa en la Figura 4.

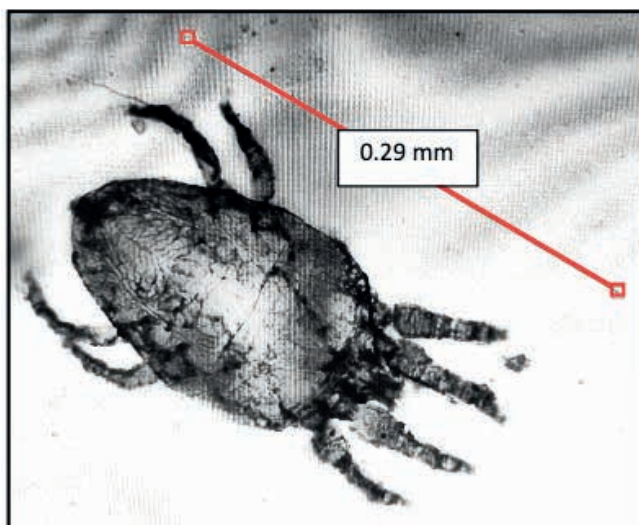


Figura 4. Morfología y tamaño del ácaro género *Brevipalpus* (Fotografía propia Laboratorio Sanidad Vegetal EES)

Se confirma la presencia del genero *Brevipalpus* en la zona debido a las características similares (Figura 5 y Figura 6). Se sospecha que la especie encontrada es *Brevipalpus yothersi* debido a una comparación con imágenes reportadas por diferentes autores (Baker, 1949 y Akyazi *et al.*, 2017)

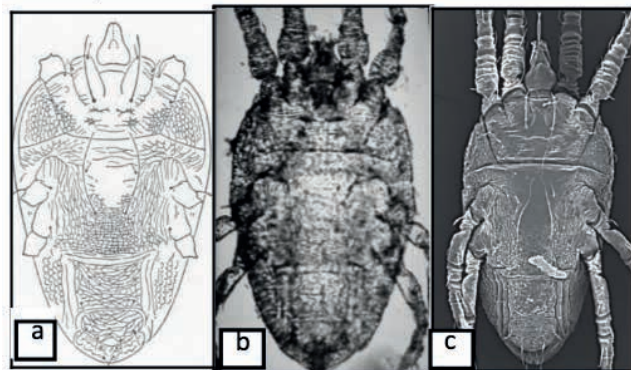


Figura 5. a. Vista ventral del ácaro *Brevipalpus yothersi* (Baker, 1949); b. Foto propia vista ventral del ácaro encontrado en parcelas infectadas por leprosis de los cítricos; c. Vista ventral del ácaro reportado en cultivo de arándanos en Florida (Akyazi *et al.*, 2017).

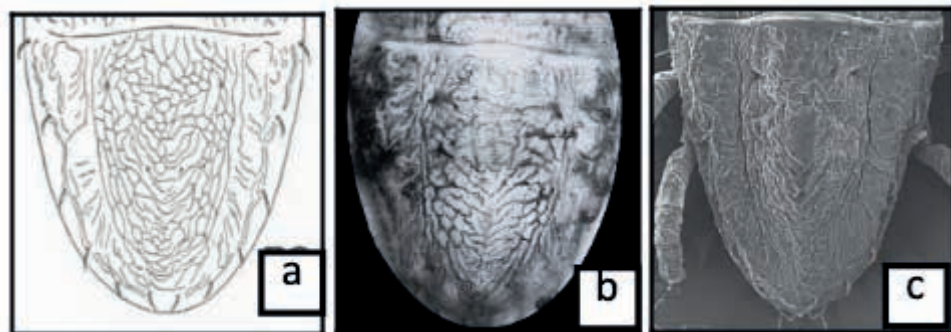


Figura 6. a. Vista dorsal del ácaro *Brevipalpus yothersi* (Baker, 1949); b. Foto propia vista dorsal del ácaro encontrado en parcelas infectadas por leprosis de los cítricos; c. Vista dorsal del ácaro reportado en cultivo de arándanos en Florida (Akyazi *et al.*, 2017)

Sin embargo, es importante realizar evaluaciones que incluyan identificadores moleculares para reportar con certeza el género y la especie del vector de leprosis de los cítricos en la región de Alto Beni.

PERDIDA DE FRUTOS

Uno de los síntomas más preocupantes de esta enfermedad, es la pérdida de frutos. El ácaro es causante de manchas, cicatrices alagadas y sobresalientes (Doreste, 1988), además que los frutos afectados por el virus, maduran más rápido que los sanos, lo cual provoca su caída prematura (León y Kondo, 2017). En ese sentido, al final del experimento se cuantificaron las pérdidas por cada tratamiento, con un resultado sin diferencia significativa entre diferentes dosificaciones (Figura 7). Este resultado se debe a la nula

relación o relación indirecta entre la dosificación de caldosulfocálcico y los síntomas que provocan la enfermedad viral.

| Fecha de toma de datos: 25 de junio de 2022 | | | | | |
|---|--------|----|--------|------|---------|
| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) | | | | | |
| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
| Modelo | 66.41 | 5 | 13.28 | 1.02 | 0.4819 |
| Tratamiento | 65.05 | 3 | 21.68 | 1.66 | 0.2730 |
| Repetición | 1.35 | 2 | 0.68 | 0.05 | 0.9499 |
| Error | 78.35 | 6 | 13.06 | | |
| Total | 144.75 | 11 | | | |
| Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=10.21352 | | | | | |
| Error: 13.0575 gl: 6 | | | | | |
| Tratamiento | Medias | n | E.E. | | |
| T1 | 8.67 | 3 | 2.09 A | | |
| T3 | 11.27 | 3 | 2.09 A | | |
| T2 | 11.47 | 3 | 2.09 A | | |
| T0 | 15.20 | 3 | 2.09 A | | |

Figura 7. Resultado del análisis estadístico para la pérdida de frutos

INCIDENCIA RESPECTO A HOJAS POR ÁRBOL (%)

Los virus que ocasionan la enfermedad del Citrus Virus Leprosis (CiLV-C) se clasifican en dos géneros: Cilevirus [bipartito ss (+) ARN] y Dichorhavirus [bipartito ss (-) ARN]. El tipo de virus más frecuente en América Latina, es del tipo citoplasmático (CiLV-C), del género Cilevirus (Ramos *et al.*, 2018), completamente diferente a Dichorhavirus por su genoma ssRNA de sentido positivo bisegmentado (9 y 5 kb) (Dietzgen *et al.*, 2018). Los métodos utilizados hoy en día para el diagnóstico de enfermedades se centran en técnicas de RT-PCR, con lo cual se confirma la presencia del virus en el vector y también para estudiar la resistencia genética o la tolerancia de genotipos de cítricos (Leon *et al.*, 2014).



Figura 8. Síntomas de leprosis de cítricos en hojas

Entre los resultados encontrados para la incidencia de la enfermedad referida a la cantidad de hojas infectadas (Figura 8) por árbol, no existen diferencias significativas (Figura 9). Esto se debe a que las aplicaciones de caldo sulfocálcico tienen efecto en el ácaro vector y no en la enfermedad leprosis. Pero se debe revisar de forma integral el manejo de la enfermedad debido a su relación patógeno-planta-enfermedad-vector. Los ácaros durante su alimentación inyectan toxinas que causan el amarillamiento de los tejidos con tendencias circulares, lo cual causa defoliación (Doreste, 1988; Leon y Kondo, 2017).

Otros estudios que evaluaron métodos de control en poblaciones de ácaros, tampoco encontraron efectos directos en la enfermedad causada por el virus. Es el caso de una formulación a base de oximatrina que se utilizó en Brasil para evaluar los niveles poblacionales del ácaro vector (Andrade *et al.*, 2019) con interesantes resultados en la fase larval. Por otro lado, el control biológico a través de depredadores tampoco tiene efecto directo sobre la enfermedad. Como en un estudio que trabajó con cuatro depredadores asociados a *Brevipalpus*: *Neoseiulus longispinosus*, *Neoseiulus californicus*, *Amblyseius largoensis*; Acari: Phytoseiidae) y *Hemicheyletia bakeri* (Acari: Cheyletidae), con efectos positivos para *A. largoensis* como depredador de *Brevipalpus*.

Fecha de toma de datos: 25 de junio de 2022

| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) | | | | | |
|---|--------|----|--------|------|---------|
| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
| Modelo | 1.09 | 3 | 0.36 | 1.35 | 0.3051 |
| TRATAMIENTO | 1.09 | 3 | 0.36 | 1.35 | 0.3051 |
| Error | 3.22 | 12 | 0.27 | | |
| Total | 4.30 | 15 | | | |
| Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.08721 | | | | | |
| Error: 0.2682 gl: 12 | | | | | |
| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | | |
| T1 | 0.66 | 4 | 0.26 A | | |
| T3 | 1.01 | 4 | 0.26 A | | |
| T2 | 1.20 | 4 | 0.26 A | | |
| T0 | 1.35 | 4 | 0.26 A | | |

Figura 9. Resultado del análisis estadístico para la incidencia de la enfermedad respecto a hojas/árbol

INCIDENCIA RESPECTO A FRUTOS POR ÁRBOL (%)

Los resultados para la incidencia de frutos afectados por leprosis para cada árbol también resultaron sin diferencia significativa como se muestra en la Figura 10. Esta variable tampoco se relaciona directamente con las aplicaciones de caldosulfocálcico, debido a que se utiliza con fines preventivos y para controlar el vector directamente, más no el virus.

| | | | | | |
|--|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|
| Fecha de toma de datos: 25 de junio de 2022 | | | | | |
| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) | | | | | |
| <u>F.V.</u> | <u>SC</u> | <u>gl</u> | <u>CM</u> | <u>F</u> | <u>p-valor</u> |
| Modelo | 0.46 | 3 | 0.15 | 1.48 | 0.2700 |
| TRATAMIENTO | 0.46 | 3 | 0.15 | 1.48 | 0.2700 |
| Error | 1.25 | 12 | 0.10 | | |
| Total | 1.72 | 15 | | | |
| Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.67873 | | | | | |
| <i>Error: 0.1045 gl: 12</i> | | | | | |
| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | | |
| T3 | 0.95 | 4 | 0.16 | A | |
| T1 | 1.33 | 4 | 0.16 | A | |
| T2 | 1.33 | 4 | 0.16 | A | |
| T0 | 1.35 | 4 | 0.16 | A | |

Figura 10. Resultado del análisis estadístico para incidencia de la enfermedad respecto a frutos/árbol

FACTORES CLIMATICOS

TEMPERATURA

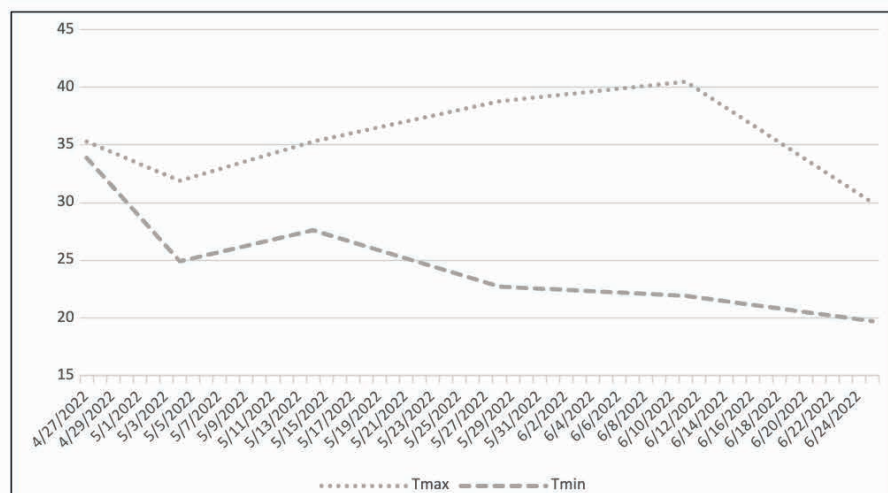


Figura 11. Datos registrados para la temperatura máxima y mínima en la comunidad de Agua Dulce (Abril, mayo y junio, 2022)

En el segundo Congreso Latinoamericano de Acarología, se abordaron temas importantes que incluyen la importancia de los factores climáticos en el estudio del comportamiento tanto individual como en población de los ácaros vectores de leprosis (Rueda-Ramírez et al., 2016).

Existen aproximadamente 60 000 especies de ácaros descritos con la capacidad de supervivencia en temperaturas extremadamente bajas o altas (Ochoa et al., 2016). Se reporta que, en temperaturas más altas, aumenta la probabilidad de infestación de *Brevipalpus yothersi* (Laranjeira et al., 2015).

Los datos recolectados en este experimento comprenden una temperatura máxima alcanzada de 40.5 °C y temperatura mínima de 19.7°C (Figura 11) entre los meses de abril, mayo y junio de 2022. Para la precipitación (Figura 12) se reportaron días con lluvia que alcanzaron los 330 mm y 3.2 mm para la mínima. Jeger et al. (2017) indica que hay incertidumbre en la identificación, distribución, densidad, especificidad de transmisión y eficiencia de los vectores *Brevipalpus* spp. En ese contexto, los factores climáticos y su relación con la probabilidad de infestación y las fluctuaciones de infestación son importantes para desarrollar sistemas de alerta fitosanitaria (Laranjeira et al., 2015).

En este experimento no se tomaron datos de fotoperiodo, sin embargo, diferentes estudios indican que es un factor importante para el desarrollo del ciclo de vida de los ácaros. Por ejemplo, en la Universidad de Ghent se trabajó con la cría de ácaros en incubadoras bajo condiciones controladas con fotoperiodo 16:8 luz: oscuridad (Della Vechia et al., 2021). Incluso factores como la radiación influyen en la población de organismos no deseados, por ejemplo, Legarrea et al. (2016) demostraron que el uso de mallas absorbentes de UV y la diseminación de ácaros depredadores son estrategias adecuadas para reducir los niveles de ácaros no deseados, añadido a esto, se aumenta el rendimiento y no es necesario el uso de otro tipo de plaguicidas.

PRECIPITACIÓN

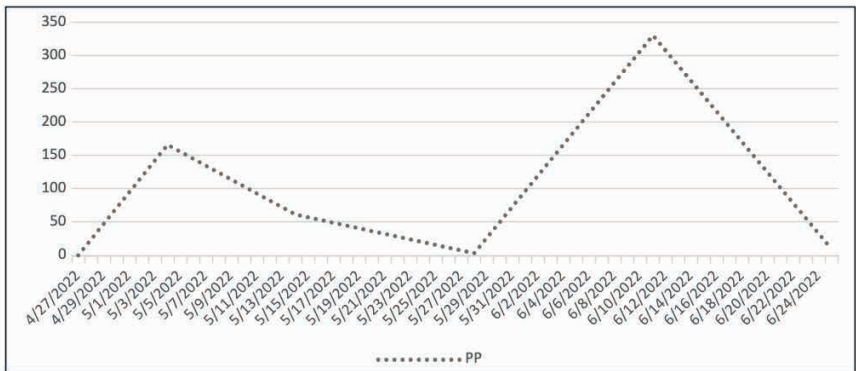


Figura 12. Datos registrados para la precipitación en Agua Dulce (Abril, mayo y junio 2022)

Por ultimo, los valores registrados para humedad relativa fueron: maxima 35% y minima 25% (Figura 13). En diferentes estudios se reporta la importancia de la humedad relativa en el ciclo de vida de ácaros del género *Brevipalpus*. En el trabajo de investigación realizado por Rodriguez *et al.* (2016) se advierte que el incremento de las poblaciones de ácaros se asocian a factores climáticos como la temperatura, precipitación y humedad relativa. El Centro de investigación La Libertad AGROSAVIA trabajo con humedad relativa de $69 \pm 7.9\%$ y temperatura $27.6 \pm 0.7^\circ\text{C}$ en el desarrollo del ciclo de vida de *Brevipalpus yotheresi* (Leon y Kondo, 2017). Por otro lado, las tasas de infestación del acaro vector fueron afectadas de forma negativa por niveles de humedad relativa superiores a 83 %, mientras que los eventos de lluvia sucesivos disminuyeron la infestacion de *B. yotheresi* (Laranjeira *et al.*, 2015).

HUMEDAD RELATIVA

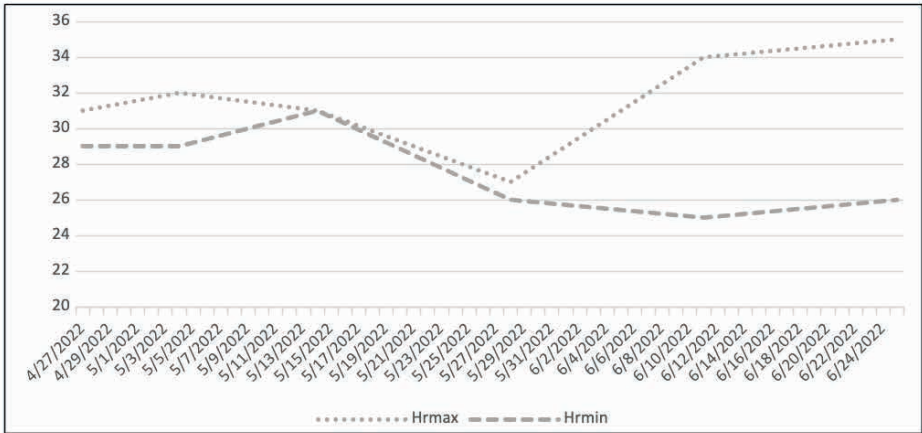


Figura 13. Datos registrados para la humedad relativa maxima y minima en Agua Dulce (abril, mayo y junio 2022)

CONCLUSIONES

Se encontraron datos sobresalientes respecto al efecto que tiene el caldosulfocalcico sobre los ácaros vectores de la enfermedad leprosis de los cítricos, la diferencia más importante esta entre las dosis de 2.5L y 3L como más efectivas comparado con 2L y testigo. Sin embargo, no se encontro diferencia estadística significativa en el porcentaje de afectación en frutos y hojas entre todos los tratamientos, probablemente por otras variables que inciden en la sintomatología de esta enfermedad (p.e. el ciclo biológico del acaro, el comportamiento del virus, la especie de acaro, entre otros). Acerca de los factores climáticos, se evidencia que la temperatura máxima registrada fluctuó por los 40°C y la mínima fue 20°C aproximadamente, lo cual demuestra una amplitud térmica de 20°C . También se registra

humedad relativa entre 25 y 35%. Estos datos son preocupantes debido a que el ácaro vector puede vivir a temperaturas muy altas y muy bajas además de resistir los cambios bruscos de temperatura. La precipitación fue bastante heterogénea, en junio llovió más que en mayo, sin embargo, la precipitación diaria fue mínima respecto a la precipitación anual que se registró en anteriores años (hasta 150mm). Por otro lado, se encontró la morfología del ácaro vector. Se recomienda considerar el factor de control fitosanitario, podas y otros manejos culturales como factores independientes en las próximas investigaciones.

AGRADECIMIENTOS

Un especial agradecimiento a las instituciones que apoyaron en el desarrollo de la investigación, Gobierno Autónomo Municipal Palos Blancos, SENASAG Región Alto Beni, Estación Experimental Sapecho, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés a las autoridades de la Comunidad de Agua Dulce y en especial a Doña Francisca Divico y don Tomas Valencia quienes otorgaron su lote para el desarrollo de la investigación.

REFERENCIAS

Akyazi, Rana; Ueckermann, Eddie A.; Liburd, Oscar E. (2017): New Report of *Brevipalpus yotheri* (Prostigmata: Tenuipalpidae) on Blueberry in Florida. En: *Florida Entomologist* 100 (4), pág. 731–739. DOI: 10.1653/024.100.0420.

Álvarez T. & Angoa M. (2011). "Control de enfermedades con extractos vegetales". (en línea). Consultado 01 julio. 2022. Disponible en: <http://www.teorema.com.mx/colaboraciones/extractos-vegetales-una-alternativa-para-el-control-de-enfermedades-agricolas/>

Andrade, Daniel Júnior de; Ribeiro, Edenilson Batista; Morais, Matheus Rovere de; Zanardi, Odimar Zanuzo (2019). Bioactivity of an oxymatrine-based commercial formulation against *Brevipalpus yotheri* Baker and its effects on predatory mites in citrus groves. En: *Ecotoxicology and environmental safety* 176, pág. 339–345. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2019.03.118.

Baker Edward W. (1949): The Genus *Brevipalpus* (Acarina: Pseudoleptidae). En: *JSTOR y Universidad de Notre Dame* 42 (2), pág. 350–402.

Childers, Carl C.; Kitajima, Elliot W.; Welbourn, W. Calvin; Rivera, Carmen; Ochoa Ronald (2001): *Brevipalpus* mites on citrus and their status as vectors of citrus leprosis. *Revista Manejo integrado de plagas* (Costa Rica) (60), pág. 66–70.

De Andrade, D. J. de; Leite De Oliveira, C. A.; Pattaro, F. C.; Silva Siqueira, D. (2010): Acaricidas utilizados na citricultura convencional e organica: Manejo da leprose e populacoes de ácaros fitoseídos. En: *Revista Brasileira Frutic.*, Jaboticabal - 32 (4), pág. 1028–1037.

Della Vechia, J. F., van Leeuwen, T., Rossi, G. D. y Andrade, D. J. (2021). The role of detoxification enzymes in the susceptibility of *Brevipalpus californicus* exposed to acaricide and insecticide mixtures. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 175, 104855. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2021.104855>

Dietzgen, Ralf G.; Freitas-Astúa, Juliana; Chabi-Jesus, Camila; Ramos-González, Pedro L.; Goodin, Michael M.; Kondo, Hideki et al. (2018): Dichorhavirus in their Host Plants and Mite Vectors. En: *Advances in virus research* 102, pág. 119–148. DOI: 10.1016/bs.aivir.2018.06.001.

Doreste, Ernesto (1988). *Acarología*. Instituto Interamericano de cooperación para la Agricultura (IICA). 2da Ed. San Jose, Costa Rica. 410 p.

Freitas-Astúa, Juliana; Ramos-González, Pedro Luis; Arena, Gabriella Dias; Tassi, Aline Daniele; Kitajima, Elliot Watanabe (2018). Brevipalpus-transmitted viruses: parallelism beyond a common vector or convergent evolution of distantly related pathogens? *Current opinion in virology* 33, pág. 66–73. DOI: 10.1016/j.coviro.2018.07.010.

Gómez, E. C.; Vargas, M. R.; Rivadameira, C.; Locali, E. C.; Freitas-Astua, J.; Astua-Monge, G.; Rodrigues, J. C. V.; Mesa Cobo, N. C.; Kitajima, E. W. (2005): First Report of Citrus leprosis virus on Citrus in Santa Cruz, Bolivia. *Plant disease* 89 (6), pág. 686. DOI: 10.1094/PD-89-0686A.

Instituto Nacional de Estadística (INE) (2017). "Mandarina y naranja, principales cultivos. Cítricos en Bolivia". Unidad de Difusión y Comunicación del Instituto Nacional de Estadística. Recuperado de: <https://www.ine.gob.bo/index.php/mandarina-y-naranja-principales-cultivos-citricos-en-bolivia>

Jeger, Michael; Bragard, Claude; Caffier, David; Dehnen-Schmutz, Katharina; Gilioli, Gianni; Gregoire, Jean-Claude et al. (2017). Pest categorisation of Citrus leprosis viruses. En: *EFSA* 15 (12), pág. 2351. DOI: 10.2903/j.efsa.2017.5110.

Laranjeira, F. F.; Brito Silva, S. X.; Chumbinho Andrade, E.; Oliveira Almeida, D.; Martins Silva, T. S.; Fermio Soares, A. C.; Freitas-Astúa, J. (2015): Infestation dynamics of Brevipalpus phoenicis (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) in citrus orchards as affected by edaphic and climatic variables. En: *Exp Appl Acarol*, pág. 18.

Legarrea, S.; Fereres, A.; Weintraub, P.G. (2016). Effect of UV light on population dynamics of predatory mites. *Proceedings II Congreso Latinoamericano de Acarología - IICLAc*. Vol. 1. Sociedad Latinoamericana de Acarología, Montenegro, Quindío, Colombia, 27 a 31 de mayo de 2016. Publicación electrónica, p 130.

León, G.; Roy, A.; Choudhary, N.; Bransky, R. (2014). Detección del virus de la leprosis de los cítricos tipo 2 citoplasmático (CiV-C2) en los departamentos de Meta y Casanare. *Manejo fitosanitario y epidemiología. Corpoica Cienc. Tecnol. Agropecu.* 15 (2), pág 207-217.

León, G. & Kondo, T. (2017). Insectos y ácaros de los cítricos: compendio ilustrado de especies dañinas y benéficas, con técnicas para el manejo integrado de plagas. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12324/13148>.

Lindquist, Evert E. (2011). Evolution of phytophagy in trombidiform mites. *Ecology and evolution of the Acari*. *Proceedings of the 3rd Symposium of the European Association of Acarologists*, 1-5 July 1996, Amsterdam, the Netherlands. Dordrecht, London: Springer (Series entomológica, v. 55).

Ochoa, R.; Beard, J.J.; Welbourn, C.W.; Hammond, J.; Otero-Colina, G.; Pooley, C. D.; Bauchan, G.R. (2016). Estudiando la diversidad de Acari por medio del microscopio criogénico. *Proceedings II Congreso Latinoamericano de Acarología - IICLAc*. Vol. 1. Sociedad Latinoamericana de Acarología, Montenegro, Quindío, Colombia, 27 a 31 de mayo de 2016. Publicación electrónica, p 130.

Ramos P., Chabi, C., Dias G., Tassi A., Kitajima E. & Freitas J. (2018). "Leprosis de los cítricos: una enfermedad multietiológica singular". *Rev. Cítricos en las Américas*. Vol. 1, No1, p. 4-19, 2018. Red Interamericana de Cítricos (RIAC). DOI: 10.6084/m9.figshare. 13513857.v1 Disponible en: http://riacnet.net/wp-content/uploads/2019/01/Revista-Citricos-de-las-Américas_2018.pdf

Rodríguez, Isaura V.; Mesa Cobo, Nora Cristina; Carabalí, Arturo; Rivera, Yefferson. (2016). Especies, monitoreo y manejo de ácaros asociados a naranja Valencia en el Suroccidente de Colombia. *Proceedings II Congreso Latinoamericano de Acarología - IICLAc*. Vol. 1. Sociedad Latinoamericana de Acarología, Montenegro, Quindío, Colombia, 27 a 31 de mayo de 2016. Publicación electrónica, p 130

Rueda-Ramírez, D., Moraes, G.J., Carrillo D., Combata-Heredia, J.O. (ed.). (2016) *Proceedings II Congreso Latinoamericano de Acarología - IICLAc*. Vol. 1. Sociedad Latinoamericana de Acarología, Montenegro, Quindío, Colombia, 27 a 31 de mayo de 2016. Publicación electrónica, p 130.

Tassi, Aline Daniele; Garita-Salazar, Laura Cristina; Amorim, Lilian; Novelli, Valdenice Moreira; Freitas-Astúa, Juliana; Childers, Carl C.; Kitajima, Elliot W. (2017). Virus-vector relationship in the Citrus leprosis pathosystem. *Experimental & applied acarology* 71 (3), pág. 227–241. DOI: 10.1007/s10493-017-0123-0.