



**Universidad
Evangélica
Boliviana**

REVISTA CIENTÍFICA

PIES

PRODUCCIÓN – INVESTIGACIÓN – EXTENSIÓN – SERVICIO



PUBLICACIÓN DE: FACULTAD DE AGROPECUARIA Y VETERINARIA

VERSIÓN DIGITAL-ONLINE VOL.1 – N°2

ISSN: 2960-1282



COMITÉ CIENTIFICO

EDITOR EN JEFE:

- Ing. MSc. Florentino Rocha Limón. Docente investigador, carrera de Ing. Agropecuaria-Santa Cruz-Bolivia.

COMITÉ EDITORIAL:

- MVZ MSc. Wilman Guzmán Méndez. Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia – UEB. Santa Cruz de la Sierra-Bolivia.
- Ing. PhD. Grover Waldo Guisbert García. Carrera de Ing. Agropecuaria-Santa Cruz de la Sierra-Bolivia.
- MVZ MSc. Ariel Loza Vega. Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UEB. Santa Cruz de la Sierra-Bolivia.
- Ing. PhD. Ángel Romero Pastor. Carrera de Ing. Agropecuaria-Santa Cruz de la Sierra-Bolivia.
- MVZ MSc. Enrique Gonzales Apaza. Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UEB. Santa Cruz de la Sierra-Bolivia.
- Ing. PhD. Elizabeth Quisberth Ramos. Docente carrera de Ing. Agropecuaria-Santa Cruz de la Sierra-Bolivia.



rcpies@ueb.edu.bo

EDITORIAL

La investigación camina hacia el reto de una agricultura productiva y sostenible

Los retos actuales en el mundo agrícola se centran no solo en lograr mayor productividad, sino en caminar a favor de la sostenibilidad y respeto al medio ambiente. Hay cada vez más conciencia mundial de que el campo no solo es necesario produzca en abundancia, sino que debe hacerse con un uso eficiente de los recursos. Todo ello se traduce en productos que son beneficios realmente para la salud tanto de los trabajadores (agricultores) como de los consumidores.

En América Latina, y en el caso concreto de Bolivia, falta cumplimiento de directrices, regulaciones hacia ese equilibrio, para que ese binomio compuesto por producción-sostenibilidad sea una realidad. Las universidades, en su misión de formar a los futuros profesionales son claves para transmitir la importancia de que si queremos que nuestros campos sean eficientes a largo plazo debemos aprender a hacerlos sostenibles.

Lograr mayor calidad en los productos, con un incremento de la sostenibilidad y de la seguridad se pone todavía más complicado si para lograrlo debemos contaminar menos, contar con menos insumos. Por eso, las universidades tienen un papel importante. Además de enseñar buenas prácticas a los estudiantes, contribuyen con sus investigaciones a un escenario agrícola que nos garantizará la seguridad alimentaria, con productos saludables, una agricultura respetuosa con el medioambiente.

Desde la Facultad de Agropecuaria y Veterinaria de la Universidad Evangélica Boliviana (UEB), la Carrera de Ingeniería Agropecuaria realiza investigaciones que trazan una ruta hacia esa agricultura sostenible y eficiente. En este volumen de PIES, leemos algunos de esos trabajos científicos centrados en encontrar soluciones sostenibles a problemáticas que frenan o perjudican la producción. Por ejemplo, la importancia de crear jasmonatos orgánicos, compuestos naturales producidos en plantas, para ayudar a la defensa contra organismos patógenos en cultivos agrícolas. También cómo se puede controlar la enfermedad de la Leprosis en los cítricos con un tratamiento para bajar la proliferación de la enfermedad en frutos, tallos y hojas, demostrando la eficacia del producto, analizando la carga viral en los frutos y comparando la evolución del tratamiento que se aplicó en cada planta.

Otra investigación se centra en el control de un insecto (microlepidotero *Tuta absoluta*) que afecta profundamente la producción de los tomates en la mayoría de los continentes. Otros artículos se centran en determinar y poner en valor la calidad de cultivos frutales: Una investigación evalúa la calidad de la frutilla mediante la determinación del contenido de sólidos solubles totales (SST) y el color de la frutilla. Otro artículo evalúa la calidad de néctares de naranja comercializados en la ciudad de Santa Cruz-Bolivia mediante la determinación del contenido de sólidos solubles totales (SST), acidez titulable, pH y densidad relativa, entre otros parámetros.

La ciencia es sin duda una aliada para la sostenibilidad agrícola y medioambiental. Podemos leer en esta revista una investigación que propone una fuente de energía alternativa amigable con el medio ambiente y combativa con el cambio climático. Esa fuente son las celdas de combustible microbianas: una relativamente nueva forma de producir energía renovable, que aprovecha el metabolismo de ciertos microorganismos presentes e manera natural en el suelo (electrogénico), y su capacidad para intercambiar electrones con los electrodos del sistema para poder producir energía renovable.

Rosa Castro Caveró
Responsable de Investigación y Postgrado de UEB

ÍNDICE

**EFICACIA DEL JASMONATO ORGÁNICO COMO UN ALIVIO
DEL ESTRÉS ABIÓTICO EN CULTIVOS AGRÍCOLAS**

**EFFICACY OF ORGANIC JASMONATE AS AN ABIOTIC
STRESS RELIEVER IN AGRICULTURAL CROPS**

PÁG. 05

**ENERGÍA RENOVABLE A PARTIR DE ORGANISMOS
MICROSCÓPICOS PRESENTES EN EL SUELO**

**RENEWABLE ENERGY FROM MICROSCOPIC
ORGANISMS PRESENT IN THE SOIL**

PÁG. 10

**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE LA FRUTILLA
COMERCIALIZADA EN LA CIUDAD DE SANTA CRUZ-BOLIVIA**

**QUALITY DETERMINATION OF THE STRAWBERRY
MARKETED IN THE CITY OF SANTA CRUZ-BOLIVIA**

PÁG. 17

**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE CINCO VARIEDADES DE NÉCTAR
DE NARANJA COMERCIALIZADA EN LA CIUDAD DE SANTA CRUZ**

**QUALITY DETERMINATION OF THE FIVE ORANGE JUICE VARIETIES
MARKETED IN THE SANTA CRUZ CITY**

PÁG. 27

**DETERMINACIÓN POBLACIONAL DE POLILLAS
(TUTA ABSOLUTA MEYRICK) CON EL ATRAYENTE FEROPOL**

**POPULATION DETERMINATION OF MOTHS
(TUTA ABSOLUTA MEYRICK) WITH THE ATTRACTANT FEROPOL**

PÁG. 37

CONTROL DE LEPROSIS EN CÍTRICOS

CONTROL OF CITRUS LEPROSIS

PÁG. 47

EFICACIA DEL JASMONATO ORGÁNICO COMO UN ALIVIO DEL ESTRÉS ABIÓTICO EN CULTIVOS AGRÍCOLAS

EFFICACY OF ORGANIC JASMONATE AS AN ABIOTIC STRESS RELIEVER IN AGRICULTURAL CROPS

GROVER WALDO GUISBERT GARCÍA¹, NOELIA KATHERINE LOZANO MÉNDEZ²,
INÉS COANI GALLEGOS³.

Fecha recibido: 2/abril/2023

Fecha aprobado: 29/mayo/2023

Derivado del proyecto: Biotecnología de plantas tropicales

Institución financiadora: Universidad Evangélica Boliviana

¹Ing. Agrónomo PhD, UMSA, Desarrollo sustentable, NUR, Ocupación Docente, UEB, Correo electrónico: guisbertggw@ueb.edu.bo, kadadvisory@hotmail.com.

²Estudiante pregrado, UEB, Ocupación Estudiante, UEB, correo electrónico: lozanomnk@ueb.edu.bo

³Estudiante pregrado, UEB, Ocupación Estudiante, UEB, correo electrónico: coanigi@ueb.edu.bo <https://orcid.org/00009-0008-6432-2312>

RESUMEN

Los Jasmonatos orgánicos, son compuestos naturales producidos en plantas para ayudar a la defensa contra organismos patógenos. A través de destilación al vapor de plantas aromáticas, se extrae aceites esenciales naturales que tienen un efecto positivo en la reducción de estrés, la mejora del sistema inmunológico y la prevención de enfermedades tanto en la salud humana y la producción agrícola. La presente investigación tiene como objetivo verificar la eficacia del Jasmonato orgánico como un alivio del estrés abiótico en cultivos agrícolas, siendo un estudio de sus mecanismos y efectos. La metodología de estudio es cualitativa, se inicia en la extracción del Jasmonato del rábano (*Raphanus sativus*) por destilación simple, el producto obtenido es un aceite en hidrolato que se combina en proporción líquida de 20 ml/L para obtener un producto antiestrés agrícola. En aplicación de campo, se realizó pruebas en acelga mérida (*Beta vulgaris* var. *cicla*) que sufrió efectos de estrés abiótico, las aplicaciones fueron secuenciales, cuatro veces por semana durante 14 días. Las plantas recuperaron turgencia, se estima que la actividad del cambium vascular se regenera lentamente, la coloración de las hojas, pasa de amarillamiento tenue a verde pálido, los tallos presentan succulencia y se observan fortalecidas. Como conclusión, el Jasmonato orgánico aplicado a la acelga, coadyuva a recuperar las condiciones de vitalidad de la planta, por tanto, fortalece su fisiología y ayuda a restablecer la fotosíntesis y la respiración. Estos resultados son solo parciales y el proceso de investigación debe continuar.

PALABRAS CLAVE: *Jasmonato 1, aceite 2, abiótico 3, rábano 4*

ABSTRACT

Organic Jasmonates are natural compounds produced in plants to help defend against pathogenic organisms. Through steam distillation of aromatic plants, natural essential oils are extracted that have a positive effect on reducing stress, improving the immune system and preventing diseases on both human health and agricultural production. The objective of this research is to verify the effectiveness of organic Jasmonate as a relief of abiotic stress in agricultural crops, being a study of its mechanisms and effects. The study methodology is qualitative, it begins with the extraction of Jasmonate from radish (*Raphanus sativus*) by simple distillation, the product obtained is a hydrolate oil that is combined in a liquid proportion of 20 ml/L to obtain an agricultural anti-stress product. In field application, tests were carried out on Merida chard (*Beta vulgaris* var. *cicla*) that suffered the effects of abiotic stress, the applications were sequential, four times a week for 14 days. The plants recovered turgor, it is estimated that the activity of the vascular cambium regenerates slowly, the color of the leaves goes from faint yellow to pale green, the stems present succulence and appear strengthened. In conclusion, organic Jasmonate applied to chard helps to recover the plant's vitality conditions, therefore, strengthening its physiology and helping to restore photosynthesis and respiration. These results are only partial and the research process must continue.

KEYWORDS: *(inglés): Jasmonate 1, oil 2, abiotic 3, radish 4.*

INTRODUCCIÓN

Los Jasmonatos desempeñan un papel importante en la defensa de las plantas contra el estrés biótico y abiótico, y se ha demostrado que aplicado exógenamente mejora el rendimiento de las plantas y modula la dinámica de los estomas en entornos secos. Según Wahab et al (2022), este Jasmonato funciona como un inductor de la producción de metabolitos secundarios, sinteti-zándose rápidamente para iniciar una respuesta de defensa ante el daño mecánico o el ataque de insectos.

La obtención de Jasmonatos, por lo general se da a través de disolución por solventes y métodos cromatográficos de columnas de carbón y espectrometría de masa. Para Abdala & Cen-zano (2006), afirman que el mayor contenido de Jasmonato dentro de las plantas se encuentran en los tubérculos y en hongos como: *Botryodiplodia theobromae*, *Gibberella fujijuroi* y *Agaricus bisporus*.

Considerando las obras anteriores, para el presente trabajo de investigación se decide extraer de un tubérculo globoso, como es el Rábano (*Raphanus sativus*), y someter a un método de extracción por destilación simple para obtener el hidrolato de Jasmonato.

La presente investigación tiene como objetivo verificar la eficacia del Jasmonato orgánico como un alivio del estrés abiótico en cultivos agrícolas, siendo un estudio de sus mecanismos y efectos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló en los predios del Centro Experimental de Practicas Agropecuarias (CEPA-UEB) (17°50'15,75"S, 63°12'23,60"O) de la Facultad de Agropecuaria y Veterinaria (FAV) de la Universidad Evangélica Boliviana (UEB), durante la campaña agrícola, verano 2022. Los suelos donde se estableció el trabajo son franco limo arcillosos con un ph 6,5, con moderada CIC y CE respectivamente. Los datos meteorológicos fueron tomados de la Esta-ción Agrometeorológica de la FAV.

Se procedió a la siembra, manejo y cosecha, de donde se extrajo hidrolato de Jasmonato de Rábano (*Raphanus sativus*), que fue trabajado de manera orgánica, sin el uso de agrotóxicos, La materia vegetal fue estrujada e introducida a un destilador de vapor, que por diferencia de calor se obtuvo el hidrolato de Jasmonato. Este hidrolato fue preparado en una solución acuosa de 3:1:1 (3 de hidrolato, 1 de melaza y 1 de agua)

El cultivo en el cual se hicieron las pruebas es Acelga Mérida (*Beta vulgaris* var. *cicla*) de 24 DDS, quienes presentaron stress hídrico y calórico de 8 y 10 días respectivamente.

El método utilizado es cualitativo-cuantitativo, de base experimental en bloques al azar con arreglo factorial, teniéndose un tratamiento del 20 ml/L de hidrolato de Jasmonato para ser aplicado a 60 plantas de Acelga Mérida, que presentan 8 y 10 días de estrés calórico e hídrico, toda la investigación fue distribuida en dos bloques de 30 plantas con estrés de 8 días y 30 plan-tas con estrés de 10 días.

RESULTADOS

Los primeros resultados marcan que las plantas de Acelga Mérida (*Beta vulgaris* var. cicla), que tienen 8 a 10 días de estrés hídrico y calórico en aplicaciones secuenciales de 4 veces por semana por 14 días de tratamiento.

Tabla 1.
Resultados de la aplicación de Jasmonato en Acelga Mérida

Acelga Mérida con stress	Número de plantas recuperadas por aplicaciones en semanas							
	Día por medio en semana 1				Día por medio en semana 2			
	1	2	3	4	1	2	3	4
8 días	0	0	8	14	18	23	24	24
10 días	0	0	0	1	8	14	18	18

Como se observa en el cuadro 1, las plantas que tenían 8 días, recuperaron 24 plantas y seis no respondieron al tratamiento, pero en plantas que tiene 10 días de estrés la recuperación, es más lenta, solo recuperaron 18 plantas, 12 no respondieron al tratamiento respectivamente, habiendo una diferencia entre plantas recuperadas y las que no respondieron del 20%. Esta diferencia marca que recuperaron turgencia en las hojas, disminuyendo el marchitamiento, se estima que la actividad del cambium vascular se regenera lentamente, la coloración de las hojas, pasa de amarillamiento tenue a verde pálido, la recuperación del córtex de los tallos es lenta y empiezan a presentar succulencia, se observan fortalecidas y de coloración rojiza característica.

El tratamiento efectuado, se observa que empieza a surtir efecto a partir de la tercera y cuarta semana de aplicación, siendo considerable recuperación.

CONCLUSIONES

Como conclusión, el Jasmonato orgánico aplicado a la acelga, coadyuva a recuperar las condiciones de vitalidad de la planta, por tanto, fortalece su fisiología y ayuda a restablecer la fotosíntesis y la respiración.

Las diferencias de estrés en días son significativas, ya que, con 8 días de estrés, las plantas recuperan más fácilmente, pero en días más prolongados, su recuperación es mucho más lenta, esto debido a que las plantas por respuesta natural es más difícil su proceso de recuperación.

Estos resultados son solo parciales y el proceso de investigación debe continuar. La aplicación de este tratamiento debe ser ampliado a otro tipo de cultivos de interés agrícola.

DISCUSIÓN

El presente estudio demuestra factores favorables en los resultados de la aplicación de Jasmonatos orgánicos para mitigar el estrés de plantas agrícolas en tratamientos de 4 aplicaciones por dos semanas.

Según Paredes (2022), las plantas al sufrir un estrés biótico y abiótico, generan un desequilibrio hormonal, la cual repercute en diferentes factores fisiológicos de la planta. El uso de fitohormonas extraídos de manera simple, como el Jasmonato, permite estimular a la planta el sopesar el desequilibrio hormonal y tratar de restablecer el desarrollo vegetal. Es así como lo afirma Garido (2018), al considerar a los Jasmonatos como defensa frente a estrés biótico y abiótico (salino e hídrico).

En la presente investigación, las plantas sometidas al efecto de los Jasmonatos, permitió observar que las condiciones básicas de sobrevivencia han estimulado la apertura estomática, se vuelve a observar restablecimiento vegetativo y la planta empieza nuevamente a respirar, y por ende a la estimulación de la actividad fotosintética.

La apreciación de los resultados es solo parcial, los cuáles deben ser sometidos a periodos más prolongados de estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abdala G. & Cenzano A. (2006). Biosíntesis de Jasmonatos y participación en procesos del desarrollo vegetal Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de Río Cuarto. Córdoba - Argentina.

Garido A. (2018) Jasmonatos en frutilla (*Fragaria* × *ananassa*): caracterización fisiológica y molecular de los componentes de la vía de biosíntesis y señalización, y análisis estructura-función de los represores JAZ. Tesis doctoral. Universidad de Concepción. Concepción-Chile.

Paredes J.L. (2022). Respuesta Fisiológica de las Plantas frente a Condiciones de Estrés. Charla Técnica. Expo agroalimentaria Guanajuato-México.

Wahab A, Gholamreza A. (2022), Plant physiobiochemical and phytohormonal responses to alleviate the adverse effects of drought stress: a comprehensive review. <https://www.mdpi.com/2223-7747/11/13/1620>

ENERGÍA RENOVABLE A PARTIR DE ORGANISMOS MICROSCÓPICOS PRESENTES EN EL SUELO

RENEWABLE ENERGY FROM MICROSCOPIC ORGANISMS PRESENT IN THE SOIL

LUIS FERNANDO MARTÍNEZ BRUM¹.

Fecha recibido: 06/mayo/2023

Fecha aprobado: 23/junio/2023

Derivado del proyecto: Energía renovable a partir de microorganismos

Institución financiadora: Universidad Evangélica Boliviana

¹Univ., UEB, Ocupación Estudiante, UEB, correo electrónico: martinezblf@ueb.edu.bo.

RESUMEN

La alta demanda de energía a nivel mundial es un constante problema que está servido sobre la mesa debido a la disminución, cada vez mayor, de los combustibles fósiles. Al mismo tiempo, el combate contra el cambio climático es constante y duro, por lo que las personas en los últimos días están optando por fuentes de energía poco convencionales, es aquí donde entran las energías renovables, como la solar, la eólica, la hidroeléctrica o como la que veremos en el presente proyecto, las celdas de combustible microbianas. En el presente trabajo se describirá y se pondrá en práctica, con el objetivo de difundir e informar a las masas, las celdas de combustible microbianas, una relativamente nueva forma de producir energía renovables, de forma amigable con el medio ambiente. Este sistema aprovecha el metabolismo de ciertos microorganismos presentes e manera natural en el suelo, llamados electrogénicos, y su capacidad para intercambiar electrones con los electrodos del sistema para poder producir energía renovable. Los materiales usados para este sistema fueron: electrodos hechos a base de carbón activado granulado y malla de acero inoxidable, cables comunes de aluminio y se probó un resistor de 1000Ω . Se realizaron dos sistemas, uno con electrodos de una sola capa y otra con doble capa. Los resultados para la primera fueron de $5,82 \text{ mW/m}^2$ sin presentarse ningún inconveniente; mientras que los resultados del segundo sistema fueron $0,21 \text{ mW/m}^2$, presentando algunos inconvenientes de continuidad del sistema eléctrico presentado.

PALABRAS CLAVE: *Microorganismos 1, electrogénicos 2, energía 3, renovable 4, celdas 5, combustible 6.*

ABSTRACT

The high global demand for energy is a constant problem that is on the table due to the increasing depletion of fossil fuels. At the same time, the fight against climate change is ongoing and challenging. As a result, people in recent days have been opting for unconventional energy sources, and this is where renewable energies come into play, such as solar, wind, hydroelectric, and, as we will see in this project, microbial fuel cells. In this work, microbial fuel cells will be described and put into practice with the aim of disseminating and informing the masses about this relatively new way of producing renewable energy in an environmentally friendly manner. This system takes advantage of the metabolism of certain microorganisms naturally present in the soil, known as electrogenic microorganisms, and their ability to exchange electrons with the electrodes of the system to produce renewable energy. The materials used for this system were electrodes made of granulated activated carbon and stainless steel mesh, common aluminum cables, and a 1000Ω resistor was tested. Two systems were constructed, one with single-layer electrodes and another with double-layer electrodes. The results for the first system were 5.82 mW/m^2 without any issues, while the results for the second system were 0.21 mW/m^2 , presenting some issues with the continuity of the electrical system.

KEYWORDS: *Microorganism 1, electrogenic 2, energy 3, renewable 4, cell 5, fuel 6.*

INTRODUCCIÓN

Con la disminución de los combustibles fósiles en el mundo y los crecientes retos ambientales que tienen como objetivo reducir el impacto del cambio climático sobre la tierra y nuestras vidas, se ha comenzado un interés global sobre el cambio energético hacia fuentes de energía que tengan un impacto positivo en el medio ambiente a la vez que sean sustentables para el ser humano según WWF (2023). Aquí es donde las fuentes de energías renovables se hacen presentes, pretendiendo ser la alternativa más cercana a los combustibles fósiles, pudiendo estas disminuir el impacto ambiental y a la vez, proporcionarnos una fuente de energía inagotable (Badii et al., 2016).

La energía renovable es un tipo de energía derivada de fuentes naturales e interminables o que se regeneran más rápido de lo que se consumen. Existen distintas formas de poder generar este tipo de energía, entre las más comunes podemos encontrar la fotovoltaica, hidroeléctrica y eólica, según la UN (2022). Sin embargo, según el Gobierno de Argentina (2020), a lo largo del tiempo se han empezado a percatar del potencial de otros tipos de energía renovable poco convencionales como pueden ser: la geotérmica, la biomasa, el biogás, los biocombustibles, las celdas de combustible de hidrogeno o las celdas de combustible microbianas. En el presente trabajo se explorará más a profundidad este último método de producción de energía renovable.

Las celdas de combustible microbianas son actualmente un campo en crecimiento dentro de los sistemas bio-electroquímicos. Fue propuesta por primera vez hace aproximadamente 100 años, sin embargo, alcanzaron la popularidad recientemente, gracias a sus propiedades para el tratamiento de aguas residuales y la producción de energía eléctrica renovable, según Santoro et al. (2021). Son un sistema que realiza su producción de energía al captar por medio de un par de electrodos (ánodo y cátodo), los electrones liberados por el metabolismo de las bacterias producida en la mitocondria. Esto ocurre gracias a la actividad redox catalítica biológica que ocurre en los microorganismos vivos. En resumen, podemos decir que las celdas de combustible combinan las baterías electroquímicas abióticas convencionales, con la catálisis redox biológica de los microorganismos (Santoro et al., 2017).

El metabolismo de los microorganismos comprende un complejo de reacciones de óxido-reducción, donde las principales biomoléculas catalizadoras participativas son las enzimas, en mayor medida, y las proteínas, en menor medida. Estas son capaces de acelerar el proceso de intercambio de electrones mediante las moléculas y átomos en las células, sin embargo, con el objetivo de aprovechar la energía producida por el electrón, este se pierde ya sea en la célula o se transfiere al oxígeno, lo que imposibilita el aprovechamiento, según Martínez et al. (2022). No obstante, existe un grupo de microorganismos que evolucionaron para tener de compartir los electrones, estos son llamados electrogénicos, que son capaces de transferir por vía directa los electrones a los electrodos de las celdas de combustible microbianas, algunos ejemplos comprobados de microorganismos electrogénicos son: *Geobacter sulfurreducens*, *Shewanella*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Rhodospirillum rubrum*, *Aeromonas hydrophila*, *Clostridium butyricum* y *Enterococcus gallinarum* (Redondo, 2018).

De igual manera, existe una variante de las celdas de combustible microbianas, la cual es celdas de combustible microbianas vegetales. Según Helder (2012) estas combinan las CCM con plantas, con el objetivo de generar una mayor cantidad de materia orgánica que pueda ser oxidada por los microorganismos. Esto se debe a que la planta, al realizar la fotosíntesis, libera compuestos orgánicos al suelo, promoviendo la vida en la rizosfera, a esta acción se le llama rizodeposición, y promueve la alimentación y propagación de microorganismos en el suelo. De esta forma se logra incrementar el rendimiento del sistema, sin daño alguno a la planta.

Para medir el rendimiento eléctrico de las CCM, se obtiene comúnmente la densidad de potencia (mW/m^2) o la densidad de potencia volumétrica (mW/m^3), el cual nos da indicios del potencial de la celdas por determinada superficie, según Choudhury et al. (2021), y esto nos ayudará a conocer la energía total producida (J/m^2) (Helder, 2012).

Algunos resultados que se han logrado obtener en distintas investigaciones son las siguientes: Toledo (2022) obtuvo $360 \text{ mW}/\text{m}^2$, $8000 \text{ mW}/\text{m}^2$ obtenidos por Sonawane et al. (2017), Juárez Murguía (2020) obtuvo $10 \text{ mW}/\text{m}^3$ y $0,44 \text{ W}/\text{m}^2$ obtenidos por Helder (2012), este último dedicado al sistema de CCMV. Los resultados anteriormente mostrados son los máximos rendimiento logrados por las CCM en distintas investigaciones realizadas a lo largo del mundo, como se puede notar es una ciencia naciente que está en constante desarrollo.

El objetivo del presente trabajo será presentar y realizar un modelo de celdas de combustible microbianas convencionales para poder dar a conocer y expandir esta relativamente nueva forma de producir energía de manera renovable y amigable con el medio ambiente, beneficiando así a las personas y al planeta. Se espera obtener un mínimo $100 \text{ mW}/\text{m}^2$.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el departamento de Santa Cruz-Bolivia; en la provincia Andrés Ibáñez, en el municipio de Santa Cruz de la Sierra; coordenadas: $17^{\circ}48'02''\text{S}$ $63^{\circ}10'41''\text{O}$. La zona presenta una temperatura máxima aproximada de 30°C y una mínima aproximada de 20°C . Para el presente proyecto no se realizó ningún tipo de análisis estadístico, a razón de lo que se pretende evaluar, el funcionamiento del sistema para lograr entregar una descripción amplia del funcionamiento y de los materiales necesarios para producirlo, además de dar a conocer su potencia a futuro.

Para la elección de materiales, se dividió el sistema en las siguientes secciones: ánodo, cátodo, sustrato, recipiente y sistema eléctrico.

Para el ánodo se usó como base una malla de acero inoxidable, recubierta con carbón activado granulado. El carbón activo es uno de los materiales de electrodo ampliamente utilizados para realizar celdas de combustible microbianas, ya que presenta una alta área de superficie y presenta una buena porosidad que ayuda en la interacción entre el electrodo y los microorganismos. Este se encontrará al fondo del sistema, en un ambiente anaeróbico. Para el cátodo se utilizó los mismos materiales que en el ánodo. Lo que diferenciará el cátodo del ánodo será la posición en la que se encontrara. Este estará en la superficie del sistema, ya que debe estar en

con el oxígeno para poder realizar un intercambio de electrones con este elemento. El intercambio de protones se realizará por medio del mismo sistema. El sustrato utilizado fue suelo negro, debido a que este es rico en minerales, materia orgánica y microorganismos. Este se mantendrá húmedo para que los electrones y microorganismos se mantengan en movimiento constantemente. Se utilizaron envases de plástico cilíndricos de 6 cm de diámetro y 6 cm de altura para armar el sistema y así disminuir los costos. En este se pondrán los electrodos para poder almacenarlos y a su vez almacenar la planta. Los materiales eléctricos utilizados fueron cables de aluminio y un resistor de 1000Ω . Para la medición del voltaje y del amperaje se usó un multímetro, para la potencia y la densidad de potencia se usó fórmulas.

El sistema sería de una sola cámara con el objetivo de la limitación de materiales y para abaratar los costos. El sistema se armó de la siguiente manera: primero se hicieron los electrodos, ambos de la misma manera, donde en una base de malla de acero inoxidable, se adjuntó un cable de aluminio y se procedió a esparcir carbón activo granulado para expandir la superficie del electrodo; luego se realizó el llenado de los envases con lodo de tierra negra, dejando el electrodo que hará función de ánodo en el fondo, y el que hará función de cátodo en la superficie para que este en contacto con el oxígeno del ambiente; para finalizar se colocó un resistor de 1000Ω , para cerrar el circuito. Se realizaron dos sistemas, uno con electrodos de una capa, y otro con electrodos de doble capa

RESULTADOS

Para la toma de resultados se utilizó un multímetro, el cual nos indicó los amperios (mA) y los voltios (mV). La potencia (mW) se midió utilizando una fórmula ($P=V*I$) y la densidad de potencia (mW/m^2) se midió de igual manera utilizando una fórmula (Densidad de potencia= $P/\text{área del sistema}$).

Se realizó la primera medición tras haber desarrollado los sistemas. Para el sistema de una sola capa los resultados obtenidos fueron 10,25 mV y 0,1mA, esto nos daría una potencia de 1,025 mW y una densidad de potencia de 3,64 mW/m². Para el sistema de doble capa los resultados fueron 32,4 mV y 0,13 mA, esto nos daría una potencia de 4,21 mW y una densidad de potencia de 14,93 mW/m².

Se efectuó una segunda medición transcurridas las 8 horas, donde se obtuvieron los siguientes resultados. Para el sistema de una sola capa los resultados obtenidos fueron 23,2 mV y 0,11 mA, lo cual da una potencia de 2,55 mW y una densidad de potencia de 9,04 mW/m². Para el sistema de doble capa los resultados fueron inesperados debido a que el circuito se invirtió causando una baja de continuidad dando los siguientes resultados: 7 mV y 0,01 mA, dando como potencia 0,07 mW y una densidad de potencia de 0,25 mW/m².

Para finalizar la toma de muestra, se consumió una tercera muestra pasadas las 24 horas, donde se obtuvieron los siguientes resultados. Para el sistema de una sola capa los resultados obtenidos fueron 16,4 mV y 0,1 mA, esto nos daría una potencia de 1,64 mW y una densidad de potencia de 5,82 mW/m². Para el sistema de doble capa pasadas las 24 horas el sistema volvió a estabilizarse, sin embargo, la energía no mejoró, los resultados fueron 5,61 mV y 0,01 mA, esto nos daría una potencia de 0,06 mW y una densidad de potencia de 0,21 mW/m².

CONCLUSIONES

Los resultados finales obtenidos del proyecto muestran una superioridad, en cuanto a densidad de potencia se refiere, del sistema de solo una capa de carbón activo en el sistema, sobre el de doble. Sin embargo, aun con esto la densidad de potencia obtenida es menor a la esperada de 100 mW/m², obteniendo una cantidad máxima de 5,82 mW/m² en un total de 24 horas.

Con esto podemos concluir que, a pesar de lograr conseguir energía del sistema con escasos recursos, es notoria la necesidad de tener a la disposición materiales especializados para poder optimizar la producción de energía del sistema, logrando así poder alcanzar densidades de potencia altas como 8000 mW/m² por Sonawane et al. (2017) o 360 mW/m² obtenidos por Toledo (2022).

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente proyecto son menores a los obtenidos por otros autores como Toledo (2022). Estos resultados bajos pueden deberse a la baja calidad de los materiales utilizados en comparación con los autores mencionados, por lo que se lograse la obtención de materiales especializados, estos resultados podría llegar incrementarse.

Los dos sistemas fueron hechos con la finalidad de probar su rendimiento con un bajo costo, lo cual se logró. El segundo sistema demostró problemas en su funcionamiento, esto pudo deberse al pequeño tamaño del envase de plástico y a la colocación de los cables. El primer sistema mostro menos energía pero mayor estabilidad. También algo a tener en cuenta para poder mejorar el funcionamiento del sistema es realizar un sistema de doble cámara para que la oxidación y reducción de los electrodos sea más precisa he individual.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Badii, M. H., Guillen, A., & Abreu, J. L. (2016). Energías renovables y conservación de energía. *Daena: International Journal of Good Conscience*, 141–155. [http://www.spentamexico.org/v11-n1/A12.11\(1\)141-155.pdf](http://www.spentamexico.org/v11-n1/A12.11(1)141-155.pdf)

Choudhury, P., Bhunia, B., Bandyopadhyay, T. K., & Ray, R. N. (2021, 8 enero). The overall performance improvement of microbial fuel cells connected in series with dairy wastewater treatment. *Journal of electrochemical science and technology*. <https://doi.org/10.33961/jecst.2020.01284>

Gobierno de Argentina. (2020, 11 septiembre). ¿Qué son las energías renovables? <https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/energia-electrica/renovables/que-son-las-energias-renovables>

Helder, M. (2012). Design criteria for the Plant-Microbial fuel cell: Electricity generation with living plants – from lab to application [Tesis de doctorado]. Wageningen University.

Juárez Murguía, Z. A. (2020). Evaluación del efecto del tamaño del cátodo sobre el desempeño global de una celda de combustible microbiana sin membrana para el tratamiento de aguas residuales y generación de energía [Tesis de Maestría]. Centro De Investigación y Desarrollo Tecnológico En Electroquímica, SC.

Martínez, M., Ferreira, P., & Medina, M. (2022, 29 agosto). Estrategias en la transferencia de electrones de los sistemas biológicos. <https://revista.sebbm.es/articulo.php?id=806&url=estrategias-en-la-transferencia-de-electrones-de-los-sistemas-biologicos>

Redondo, J. J. (2018). Microorganismos electrogénicos: Células de combustible microbianas [Trabajo de fin de grado]. Universidad de Alcalá.

Santoro, C., Arbizzani, C., Erable, B., & Ieropoulos, I. (2017, 15 julio). Microbial fuel cells: From fundamentals to applications. A review. *Journal of Power Sources*. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2017.03.109>

Santoro, C., Brown, M., Gajda, I., Greenman, J., Obata, O., García, M. L. S., Theodosiou, P., Walter, A., Winfield, J., You, J., & Ieropoulos, I. (2021, 1 octubre). *Microbial Fuel Cells, Concept, and Applications*. Springer eBooks. https://doi.org/10.1007/978-3-030-23217-7_93

Sonawane, J. M., Yadav, A., Ghosh, P. C., & Adeloju, S. B. O. (2017). Recent advances in the development and utilization of modern anode materials for high performance microbial fuel cells. *Biosensors and Bioelectronics*, 558–576. <https://doi.org/10.1016/j.bios.2016.10.014>

Toledo, F. (2022, junio). Evaluación del efecto de distintos factores en el rendimiento de celdas de combustible microbianas con visión a un futuro escalamiento del sistema. <http://r-d-i-u-n-c-o-m-a-e-d-u-a-r/b-i-t-s-t-r-e-a-m/h-a-n-d-l-e/u-n-c-o-m-a-i-d/16864/PI-P%20Toledo%20Fernanda.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

UN. (2022, 27 mayo). ¿Qué son las energías renovables? <https://www.un.org/es/climate-change/what-is-renewable-energy>

WWF. (2023, 25 abril). El cambio a la energía renovable debe proteger la naturaleza. <https://www.wwf.org.bo/?uNewsID=382512>

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE LA FRUTILLA COMERCIALIZADA EN LA CIUDAD DE SANTA CRUZ-BOLIVIA

QUALITY DETERMINATION OF THE STRAWBERRY MARKETED IN THE CITY OF SANTA CRUZ-BOLIVIA

*Patricia Reina Paz Rodríguez¹, Daniela Caba Sandoval², Daniela Gardenica Martinez Arce³,
Yarifa Valverde Valverde⁴, Jimena Zeballos Villarroel⁵.*

Fecha recibido: 15/ mayo/ 2023

Fecha aprobado: 16/ junio/ 2023

Derivado del proyecto: Tecnología de frutas y hortalizas

Institución financiadora: Escuela de Ingeniería, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología.

¹Ing. en Alimentos, UNIVALLE-CBBA, PhD, UCO-España, Ocupación docente, UEB, correo electrónico: pazrpr@ueb.edu.bo
<https://orcid.org/0009-0005-2745-4816> ²Ing. en Alimentos, UAGRM, Ocupación Maestrante, UAGRM.

³Ing. en Alimentos, UAGRM, Ocupación Maestrante, UAGRM. ⁴Ing. en Alimentos, UAGRM, Ocupación Maestrante, UAGRM.

⁵Ing. en Alimentos, UAGRM, Ocupación Maestrante, UAGRM.

RESUMEN

El estado de madurez de frutas y hortalizas determina el momento en que reúnen las características suficientes para su comercialización o consumo. El manejo agrícola tecnificado permite obtener alimentos con mayor y mejor cantidad de nutrientes disponibles para cubrir la demanda actual de alimentos de consumidores cada vez más informados, con tendencias de consumo más exigentes y comprometidos con el medio ambiente. La presencia cada vez menos estacional de frutilla en los diferentes mercados de la ciudad de Santa Cruz– Bolivia y la variación en cuanto a sus características gustativas en relación a los diferentes estados de madurez son elementos importantes a tener en cuenta para satisfacer las exigencias de los consumidores actuales y de la industria de alimentos. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la calidad de la frutilla mediante la determinación del contenido de sólidos solubles totales (SST) y el color de la frutilla variedad Oso Grande producida en Comarapa Santa Cruz–Bolivia en el verano 2018. Se utilizó frutilla madura, obtenidas de 3 mercados de la ciudad de Santa Cruz, en el laboratorio fueron mezcladas y seleccionadas las unidades enfermas, deformes o podridas, se seleccionó 100 frutos al azar, para la evolución. Todos los datos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA), seguido de test Tukey con nivel de significancia de $P < 0.05$. Los resultados mostraron que, aunque las frutillas están dentro el grado de madurez de cosecha recomendado, existen diferencias significativas en la calidad gustativa entre los estados de madurez evaluados.

PALABRAS CLAVE: *Calidad 1, madurez 2, frutilla 3, sólidos solubles 4, carta de color 5.*

ABSTRACT

The state of maturity of fruits and vegetables determines the moment in which they have the sufficient characteristics for their commercialization or consumption. Technical agricultural management allows obtaining food with a greater and better amount of nutrients available to meet the current demand for food from increasingly informed consumers, with more demanding consumption trends and committed to the environment. The less and less seasonal presence of strawberry in the different markets of the city of Santa Cruz–Bolivia and the variation in terms of its taste characteristics in relation to the different states of maturity are important elements to take into account to satisfy the demands of consumers. Current and food industry. The objective of this work was to evaluate the quality of the strawberry by determining the content of total soluble solids (TSS) and the color of the Oso Grande variety strawberry produced in Comarapa Santa Cruz–Bolivia in the summer of 2018. Ripe strawberries were used, obtained from 3 markets in the city of Santa Cruz, in the laboratory the diseased, deformed or rotten units were mixed and selected, 100 fruits were randomly selected for evolution. All the data were subjected to an analysis of variance (ANOVA), followed by the Tukey test with a significance level of $P < 0.05$. The results showed that although the strawberries are within the recommended harvest maturity degree, there are significant differences in taste quality between the evaluated maturity states.

KEYWORDS: *Quality 1, maturity 2, strawberry 3, soluble solids 4, color chart 5.*

INTRODUCCIÓN

Aunque en el pasado la disponibilidad de los berries, también llamadas frutas finas, frutillas o frutos del bosque se limitaba a una temporada corta de verano, en la actualidad, la demanda de este tipo de fruta, especialmente de frutillas, a nivel mundial está en aumento, debido principalmente a que los consumidores se han puesto más conscientes de la importancia de consumir alimentos saludables, asimismo por las mejoras en los rendimientos que han creado un suministro doméstico expandido (The Produce News, 2016).

Fira (2016) establece que las berries han cobrado relevancia en el mercado agroalimentario por dos razones principalmente, la primera porque son cultivos de alta rentabilidad pues el precio en los mercados internacionales es alto en comparación con otros cultivos, lo que ha incentivado el incremento en la superficie de producción, y la segunda por que han aprovechado la ventana de oportunidad que representan los consumidores de ingresos medios y altos, que están dispuestos a pagar un precio relativamente alto por productos acordes a los nuevos estilos de vida, donde hay una constante motivación para el consumo de frutas, familias pequeñas y con poco tiempo para la preparación de alimentos quienes a su vez aprecian los productos de alto valor nutritivo y que aporten beneficios a las funciones fisiológicas del organismo humano.

Según Restrepo, et al (2010), la frutilla se considera un alimento nutraceutico, por ser una buena fuente de compuestos antioxidantes especialmente hidrosolubles, como antocianinas, ácidos fenólicos, vitamina C, entre otros, que tienen funciones específicas como protectores de la oxidación de muchos organelos. Se ha encontrado, en ratas, que una buena suplementación con jugos de frutilla reduce la propagación de tumores del esófago. El ácido eláxico y sus derivados, de alta concentración en la frutilla, son preventores químicos que actúan estimulando la detoxificación de enzimas y previniendo la interacción de especies carcinogénicas con el ADN.

Según Undurraga & Vargas (2013), la calidad de las frutillas se basa en atributos sensoriales como color, olor, textura y un equilibrio entre sólidos soluble y acidez. Se clasifica como un fruto no climatérico, es decir no mejora su calidad gustativa después de cosechada, sólo aumenta el color y disminuye la firmeza y se caracteriza por poseer una elevada tasa respiratoria, por lo que se asocia a una corta vida de almacenamiento. El índice de madurez comercial es el color, parámetro que mayor información proporciona sobre la evolución de su maduración. La recolección comenzara cuando el fruto ha adquirido el color típico de la variedad, al menos 2/3 a 3/4 de su color rojo (Figura 1), según sea la distancia a transportar y la temperatura reinante.

El protocolo de calidad del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria SENASA-Argentina establece que las frutillas para ser comercializadas deberán tener un estado de madurez determinado por el color y el contenido de los azúcares. El color debe ser el rojo característico de la variedad y debe cubrir como mínimo el 75 % de la superficie del fruto, sin la presencia de punta verde, determinado visualmente. Por otro lado, el contenido de sólidos solubles totales SST (expresado en ° Brix) debe ser mayor o igual al 7 °Bx. Sin embargo, muchas veces la evaluación de la madurez solo visual no garantiza un contenido de SST específico y por lo tanto la calidad gustativa esperada por los consumidores; lo que se debe a que la relación entre estos dos parámetros es compleja y se ve influenciada por factores genéticos y ambientales.

La industria hortofrutícola dispone de diferentes instrumentos y métodos para la medición de los índices de madurez de cada tipo de fruta, entre estos las cartas de color son una alternativa que permiten determinar este atributo de manera subjetiva pero en forma rápida, sencilla y no destructiva, para correlacionarlo con la medida de calidad que caracteriza al producto, medida que podría mejorar este método subjetivo de la determinación visual del color muy utilizado actualmente y ofrecer a los consumidores fruta con parámetros de madurez más precisos.

Para la frutilla existe poca información sobre la correlación entre color y contenido de azúcares, aunque diferentes autores (Agüero et al, 2015), estudiaron estas variables separadamente y no su interdependencia.

En Bolivia, el cultivo de frutilla puede ser otra alternativa viable en las diferentes regiones disponibles, tanto en el altiplano, bajo condiciones controladas o como en la cabecera de los valles y en el trópico donde se puede adaptar con facilidad.

Según lo que se observa en la oferta de frutilla en los mercados, la producción de esta fruta fue incrementando de manera considerable en los últimos 20 años, ya que el mejor manejo va ligado a un buen rendimiento. El líder productor nacional es el departamento de Santa Cruz donde en la localidad de Comarapa se produce el 52 % de la producción nacional (La Región, 2022).

Según Villazante (2017), en Bolivia la información acerca de consumo de productos agropecuarios es muy escasa, solo se tiene información de los productos de mayor consumo, pero se carece información de productos agropecuarios como las frutas y hortalizas, por lo tanto, en la actualidad se desconoce los volúmenes, los niveles, de frecuencias, gustos y preferencias del consumo de frutilla. Este autor caracterizó el perfil del consumidor de frutilla, la frecuencia y el volumen de compra en las ciudades de La Paz y el Alto, pero no recogió ninguna información acerca de la calidad que se comercializa o que el consumidor prefiere.

Sin embargo, teniendo en cuenta la competitividad actual de la agricultura y su impacto en la decisión final de compra de los consumidores hay estudios (Oyarzun et al (2011), cada vez más precisos, que describen las características fisicoquímicas de diferentes productos hortofrutícolas, que reflejan su calidad postcosecha en diferentes regiones específicas o que relaciona las características de calidad y la preferencia de los consumidores; estudios que por un lado permiten conocer la calidad de fruta disponible en un mercado específico para elaborar protocolos de atributos de calidad, que por un lado se constituyen herramientas adicionales para la obtención de productos de calidad diferenciada y por otro demandan que los productores y el estado realicen inversiones importantes a lo largo de toda la cadena productiva para que los frutos ofertados cuenten con la calidad, la presentación y la facilidad en el acceso que los consumidores requieren.

En este sentido el objetivo del presente trabajo es la determinación de la calidad de las frutillas comercializadas en la ciudad de Santa Cruz-Bolivia, evaluando en esta fruta el color y el contenido de sólidos solubles totales y la relación entre estas dos variables.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó frutilla completamente madura, que presentaba al menos 2/3 a 3/4 de su color rojo característico de la variedad Oso grande, variedad característica por el color rojo anaranjado, calibre grueso, buen sabor y resistente al transporte, producida en la localidad de Comarapa Santa Cruz Bolivia (1825 m de altitud), de la cosecha de verano 2018.

Las muestras fueron obtenidas de los 3 mercados más grandes de la ciudad de Santa Cruz-Bolivia y llevadas al laboratorio donde fueron mezcladas con la finalidad de tener una muestra representativa general, de donde se seleccionaron las unidades, enfermas, deformes o podridas por ser consideradas no comerciales. De las muestras consideradas válidas se seleccionaron al azar 100 frutos, cada uno de ellos fue identificado para luego ser evaluado.

Se trabajó con un diseño completamente aleatorizado, para lo cual en cada muestra se determinó el color y el contenido de sólidos solubles totales. La evaluación de la coloración externa de las frutillas se realizó utilizando una carta de color con la que se determinó el área coloreada las mismas y se la relaciono a diferentes etapas de maduración, en una escala visual de 5 puntos: 1= frutilla 100% blanca, 2= frutilla 1/2 blanca y el resto roja, 3 = frutilla 1/3 blanca y el resto roja , 4 = frutilla 1/4 blanca y el resto roja y 5= frutilla 100 % roja; al mismo tiempo a partir del jugo de cada frutilla, obtenido manualmente, se determinó el contenido de sólidos solubles (° Brix), utilizando un refractómetro marca Atago con un rango de escala: Brix 0.1 a 32.0 %.

Figura 1.
Estados de madurez de la frutilla



Teniendo en cuenta los resultados obtenidos y los encontrados por otros autores (Lado et al, 2011; Solorzano et al, 2015, Chicaiza, 2015), inicialmente se analizó los valores de cada parámetro separadamente para luego establecer las diferencias en el contenido de SST en cada grado de madurez de las frutillas ofertadas a los consumidores en los diferentes mercados de la ciudad de Santa Cruz-Bolivia.

Posteriormente se realizaron pruebas de normalidad y homogeneidad de varianza usando las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Levene, respectivamente. Se utilizó un análisis de varianza ANOVA para determinar las diferencias estadísticas entre las variables medidas y finalmente se realizó la prueba post hoc de comparación de rangos múltiples HDS Tukey. Se fijó un nivel de significancia de $P < 0.05$. Los análisis estadísticos se realizaron con el programa estadístico SPSS, versión 18.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos evidencian que las frutillas ofertadas a los consumidores en los mercados de la ciudad de Santa Cruz-Bolivia (Tabla 1) se encuentran mayoritariamente en el grado de madurez 4 (Figura 1) representado visualmente cuando la fruta presenta aun 1/4 de su superficie externa blanquecina, de acuerdo con las recomendaciones de algunos autores de empezar la cosecha cuando al menos el fruto tiene de 2/3 a 3/4 de color rojo externo, teniendo en cuenta que después de la cosecha puede mejorar su color pero no su calidad gustativa según Undurraga & Vargas (2013), en sentido se puede ver también que una cantidad importante de fruta está en el estado de madurez 3 y 5.

Tabla 1.

Calidad de las frutillas comercializadas en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra Bolivia.

Color	
Grado de madurez	% fruta
3	26
4	43
5	30

Tabla 2.

Contenidos de SST en frutillas

Contenido de sólidos solubles totales SST ° Brix				
Grado de madurez	N°	Promedio	Ds	Rango
3	25	6,0	0,6	5,0-6,9
4	41	7,6	0,5	7,0-8,8
5	29	9,8	0,8	9,0-11,5

El cumplimiento de los supuestos de ANOVA (Tabla 3 y 4) de los datos obtenidos, nos permitió mediante este análisis de varianza, determinar si las medias del contenido de SST en cada grado de madurez evaluado, son estadísticamente diferentes $p < 0.05$.

Tabla 3.
Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smimov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statisti	df	Sig.	Statisti	df	Sig.
SST	,088	95	,065	,974	95	,058

a. Lilliefors Significance Correction

Tabla 4.
Pruebas de homogeneidad de varianza para SST

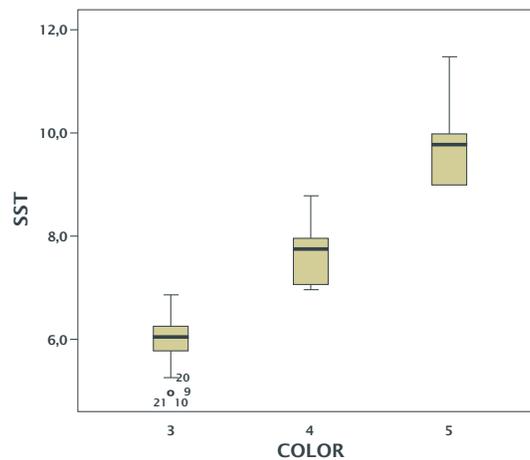
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2,000	2	92	,141

Los resultados (Tabla 5) indican que, aunque es recomendable cosechar frutilla en los estados de madurez 3, 4 y 5 la calidad gustativa representada por el contenido de solidos solubles totales en estos estados es significativamente diferente.

Tabla 5.
Análisis de varianza ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	194,212	2	97,106	251,2	,000
Within Groups	35,560	92	,387	30	
Total	229,772	94			

Figura 2.
Medidas del contenido de SST



De esta manera Tukey también establece 3 grupos estadísticamente diferentes al 5 %, entre ellos, lo que nos confirma al igual que otros trabajos similares que el contenido de sólidos solubles varía en los diferentes estados de madurez en frutillas de la variedad Oso grande.

Tabla 6.
Prueba de grupos homogéneos Tukey HSD

		Subset for alpha = 0.05		
COLOR	Nº	1	2	3
3	25	5,992		
4	41		7,615	
5	29			9,759
Sig.		1	1	1

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta que el óptimo estado de la madurez en frutas tiene un impacto significativo sobre su calidad nutritiva y de pos cosecha, es importante validar los índices subjetivos, que aún son herramientas útiles en el trabajo de campo y que van a ser importantes en la decisión de compra de los consumidores, con valores cuantitativos

Aunque en frutilla se asocia el estado de madurez a un sabor aceptable con un contenido mínimo de 7 °Brix, hemos observado que dentro el estado de madurez listo para la cosecha podemos categorizar también el contenido de sólidos solubles totales en 3 grupos bien diferenciados, información importante que permitirá ofrecer frutilla con características gustativas más acordes con las preferencias de los consumidores y al mismo tiempo, impulsar su consumo, teniendo en cuenta que actualmente hay líneas de investigación de pos cosecha, que profundizan en los factores que tiene que ver con los hábitos de consumo de frutas y sus tenencias, así mismo de como minimizar la precepción de unas frutas más dulces que otras. En este sentido, se sugiere que futuras investigaciones tomen en cuenta también otros parámetros que influyen en la calidad gustativa de las frutillas, asimismo desarrollar evaluaciones organolépticas con consumidores locales, información que permitiría mejorar la calidad del proceso evaluativo y de la información estadística de cara a ir acercando cada vez más la investigación a la realidad cotidiana y al aporte que la sociedad espera de ella.

DISCUSIÓN

En relación al contenido de sólidos solubles totales (° Brix), en los estados de madurez evaluados, se observa que se encuentra inclusive por debajo del valor que algunos autores (Lesbia et al, 2018), asocian a un sabor aceptable, 7 ° Bx (Cuadro N° 2) y por debajo de alguna normativa para frutilla de esta variedad (Ministerio de Agricultura Argentina, 2012). Por lo visto solamente los grados 4 y 5 cumplen con los requisitos de calidad en frutilla fresca en cuanto a contenido de sólidos solubles totales, aunque Chicayza (2015), reporta que en esta variedad de frutilla se pudo observar que a medida que el índice de madurez aumenta, también aumentan los ° Brix.

Además, se observó que los contenidos de sólidos solubles en los estados de madurez estudiados fueron superiores a los reportados por Chicaiza (2015), quien encontró para esta

misma variedad de frutilla, valores muy similares en los estados de madurez 4, 5 y 6 alrededor de 7 ° Brix, además que los estados de madurez 4 y 5 no presentaron diferencias significativas en cuanto a este parámetro en ese mismo estudio.

Lo mismo sucede con los valores publicados en el propuesta de Norma Técnica Ecuatoriana NTE (2015), donde reportan como requisitos mínimos, un rango de 7.01 a 8.10 de contenido de SST (Chicaiza, 2015), pero coincidimos con los valores de contenido de SST presentados Quilo (2016), quien caracteriza la frutilla de esta misma variedad con valores muy cercanos a 11 ° Brix en un estado de madurez 4, así mismo Dobroski (2017), caracterizó la frutilla madura para almacenamiento de la variedad Oso grande con un contenido de sólidos solubles alrededor de 10 ° Brix.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agüero J.J., Salazar S.M., Kirschbaum D.S., Jerez E.F. (2015). Factors affecting fruit quality in strawberries grown in a subtropical environment. *International Journal of Fruit Science* 15: 223-234.

Ayala, L.C., Valenzuela, C.P., Bohorquez, O. (2013). Caracterización fisicoquímica de mora de catilla (*Rubus glaucus* Benth) en seis estados de madurez. *Bioteología en el sector agropecuario y agroindustrial* Vol. 11 N° 2. (10-11) Junio - diciembre 2013.

Chicaiza, J.J. (2015). Determinación de los parámetros físico-químicos y microbiológicos de la fresa (*Fragaria vesca*) variedad oso grande como base para el establecimiento de la norma de requisito. Universidad Regional de los Andes UNIANDES, Ambato, Ecuador.

Fideicomisos Instituidos en Relación a la Agricultura FIRA 2016. Panorama agroalimentario Berries 2016. diees@fira.gob.mx

Lado J., Vicente E., Manzioni A., Ghelfi B., Ares G. (2012). Evaluación de calidad de fruta y aceptabilidad de diferentes cultivares de frutilla. *Agrociencia*, Uruguay 16 (1):51-58.

La Región <https://www.laregion.bo/comarapa-produce-mas-de-la-mitad-de-la-frutilla-de-bolivia/>

Lesbia, C., González, J., Matas, A., J., Mercado, J., A. (2018). Caracterización de indicadores de la calidad del fruto en líneas de fresa transgénicas con genes silenciados que codifican para enzimas pectinolíticas *Rev. Colomb. Biotecnol.* Vol. XX No. 1 Enero - Junio 2018, 42 - 50 DOI: 10.15446/rev.colomb.biote.v20n1.73673

Ministerio de Agricultura Argentina (2012). Protocolo de calidad para frutilla fresca y congelada

Muñoz, S. P., Naranjo, J. C. (2012). Caracterización de las propiedades fisicoquímicas y estudio de los atributos de calidad en el comportamiento pos cosecha de dos variedades de frutilla (*Fragaria Chilensis*) en la provincia de Imbabura. Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.

Quilo, N. R (2016). Efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible con extracto de propóleos como agente anti fúngico en la conservación de frutilla. Universidad técnica del norte, Ibarra, Ecuador

Restrepo, A.M., Cotez, R.M., Rojano, B.A. (2010), Potenciación de la capacidad antioxidante de fresa (*Fragaria ananassa* Duch.) por incorporación de vitamina E utilizando técnica de impregnación al vacío. *Revista Vitae*, vol. 17, num. 2, 2010, pp. 135-140. Universidad de Antioquia Medellín Colombia

Undurraga, P., Vargas, S, (2013). Manual de frutilla. Centro. Boletín N° 262 Regional de Investigación Quilamapu

The Produce News, (2016). <http://www.hortalizas.com/cultivos/demanda-creciente-facilita-importaciones-ampliadas-de-frutillas-en-eua/2/>

Vera, Ma. B., Soto, G., Echeverría, R. (2011). Actitudes y preferencias del consumidor de frutas y hortalizas en estado fresco. Ciudad de Valdivia. Región de los Ríos. *Agro Sur* Vol. 39 (1) 35-41.

Villazante CH. D.G. (2017). Consumo, gustos y preferencias de la frutilla en las ciudades de La Paz y el Alto. *Revista Estudiantil AGRO-VET*. Vol.1 N° 1. Junio - Diciembre. 2017:36-40. ISSN: 2523 - 2037.

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE CINCO VARIETADES DE NÉCTAR DE NARANJA COMERCIALIZADA EN LA CIUDAD DE SANTA CRUZ.

QUALITY DETERMINATION OF THE FIVE ORANGE JUICE VARIETIES MARKETED IN THE SANTA CRUZ CITY

Patricia Reina Paz Rodríguez¹, Rosaly Rosse Estrada Banegas², Gabriela Gonzalez Mercado³, Iver Enrique López Avaroma⁴, Marlene Rosales Paniagua⁵, Silvia Patricia Saucedo Bazan⁶, Natali Silva Serrate⁷, Natali Silva Serrate⁸, Belizaida Soleto Gomez⁹, Viviana Soto Hinojosa¹⁰

Fecha recibido: 15/ mayo/ 2023

Fecha aprobado: 30/ junio/ 2023

Derivado del proyecto: Tecnología de frutas y hortalizas

Institución financiadora: Escuela de Ingeniería Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología

¹Ing. en Alimentos, Univalle-CBBA, PhD, UCO-España, Ocupación docente, UEB, correo electrónico: pazrpr@ueb.edu.bo <https://orcid.org/0009-0005-2745-4816>

²Ing. en Alimentos, UAGRM, Ocupación Maestrante, UAGRM ³Ing. en Alimentos, UAGRM, Ocupación Maestrante, UAGRM.

⁴Ing. en Alimentos, UAGRM, Ocupación Maestrante, UAGRM. ⁵Ing. en Alimentos, UAGRM, Ocupación Maestrante, UAGRM.

⁶Ing. en Alimentos, UAGRM, Ocupación Maestrante, UAGRM. ⁷Ing. en Alimentos, UAGRM, Ocupación Maestrante, UAGRM.

⁸Ing. en Alimentos, UAGRM, Ocupación Maestrante, UAGRM. ⁹Ing. en Alimentos, UAGRM, Ocupación Maestrante, UAGRM.

¹⁰Ing. en Alimentos, UAGRM, Ocupación Maestrante, UAGRM.

RESUMEN

El consumo de jugos y néctares envasados es un hábito que se ha extendido a través del tiempo, primero con la finalidad de disponer jugos de la fruta para el consumo todo el año, es decir evitar la estacionalidad de las diferentes frutas, así como alargar su vida útil manteniendo sus características fisicoquímicas, sensoriales y nutricionales. Por otro lado, el desarrollo de las diferentes tecnologías de procesamiento de alimentos, así como los diferentes materiales utilizados en los envases han dado un impulso a su posicionamiento en el mercado. En la actualidad un aspecto importante en la decisión de compra de los consumidores de jugos y néctares envasados es que sean similares sensorialmente a los de la fruta natural. En el presente trabajo se evaluó la calidad de 5 néctares de naranja comercializados en la ciudad de Santa Cruz-Bolivia mediante la determinación del contenido de sólidos solubles totales (SST), acidez titulable, pH y densidad relativa, así mismo se realizó una evaluación sensorial del grado de aceptación utilizando análisis de varianza (ANOVA) con nivel de significancia de $P < 0.05$. El resultado de la evaluación sensorial, muestra que el néctar más aceptado en la escala hedónica fue el que tenía un contenido de 12 ° Brix y 3.2 % de acidez, es decir hay mayor preferencia a néctares con mayor cantidad de sólidos solubles y baja acidez. Cabe destacar que la muestra con mayor aceptación es relativamente económica, de fácil acceso y caracterizado por tener un sabor y aroma agradable.

PALABRAS CLAVE: *Néctar de naranja 1, análisis sensorial 2, calidad 3.*

ABSTRACT

The consumption of packaged juices and nectars is a habit that has spread over time, first with the purpose of preparing fruit juices for consumption throughout the year that is, avoiding the seasonality of the different fruits as well as extending their useful life by maintaining their physicochemical, sensory and nutritional characteristics. On the other hand, the development of the different food processing technologies as well as the different materials used in the containers have given a boost to its positioning in the market. Currently, an important aspect in the purchase decision of consumers of packaged juices and nectars is that they are sensorially similar to those of natural fruit. In the present work, the quality of 5 orange nectars marketed in the city of Santa Cruz Bolivia was evaluated by determining the content of total soluble solids (TSS), titratable acidity, pH and relative density, likewise a sensory evaluation of the degree of acceptance using analysis of variance (ANOVA) with a significance level of $P < 0.05$. The result of the sensory evaluation shows that the most accepted nectar on the hedonic scale was the one with a content of 12° Brix and 3.2% acidity that is, there is a greater preference for nectars with a greater amount of soluble solids and low acidity. It should be noted that the sample with the greatest acceptance is relatively cheap, easily accessible and characterized by having a pleasant flavor and aroma.

KEYWORDS: *Orange nectar 1, sensory analysis 2, quality 3.*

INTRODUCCIÓN

El consumo de jugos y néctares envasados es un hábito que se ha extendido a través del tiempo, primero con la finalidad disponer jugos la fruta para el consumo todo el año, es decir evitar la estacionalidad de las diferentes frutas, así como alargar su vida útil manteniendo sus características fisicoquímicas, sensoriales y nutricionales. Por otro lado, el desarrollo de las diferentes tecnologías de procesamiento de alimentos, así como los diferentes materiales utilizados en los envases han dado un impulso a su posicionamiento en el mercado.

“Los néctares de frutas son una técnica alternativa que permite adicionar valor agregado a materia prima poco industrializado, lo que contribuye a la solución del problema de la conservación de frutas, evitándose que sean desechados y que se ocasione pérdidas económicas” (Buste y Zambrano, 2017).

“En la actualidad se ha visto un incremento en la producción, procesamiento, y consumo de néctares y jugos de pulpa de fruta, como alternativa sostenible para la nutrición” (Gordillo et al., 2012, p. 132).

Un aspecto importante en la decisión de compra de los consumidores de alimentos tiene que ver con las características sensoriales de los productos alimenticios disponibles en el mercado, en este sentido el consumidor reclama a la industria alimentos más naturales por lo que los jugos y néctares envasados deberían ser similares sensorialmente a la fruta natural.

Los néctares de frutas deben ser libres de materia y sabores extraños, poseen color uniforme y olor semejante al de la respectiva fruta, el contenido de azúcares debe variar entre 13 a 18 °Brix (Camacho, 2002).

La mandarina y la naranja son los principales cítricos de Bolivia tomando en cuenta que en el año agrícola 2015–2016 se produjeron 225.712 toneladas métricas de mandarina y 185.093 toneladas métricas de naranja, (INE, 2017). Su alto contenido en jugo, su sabor y sus propiedades nutritivas hacen de este tipo de fruta propicia para su consumo en fresco y para la producción industrial de jugos y néctares principalmente.

En Bolivia, bebidas a base de jugo de frutas tanto de importación como de fabricación nacional, son sometidas a control por los Organismos Oficiales (Ministerio de Salud y Deportes, y el Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria – SENASAG) bajo la Normativa Nacional e Internacional reconocida como es la Norma Boliviana y el Codex Alimentarius (Segurondo Loza, R. et al, 2013).

El néctar es una bebida alimenticia elaborada a partir de la mezcla de pulpa o jugo de una o varias frutas, agua y azúcar. De manera opcional, contiene ácido cítrico, estabilizador y conservante (Gordillo et al., 2012, p. 132). El néctar no es un producto estable por sí mismo, es decir, necesita ser sometido a un tratamiento térmico adecuado para asegurar su conservación. Es un producto formulado, que se prepara de acuerdo a una receta o fórmula preestablecida y que puede variar de acuerdo a las preferencias de los consumidores (Coronado & Rosales, 2001).

Los jugos, néctares y bebidas de fruta, los jugos (zumos) de frutas deben contener una cantidad de sólidos solubles (°Brix) entre 12 y 18% y un pH entre 3.4 y 4.0. (NTP, 2009), así mismo la norma boliviana exige unos requisitos mínimos de calidad en néctares de naranja comercializados en nuestro país (Tabla 1).

Tabla 1.
Características mínimas de la calidad del néctar de naranja.

Requisitos	Unidad	Unidad	Naranja Valencia tardía pasteurizada
Sólidos soluble	°Brix	°Brix	12,5
Acidez titulable (ácido cítrico)	%	%	0.36
Acidez iónica (pH)	----	----	3.57
Densidad relativa a 20 ° C	g/ml	g/ml	1,0523

Nota: Tomado de Norma Boliviana NB: 36009 Requisitos del Néctar de Naranja (s/f).

El análisis sensorial es una herramienta que utiliza la industria de alimentos para evaluar también la aceptación de diferentes formulaciones de productos alimenticios, en base a la evaluación que hacen los consumidores utilizando sus sentidos para calificar diferentes aspectos de un alimento, éstas pruebas de aceptación nos informan sobre el grado en que un producto o una característica del producto gustan o disgustan al consumidor. Estas pruebas orientadas al consumidor POC, llamadas también pruebas afectivas nos permiten recoger información a cerca de la decisión de compra y consumo real de ese alimento (Ramírez et al, 2014), y se constituyen también en una fuente de información valiosa para mejorar los procesos productivos.

Se han realizado diferentes estudios de la aplicación del análisis sensorial para evaluar la aceptación de los néctares los que han demostrado la aceptabilidad de la sustitución de algunos ingredientes críticos como el azúcar por miel (Córdova et al, 2013), o incluso han demostrado su utilidad como herramienta de marketing (Pinto et al, 2018).

El objetivo de este trabajo fue determinar la calidad de 5 variedades de néctar de naranja comercializados en la ciudad de Santa Cruz-Bolivia, así como el grado de aceptación del consumidor de cada uno de ellos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las cinco marcas de néctar de naranja utilizadas para el estudio fueron adquiridas en distintos mercados de la ciudad de Santa Cruz.

A cada muestra se le realizó una caracterización fisicoquímica para compararla con los parámetros establecidos por la norma boliviana NB 36008: Jugos (zumos), néctares de frutas y bebidas refrescantes con adición de frutas – Requisitos. Se realizó mediciones de Ph (Milacatl, 2003), % acidez (AOAC, 1990), sólidos solubles totales sst (AOAC, 1990) y vitamina C se realizó por el método de yodometría (Hernández & Pineda, 2003).

Para determinar el pH y la acidez se utilizó un potenciómetro Titroline 7000, los sólidos solubles totales SST se evaluaron con un refractómetro marca Atago RX5000. Se realizaron los análisis de las muestras por duplicado.

Las muestras codificadas con números aleatorios (A:442, B:743, C:945, D:803, E:490) fueron presentadas a los panelistas en vasos idénticos con 100 g de producto, el orden de las muestras también fue aleatorio para evitar errores por ordenamiento.

La evaluación sensorial de aceptación se realizó con un panel de degustación formado por 30 panelistas no entrenados, a quienes se les explicó que deberían calificar el grado en que les gusta o les disgusta cada muestra, en base a la escala hedónica de 9 puntos (grado en que gusta un producto) descrita en la boleta (Tabla 1).

Tabla 2.
Boleta utilizada para la prueba de aceptación

<p>Fecha: Se le ha proporcionado 5 muestras de néctar de naranja, por favor pruebe cada una de las muestras de izquierda a derecha y luego indique el grado en que le gustan o disgustan siguiendo la tabla puntaje categoría que está abajo, rellene la columna calificación con el puntaje.</p> <p>Recuerde tomar agua entre cada muestra</p>			
Puntaje	Categoría	Código	Calificación
1	Me gusta muchísimo	422	
2	Me gusta mucho	743	
3	Me gusta bastante	945	
4	Me gusta ligeramente	803	
5	Ni me disgusta ni me gusta	490	
6	Me disgusta ligeramente		
7	Me disgusta bastante		
8	Me disgusta mucho		
9	Me disgusta muchísimo		
Gracias por su colaboración			

Se presentaron las 5 muestras al mismo tiempo y se les instruyó que bebieran un poco de agua, al terminar la evaluación de cada muestra, esto con el objetivo de evitar interferencias entre muestras.

Para el análisis estadístico de los datos de aceptación se utilizó el programa SPSS Statistics® v.18

La prueba de Friedman es una alternativa no paramétrica del análisis de varianza ANOVA, comprueba si existen diferencias estadísticamente significativas entre tres o más muestras dependientes, utilizando rangos en lugar de los valores medidos reales.

El diseño está formado por J muestras o tratamientos relacionados y por una muestra aleatoria de n sujetos o bloques independientes entre sí e independientes de los tratamientos. El estadístico de Friedman (Fr) se distribuye según el modelo de probabilidad chi-cuadrado con J-1 grados de libertad. En esta prueba, se contrasta la hipótesis de que los J promedios comparados son iguales en la población (Ramírez-Navas, J., S., et al, 2014).

Una vez que se ha determinado que existen diferencias significativas entre las medias, es importantes analizar los datos experimentales a posteriori (pruebas post-hoc). Las comparaciones múltiples por parejas contrastan la diferencia entre cada pareja de medias y generan una matriz donde los asteriscos indican las medias de grupo significativamente diferentes a un nivel alfa de 0,05 (IBM, 2021).

RESULTADOS

La tabla 2 muestra los resultados del análisis fisicoquímico realizado a cada producto en estudio, donde podemos ver que las muestras B, C y E muestran el mayor contenido de sólidos solubles totales y % de ácido cítrico, asimismo, la muestra E presenta el mayor contenido de ácido ascórbico en relación todas las demás.

Tabla 3.

Análisis fisicoquímico de los 5 néctares de naranja evaluados

Producto	Sólidos solubles totales (° Brix)	Acidez Iónica pH	Densidad relativa a 20 ° C (g/ml)
A	11,5	3,9	1,0
B	12,0	3,0	1,0
C	12,2	3,3	1,0
D	10,6	3,4	1,0
E	11,9	3,7	1,0

La información obtenida en la prueba sensorial de aceptación de los 5 productos evaluados (tabla 3) muestra que el producto C tuvo la mejor aceptación puesto que el 40 % de los panelistas lo calificó con las opciones Me gusta muchísimo 13% y Me gusta mucho 27 %, calificación más alta que no obtuvo ninguno de los otros productos.

Tabla 4.

Grado de aceptación de los 5 néctares de naranja evaluados

Escala Hedónica	Producto A		Producto B		Producto C		Producto D		Producto E	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
1 Me gusta muchísimo	0	0	0	0	4	13	0	0	0	0
2 Me gusta mucho	3	10	2	7	8	27	2	7	3	10
3 Me gusta bastante	6	20	5	17	4	13	1	3	1	3
4 Me gusta ligeramente	12	40	11	37	7	23	5	17	5	17
5 Ni me disgusta ni me gusta	4	13	8	27	4	13	6	20	5	17
6 Me disgusta ligeramente	3	10	2	7	2	7	8	27	11	37
7 Me disgusta bastante	1	3	2	7	0	0	3	10	1	3
8 Me disgusta mucho	1	3	0	0	0	0	4	13	2	7
9 Me disgusta muchísimo	0	0	0	0	1	3	1	3	2	7
Totales	30	100	30	100	30	100	30	100	30	100

El análisis de varianza no paramétrico de muestras relacionadas, nos ayudó a determinar si los 5 néctares recibieron la misma puntuación, cuando fueron evaluados por el mismo panel de degustación. Como podemos ver en la tabla 4, las medias de las puntuaciones nos proporcionan 3 grupos con características bien definidas, es decir el producto A y B tienen una aceptación similar, lo mismo ocurre con el producto D y E, mientras que el producto C con una media diferente tiene un puntaje de aceptación diferente a los dos grupos mencionados anteriormente.

Tabla 5.
Estadísticos descriptivos aplicado a la prueba de aceptación sensorial de las cinco marcas de néctar de naranja.

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
Producto A	30	4,17	1,416	2	8
Producto B	30	4,30	1,236	2	7
Producto C	30	3,37	1,829	1	9
Producto D	30	5,57	1,755	2	9
Producto E	30	5,37	1,829	2	9

Por otro lado, la prueba de Friedman con una sig menor a 0.05 (tabla 5), por lo tanto, rechazamos la hipótesis nula y nos confirma que, sí existe una diferencia estadísticamente significativa en la aceptación por los jueces del panel de degustación entre 5 néctares de naranja evaluados.

Tabla 6.
Prueba de Friedman

Estadísticos de prueba ^a	
N	30
Chi-cuadrado	27,819
gl	4
Sig. asintótica	,000
a. Prueba de Friedman	

Posteriormente la prueba Post hoc de comparación entre parejas (tabla 6) nos muestran un p-valor de los pares C-E y C-D menor a 0.05 por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y aceptamos que el néctar C es diferentes a los otros evaluados.

Tabla 7.
Prueba Post Hoc

Muestra 1-Muestra 2	Estadístico de contraste	Error Error	Desv. Estadístico de contraste	Sig.	Sig. ajust.
Producto C-Producto A	,767	,408	1,878	,060	,604
Producto C-Producto B	,867	,408	2,123	,034	,338

Producto C-Producto E	-1,667	,408	-4,082	,000	,000
Producto C-Producto D	-1,783	,408	-4,368	,000	,000
Producto A-Producto B	-,100	,408	-,245	,806	1,000
Producto A-Producto E	-,900	,408	-2,205	,027	,275
Producto A-Producto D	-1,017	,408	-2,490	,013	,128
Producto B-Producto E	-,800	,408	-1,960	,050	,500
Producto B-Producto D	-,917	,408	-2,245	,025	,247
Producto E-Producto D	,117	,408	,286	,775	1,000

Cada fila prueba la hipótesis nula de que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son las mismas.
Se muestran las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es ,05.
Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección de Bonferroni para varias pruebas.

CONCLUSIONES

La información obtenida en el presente trabajo permite apreciar que es lo que busca el consumidor al momento de adquirir este tipo de productos, ya que como se puede observar en la tabla 7 donde se relaciona el grado de aceptación de cada producto con sus características fisicoquímicas, podemos ver que el producto C que es el de mayor aceptación, tiene la mayor cantidad de sólidos solubles totales (12.2 °Brix) y un contenido medio de acidez (5%).

Por otro lado, también se observa (tabla 8) que realizando una comparación entre los resultados de los análisis fisicoquímicos de la muestra C de mayor aceptación y la NB 36009, el valor del contenido de sólidos solubles totales de esta muestra (12.2 ° Brix) es muy próxima al valor normado (12.5 ° Brix).

DISCUSIÓN

Teniendo en cuenta que la preferencia de los consumidores se centra en néctares de fruta muy parecidos al jugo de fruta natural podemos ver que los parámetros fisicoquímicos obtenidos en los productos evaluados se asemejan a los presentados por Rodríguez et al (2020), quienes hacen una determinación de los parámetros fisicoquímicos en jugos de naranja.

Por otro lado, la relación de la aceptación sensorial con las características fisicoquímicas de los néctares que se ha demostrado en el presente estudio también ha sido demostrada por otros autores (Gil, 2008; Gordillo et al, 2012,) con el fin de obtener néctares mixtos, por lo tanto, se recomienda que la industria de los néctares no solo utilice esta herramienta para evaluar la aceptación de sus productos en el mercado, sino también la utilice como una guía de desarrollo de nuevos productos con características preferidas por los consumidores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC. Association of Official Analytical Chemist. (2005). Official Methods of Analysis. USA.

Buste V. & Zambrano R. (2017) Incidencia de porcentajes de goma guar y zumo de maracuyá (*Passiflora edulis*) en la calidad fisicoquímica y organoléptica del néctar. Tesis para la obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Calceta, Ecuador.

Camacho G. (2002). Transformación y conservación de frutas. Universidad Nacional de Colombia. 250 p.

Cordova J., Bardales, S. O. & Sosa, J. L. (2023). Evaluación sensorial, fisicoquímica y microbiológica de un néctar de “mango ciruelo” edulcorado con miel de abeja parcialmente cristalizada. *Revista Agropecuaria Sci. & Biotech.* Vol. 03, No. 03, 2023. pp. 01–12. ISSN: 2788–6913

Coronado M. & Rosales, R. (2001). Elaboración De Mermeladas. Procesamiento De Alimentos Para Pequeñas y Micro Empresas Agroindustriales. Lima, Perú: Centro De Investigación, Educación y Desarrollo, Cied. Recuperado De https://www.Academia.Edu/30161931/Procesamiento_De_Alimentos_Para_Pequeñas_Y_Micro_Empresas_Agroindustriales.

Gordillo, S. C., Guerrero, M. N., Izáziga, L. N., Laguna, P. B., Lázaro, S. M., & Rojas, N. J. C. (2012). Efecto de la proporción de naranja (*Citrus sinensis*), papaya (*Carica papaya*) y piña (*Ananas comosus*) en la aceptabilidad sensorial de un néctar mixto. *Agroindustrial Science*, 2 <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6583423>

Hernández, R. E. & Pineda R. C. (2003). Estudio comparativo de la cuantificación del ácido ascórbico (Vitamina C) en jugo de naranja utilizando el método de titulación yodometrica a microescala y yodimétrica a macroescala. Recuperado de: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/5680/1/10126089.pdf>

<https://www.ine.gob.bo/index.php/mandarina-y-naranja-principales-cultivos-citricos-en-bolivia/>

https://www.ibm.com/docs/es/spssstatistics/25.0.0?topic=SSLVM-B_25.0.0/spss/base/idh_oweb_post.htm

Milacatl V. (2003). Cambios en atributos sensoriales y degradación de ácido ascórbico en función de la temperatura en puré y néctar de mango. (Tesis para optar el título de ingeniero de alimentos). Puebla: Universidad de las Américas Puebla.

Norma General del Codex para zumos (jugos) Y Néctares de Frutas (CODEX STAN 247-2005)

Norma Técnica Peruana NTP 203.110 2009: Jugos, Néctares y Bebidas de Fruta- Requisitos 24-6.2009, 1ª Edición

Norma Boliviana NB 36008: 2018 / 2018-04-18 / Jugos (zumos), néctares de frutas y bebidas refrescantes con adición de frutas Requisitos.

Pinto D. A., Fernández Y., Rojas, C. E. & Parada E. P. (2018). El análisis sensorial como herramienta de marketing en productos agroindustriales - nectar de ciruela. I Congreso iberoamericano y xxxi congreso internacional en administración de empresas agropecuarias 2018. <http://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/6295>

Ramirez Navas, J.S., Murcia, S.C.L. & Castro, C.V (2014). Análisis de aceptación y preferencia del manjar blanco del valle. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial Vol 12 No. 1 (20-27).

Rodriguez A. J. A., Florido, A. A. L. & Hernández T. M. A. (2020). Determinación de parámetros fisicoquímicos en jugos de frutas cítricas. Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Vol. 5 (2020) 233-238.

Segurondo Loza R., Pantoja M. R. & Rocha, E. (2013) Determinación de la genuinidad en jugos de naranja comercializados en los supermercados de la ciudad de La Paz. Revista Con-ciencia N°1/Vol. 1 (2013) 105-112.

DETERMINACIÓN POBLACIONAL DE POLILLAS (*TUTA ABSOLUTA MEYRICK*) CON EL ATRAYENTE FEROPOL

POPULATION DETERMINATION OF MOTHS (*TUTA ABSOLUTA MEYRICK*) WITH THE ATTRACTANT FEROPOL

Florentino Rocha Limón¹.

Fecha recibido: 27/ 03/ 2023

Fecha aprobado: 06/ 06/ 2023

Derivado del proyecto: Biotecnología de especies tropicales

Institución financiadora: Universidad Evangélica Boliviana

¹Ing. Agrónomo, UAGRM, M.Sc. en Educación Superior, UAGRM, Ocupación (docente), UEB, correo electrónico: rochalf@ueb.edu.bo
<https://orcid.org/0000-0001-9801-8994>

RESUMEN

La producción de tomate en los Valles Cruceños de Bolivia, está siendo afectada por el microlepidotero *Tuta absoluta* (Meyrick), que se ha distribuido casi por todos los continentes del mundo, por lo que se determinó la situación poblacional del insecto del orden Lepidoptera la familia Gelechiidae, para realizar un sistema de control en base a feromonas, que son sustancias amigables con el medio ambiente y de poco uso en la zona. El trabajo se ejecutó en una zona tomatera, en un área de 8000m². Se utilizó un atrayente sexual de nombre comercial FERO POL y una trampa elaborada con material descartable. El conteo de los especímenes capturados se realizó con el uso de un colador conjuntamente con un paño y una pinza. Los datos se registraron del día uno al día 12 todos los días y luego con una frecuencia de 12 días hasta llegar al día 48, para la evaluación estadística se utilizó la comparación de medias con un intervalo de confianza del 99 %. Los resultados para los 12 días continuos fueron de 303 especímenes por día, para las evaluaciones de cada 12 días fue un promedio de 355 espécimen por día, con el uso de feromonas, permiten confirmar la alta incidencia de la plaga en los cultivos de tomate y disminuir los efectos secundarios que causan los plaguicidas, tanto al medio ambiente como a los consumidores de la fruta del tomate.

PALABRAS CLAVE: *Polilla del tomate 1, feromona 2, cultivo de tomate 3, control etológico 4.*

ABSTRACT

Tomato production in the Cruceños Valleys of Bolivia is being affected by the microlepidoptera *Tuta ABSOLUTA* (Meyrick), which has been distributed almost on all continents of the world, so the population situation of the insect of the order Lepidoptera family was determined. Gelechiidae, to carry out a control system based on pheromones, which are environmentally friendly substances and of little use in the area. The work was carried out in a tomato zone, in an area of 8000m². A sexual attractant with the trade name FERO POL and a trap made with disposable material were used. The count of the captured specimens was carried out with the use of a strainer together with a cloth and a clamp. The data were recorded from day one to day 12 every day and then with a frequency of 12 days until reaching day 48. For statistical evaluation, the comparison of means with a 99% confidence interval was used. The results for the 12 continuous days were 303 specimens per day, for the evaluations every 12 days there was an average of 355 specimens per day, with the use of pheromones, they allow us to confirm the high incidence of the pest in tomato crops and reduce the side effects caused by pesticides, both to the environment and to consumers of the tomato fruit.

KEYWORDS: *(inglés): Tomato moth 1, pheromone 2, tomato crop 3, ethological control 4.*

INTRODUCCIÓN

La polilla del tomate (*Tuta absoluta* Meyrick), es un pequeño lepidóptero de la familia Gelechiidae, su huésped principal es el tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller), donde sus larvas causan daños directos, alimentándose de los brotes apicales, formando galerías en sus hojas y alimentándose del mesófilo, a modo de minadores y dejando la epidermis intacta (Gutiérrez 2010).

Se trata de una especie muy dañina para el cultivo de tomate, también puede vivir en cultivos como las patatas, los pimientos o las judías. En las últimas décadas este insecto se ha extendido por gran parte de América del Sur (Stol et al, 2009).

La polilla del tomate o también llamado palomilla del tomate (*Tuta absoluta* Meyrick) es un microlepidóptero ampliamente difundido en el mundo, capaz de provocar daños económicos hasta del 100 % en el cultivo del tomate, sobre todo en países de clima tropical (Ruisánchez, 2010).

Las trampas de feromonas, por definición, atraen a machos, puesto que el atrayente consiste en sustancias parecidas a las feromonas sexuales de las hembras según lo planteado por Blom et al (2011). Estos mismos autores concluyen que, las capturas en las trampas de feromonas consisten en más de 96% de machos, y la cantidad de hembras que se detectan en estas trampas es insignificante.

Uso de las trampas con feromona para la captura masiva, mediante el uso de las llamadas trampas de agua. Si se colocan entre 20 y 40 trampas por hectárea (dependiendo de la presión de la plaga) se pueden capturar a la mayor parte de las polillas macho que estén presentes, lo que reduce el potencial de reproducción (Stol et al, 2009).

Las feromonas presentan dos concentraciones según lo planteado por Bolm y Ramos (2015) menciona que, a una concentración de 0.5 mg y cuando se utiliza para monitoreo puede durar hasta 6 semanas, pero si es utilizada para capturas masivas la duración solo es de cuatro semanas. Cuando la concentración es de 0.8 mg la duración para monitoreo puede ser de 8 semanas y si es para capturas masivas solo dura 6 semanas. Para ambos casos es importante seguir las indicaciones establecidas por el fabricante.

El control con feromona es muy importante que sea precoz, es decir, que se realice desde el inicio del cultivo. Para ello se debe utilizar trampeo masivo. Existen dos tipos de control biotécnico que se suelen emplear en el control de la *Tuta*: 1. Trampas de agua: habría que colocar de forma masiva, entre 20-40 trampas/ha. A éstas se le pueden añadir aceite y/o feromonas. 2. Trampas tipo delta con feromonas. El seguimiento semanal de las capturas en las trampas, junto con la observación de los daños en hoja y fruto determinarán las medidas de control a utilizar (Alarcón et al, 2011).

La polilla del tomate o *Tuta absoluta* es una pequeña palomilla de unos 7mm de longitud según Alarcón et al, (2011). Por otra parte, los mismos autores indican que esta especie tiene una

alta tasa de reproducción, la hembra puede poner más de 240 huevos con una fertilidad cercana al 100%, teniendo entre 10/12 generaciones al año. La longevidad de los machos es de unos 27 días y el de las hembras de unos 24.

La polilla del tomate es una plaga que puede afectar gravemente a los cultivos de tomates si no se llevan a cabo actuaciones para su control. Los productores de tomate en cada campaña agrícola, se enfrentan al problema de la polilla del tomate, que es serio para el sector tomatero de los valles cruceños, los productores para tratar de mitigar el problema, realizan doble aplicación de agroquímicos. En tal sentido Escobar (2015), afirma que “se está haciendo un uso y abuso de agroquímicos en la zona de los valles”.

En tal sentido se planteó el objetivo de determinar la situación poblacional de la polilla *Tuta absoluta* (MEYRICK) con el atrayente FEROPOL.

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación poblacional de la polilla *Tuta absoluta* se ejecutó en la comunidad Tajra municipio de Saipina, la zona se caracteriza por ser ampliamente tomatera, el trabajo se realizó en un cultivo de tomate, que está en el tópicó más alto de su producción en un área de 8000m² que es igual 8 tareas.

El cultivo de tomate, es un hospedero de un amplio grupo de especies pertenecientes a las solanáceas y otras familias, lo cual favorece su distribución y permanencia en las áreas agrícolas.

Figura 1.
Parcela del cultivo de tomate en Tajra, Saipina



Para lograr la determinación poblacional de la polilla *Tuta absoluta* machos, se utilizó un atrayente sexual de nombre comercial FEROPOL, y una trampa elaborada con material reciclable de envases de agroquímicos, tal como se observa en la figura 2.

Figura 2.
Trampa para capturar polilla Tuta absoluta



Para realizar el conteo de las polillas, se utilizó un colador conjuntamente con un paño y una pinza.

El registro de evaluación de datos en el cultivo de tomate estaba en su fase reproductiva, terminando su segundo corte de cosecha, se realizó en dos periodos: del día uno al día doce con frecuencia diaria y del día uno al día cuarenta y ocho, con una frecuencia intermitente (cada doce días). Para la evaluación estadística se utilizó la comparación de medias con un intervalo de confianza del 99 %.

El material atrayente de nombre comercial FERO POL presenta las siguientes características que se describen en la siguiente tabla.

Tabla 1.
Descripción del producto FERO POL-TOMATE

FEROPOL-TOMATE		
Composición		
Ingrediente activo (Feromona)		
(E,Z,Z)-3,8,11-Tetradecatrien-1-yl acetato.....1,1g/kg		
(E),3,8 Tetradecadien-1yl acetato.....0,1g/kg		
Ingrediente inerte.....998.8g/kg		
Instrucciones de uso		
Cultivo	Plaga	Dosis
Tomate (campo)	Polilla (Tuta absoluta)	4 feromonas/h (monitoreo) 16 feromonas/h (control)

Fuente: Con los datos de la etiqueta del producto

El atrayente sexual fue fijado en la parte superior de la trampa en la tapa del envase que fue transformado en trampa, para todo el estudio se utilizó 20 tabletas del atrayente FEROPOL, uno por trampa durante los 48 días de evaluación.

Para el presente trabajo se utilizó 20 trampas distribuidas en el área del cultivo, considerando la recomendación técnica del producto, fueron instaladas el día cero, quedando expuesta por un lapso de 24 horas, la solución fue preparada con 10 gramos de detergente en polvo, diluido en 1 litro de agua por trampa, lo cual fue una rutina hasta el día 12. Después de contar los especímenes, se realizó la preparación de las trampas para la evaluación del siguiente día. Para las siguientes evaluaciones, las trampas se prepararon el día 23 y su evaluación el día 24, luego el día 35 y 47 se prepararon las trampas y los días 36 y 48 se evaluaron respectivamente, considerando un intervalo secuencial de 12 días entre evaluaciones.

Las evaluaciones se realizaron entre las 16:00 a 17:00 horas de cada día, la población de polillas era significativa en cada trampa, lo que permite entender lo planteado por Blon et al (2011), si bien es cierto que las trampas de feromonas pueden atraer insectos a gran distancia, este 'efecto llamada' solo tendría consecuencias negativas cuando las trampas atrajeran a hembras y no solo a machos, como suele ser normal". La colecta diaria estuvo por encima de las 243 polillas machos, tal como se observa en la figura 3.

Figura 3.
trampa con especímenes capturados



La figura número 3, demuestra que las hormonas de atracción sexual funcionan, y confirma la conclusión de Salas (2007) que logró "comprobar la especificidad de cada feromona, independientemente del tamaño del individuo capturado en la trampa cebada con la feromona específica".

Para realizar el análisis estadístico se utilizó la siguiente fórmula:

$$\bar{P} \pm Z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}}$$

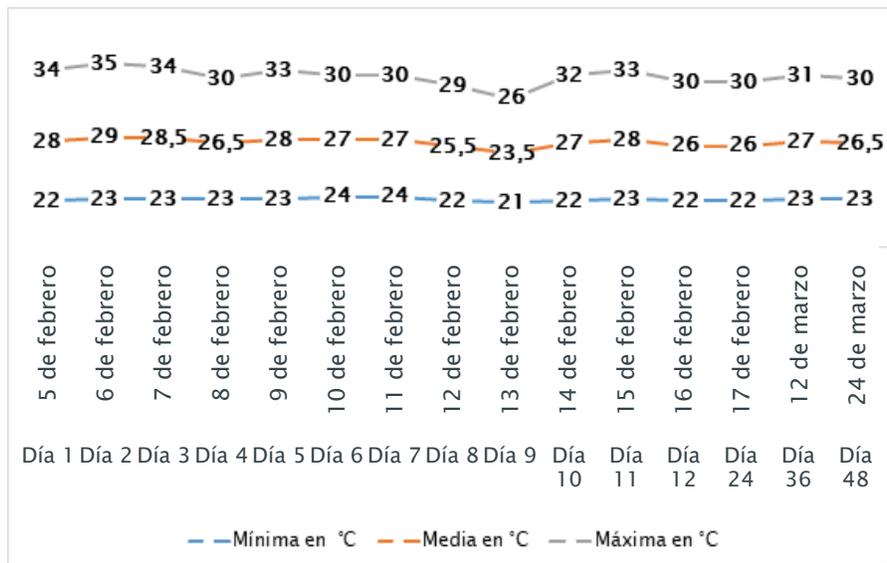
- P = Proporción de la muestra
- Z = Margen de error (Nivel de confianza 99%)
- n = Muestra

La presente fórmula ha permitido establecer un rango de valor inferior y valor superior en relación a la media muestral del presente trabajo.

RESULTADOS

La temperatura mínima, máxima y promedio es de suma importancia en el proceso de monitoreo y control de la Tuta absoluta, tal como lo menciona Esay (2000) a partir de los datos de temperatura es posible determinar cuando la plaga está susceptible de ser controlada.

Figura 5.
Temperatura registrada durante el periodo de estudio



Nota: Elaborado con datos de www.accuweather.com (2018)

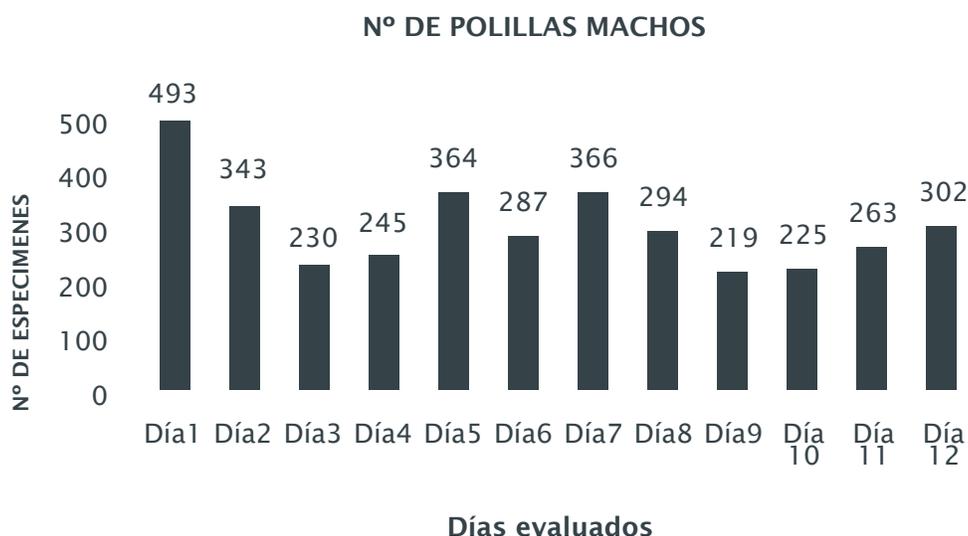
Los resultados obtenidos en el periodo de evaluación registraron una media máxima de 31.1°C, 29.9°C de temperatura media y una mínima media de 22.7°C. El análisis de intervalo de confianza fue realizado con una confianza de 99%, los resultados se reflejan en la tabla número 2.

Tabla 2. Análisis del intervalo de confianza

Intervalo de confianza		
99%	Valor inferior	Valor superior
58.9	243.6	361.5

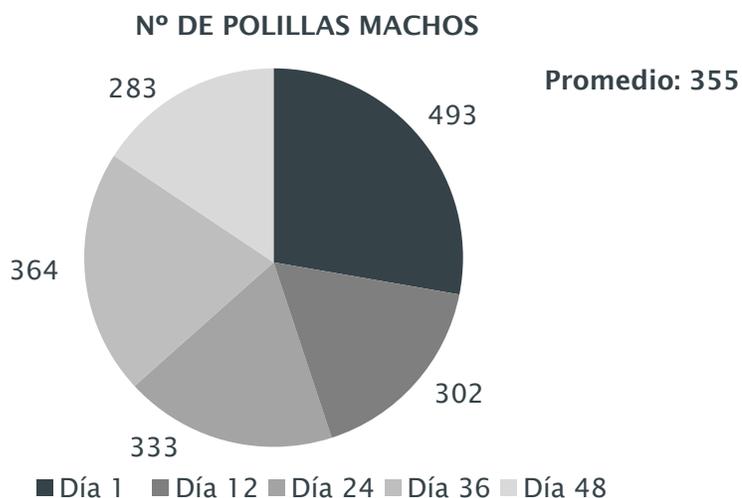
Donde el intervalo inferior fue 243.6 polillas machos/día capturados, el valor superior fue de 361.5 polillas machos, los datos indican que si se replica la evaluación, es probable que se registre una población de polillas machos entre los intervalos encontrados en las mismas condiciones de clima, cultivo, fase reproductiva del cultivo.

Figura 6.
Número de polillas machos capturados durante los primeros 12 días de evaluación



El número de polillas machos recolectados por día, alcanza un promedio de 303, durante los primeros 12 días de recolección. Los resultados obtenidos en la toma de datos confirman lo expuesto por Ruisánchez (2013) menciona que, la Tuta absoluta tiene como “hospedero de un amplio grupo de especies pertenecientes a las solanáceas y otras familias, lo cual favorece su distribución y permanencia en las áreas agrícolas”. Por otro lado, el análisis de intervalo de confianza permite afirmar que la media poblacional de polillas machos capturados está dentro del intervalo de confianza.

Figura 7.
Número de polillas machos capturados con una frecuencia de 12 días



Las polillas machos capturadas cada 12 días, alcanzaron un promedio de 355 polillas, durante las cinco recolecciones en los 48 días de estudio se puede afirmar que se encuentra dentro del intervalo de confianza.

CONCLUSIONES

La Tuta absoluta es una plaga de primer grado en relación a la importancia del cultivo de tomate, para lograr mitigar su efecto, se realiza una alta inversión en la adquisición de insecticidas, por defecto causan grandes daños ecológicos al medio ambiente, a la salud de los consumidores por el uso excesivo de los mismos.

Los resultados de campo demostraron la alta incidencia de la polilla del tomate, con datos promedios de 303 polillas machos para la evaluación diaria durante 12 días iniciales de la evaluación y 355 polillas machos para la evaluación secuencial de intervalo de 12 días.

El uso de los atrayentes sexuales como las feromonas, permite monitorear y realizar controles de la polilla del tomate, evitando los daños ambientales y sobre todo la salud de los consumidores de la fruta del tomate, que es altamente consumida en la culinaria de la ciudadanía boliviana.

DISCUSIÓN

La polilla del tomate, es un verdadero problema, según los resultados obtenidos en el presente trabajo fue de 303 y 355 polillas machos por día respectivamente, esto reflejan que va en incremento tal como demuestran los resultados obtenidos por Paredes (2011) que existió un total de 175 polillas atrapadas en las trampas, esta fue la mayor cantidad de polillas. Por su parte Fernández et al (2010), menciona que la polilla del tomate como plaga, representa graves daños en los frutos, llegando incluso a la pérdida total de la cosecha. Además, conlleva problemas de rechazo en los mercados externos e incluso el cierre de fronteras. En tal sentido Paredes (2011) registró los datos en la parcela sin trapeo, en los cogollos con 88% y en las hojas con 82,4%; en la parcela con trapeo registro, en los cogollos con 65,4% y las hojas con 75%. El daño en los frutos de la parcela sin trapeo fue del 50%, frente al 41% de la parcela con trapeo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alarcón R. R., Bravo R. A., Carranza G. M^a Á., Durán Á. J. M., Garrido V. E. M., González P. P. J., Martínez S. M., & Nieto G. R. (2011). La polilla del tomate: Tuta absoluta. Hoja divulgadora de horticultura ecológica. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta Andalucía. España.

Blom V. D. J., Robledo A., & Torres S. (2011). Control de la Tuta absoluta mediante medidas culturales. Fundación Cajamar. Paseo de Almería. Publicado el 25 de abril, Almería España.

Bolm D. V. J. & Ramos M. C. (2015). Manual de procedimientos para la vigilancia, prevención y control de la polilla del tomate Tuta absoluta (Lepidóptera: Gelechiidae) en la región del OIRSA. Corporativo Editorial Tauro S.A. de C.V. Félix Cuevas 308, Col. del Valle. México, D.F.

Esay P.P. (2000). Polilla del tomate Tuta absoluta (Meyrick). Informativo. La Platina. INIA (Instituto de investigaciones Agropecuarias). Centro regional de investigaciones. La platina. Ministerio de Agricultura Santiago de Chile.

Escobar J. L. (2015). Buscan reducir agroquímicos en los cultivos de los valles. Proyecto del CIAT. Santa Cruz Bolivia. Publicado martes 3 de junio. Portada El Nuevo Día.

Gutiérrez G. L. (2010). Programa IPM Certis para el control de Tuta absoluta. Responsable de asuntos reglamentarios y desarrollo técnico de Certis Europe B.V. Sucursal en España. La revista. Phytohemeroteca, Número 217. <https://www.phytoma.com/la-revista/phytohemeroteca/217-marzo-2010/programa-ipm-certis-para-el-control-de-tuta-absoluta>.

Ruisánchez O. Y. (2013). La palomilla del tomate (Tuta absoluta): una plaga que se debe conocer en Cuba. Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova. Quivicán, Mayabeque, Cuba.

Salas J. (2007). Presencia de Phthorimaea operculella y Tuta absoluta (Lepidoptera: Gelechiidae), capturados en trampas con feromonas, en cultivos de tomate en quíbor, Venezuela. Bioagro. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado Venezuela.

Stol W., Griepink, F. Deventer P. V. (2009). Tuta absoluta: una nueva plaga en el cultivo de tomates en Europa. II Jornadas sobre feromonas, atrayentes, trampas y control biológico: alternativas para la agricultura del siglo XXI. Murcia-España, 18 y 19 de noviembre.

Paredes P. S. P. (2011). Fluctuación poblacional de la polilla (Tuta absoluta Walsm), con trampeo en el cultivo de tomate (Lycopersicon esculentum Miller), en la Estación Experimental de Sapecho - La Paz

Fernández M., Navarro V. & Janssen D. (2010). Recomendaciones para el control de la Tuta absoluta (Polilla del tomate), Instituto de Investigación y formación Agraria y Pesquera. <https://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/servifapa/registro-servifapa/e54970d8-7ed1-4b9d-b7d6-21f4107f3e81>

CONTROL DE LEPROSIS EN CÍTRICOS

CONTROL OF CITRUS LEPROSIS

FLORENTINO ROCHA LIMÓN¹, RUDDY MEDELLÍN RODAS².

Fecha recibido: 23/marzo/2023

Fecha aprobado: 23/marzo/2023

Derivado del proyecto: Biotecnología de plantas tropicales

Institución financiadora: Universidad Evangélica Boliviana

¹U Ing. Agrónomo UAGRM, Maestría en Educación Superior UAGRM, Ocupación docente, UEB, Correo electrónico: rochalf@ueb.edu.bo
<https://orcid.org/0000-0001-9801-8994>

²Estudiante pregrado, UEB, Ocupación Estudiante UEB, correo electrónico: medellinrr@ueb.edu.bo

RESUMEN

El estudio trata de la enfermedad de la leprosis en cítricos, causada por un virus (Citrus leprosis), observado en los cítricos de naranja dentro los predios de CEPA UEB. Se realizó el tratamiento para bajar la proliferación de la enfermedad en frutos, tallos y hojas, demostrando la eficacia del producto, analizando la carga viral en los frutos y comparando la evolución del tratamiento que se aplicó en cada planta. Se consideró una fórmula eficaz para el tratamiento de la leprosis en cítricos, bajo los siguientes tratamientos: Hidróxido de calcio (Cal), sulfato cúprico y H₂O con una concentración al 50% de cada sustancia. Los productos usados para combatir la enfermedad son: sulfato cúprico, cal y H₂O. Las dosis utilizadas fueron tres: primera dosis 333 gr de sulfato cúprico y 333 gr Cal en 6.66 litros de H₂O con una concentración de solución de 9.09%, la segunda dosis con 249.5 gr de sulfato cúprico y 249.5 gr de hidróxido de calcio en 6.66 litros de H₂O y una concentración 6.98%, y la tercera dosis fue de 166.5 gr de sulfato cúprico y 166.5 gr de hidróxido de calcio en 6.66 litros de H₂O alcanzando una concentración porcentual de 4.76%. Los resultados fueron positivos por cada tratamiento, en la tercera evaluación, la codificación alta infestación fue reducido a cero por ciento, excepto para el tratamiento tres de la variable fruto, que fue reducido al 0.8% se concluye que el efecto del producto en sus tres concentraciones es favorable en las tres variables.

PALABRAS CLAVE: *Control 1, cítricos 2, leprosis 3*

ABSTRACT

The study deals with the disease leprosis in citrus, caused by a virus (Citrus leprosis), observed in orange citrus within the CEPA UEB properties. The treatment was carried out to reduce the proliferation of the disease in fruits, stems and leaves, demonstrating the effectiveness of the product, analyzing the viral load in the fruits and comparing the evolution of the treatment that was applied to each plant. It was considered an effective formula for the treatment of leprosis in citrus trees, under the following treatments: Calcium hydroxide (Lime), cupric sulfate and H₂O with a 50% concentration of each substance. The products used to combat the disease are: cupric sulfate, lime and H₂O. The doses used were three: first dose 333 g of cupric sulfate and 333 g Cal in 6.66 liters of H₂O with a solution concentration of 9.09%, the second dose with 249.5 g of cupric sulfate and 249.5 g of calcium hydroxide in 6.66 liters of H₂O and a concentration of 6.98%, and the third dose was 166.5 g of cupric sulfate and 166.5 g of calcium hydroxide in 6.66 liters of H₂O, reaching a percentage concentration of 4.76%. The results were positive for each treatment, in the third evaluation, the high infestation coding was reduced to zero percent, except for treatment three of the fruit variable, which was reduced to 0.8%, it is concluded that the effect of the product in its three concentrations is favorable in all three variables.

KEYWORDS: *(inglés): Control 1, citrus 2, leprosis 3*

INTRODUCCIÓN

La Leprosis de los cítricos es una enfermedad de etiología viral que produce lesiones locales e induce la defoliación, muerte de las ramas, y la caída temprana de los frutos. Por lo general, la enfermedad reduce la vida útil de la planta y en ocasiones conlleva a su muerte (Nunes et al., 2013).

La Leprosis de los Cítricos es una enfermedad viral transmitida por ácaros del género *Brevipalpus*. Los síntomas se pueden presentar en hojas, frutos y ramas. En hojas y frutos, las lesiones son redondas, a menudo con un centro necrótico rodeado por anillos concéntricos y un halo clorótico. En ramas, las lesiones son pequeñas, cloróticas, superficiales, que pueden tornar de color marrón o rojizo; las lesiones viejas se vuelven corchosas, también pueden aparecer rajaduras y necrosis. En ataques severos ocurre defoliación, caída prematura de frutos, y muerte descendente de ramas. El tronco de árboles afectados puede parecer escamoso (Rybak1, 2013).

La Leprosis fue descrita a comienzo del siglo XX y hasta la fecha sólo se ha descrito en las Américas. Como epidemia la enfermedad se distribuye en la América del Sur y Centroamérica, mientras que un número creciente de árboles enfermos aparecen en México a partir del 2004. La Leprosis típica es causada por el Citrus leprosis virus C, que prevalece en plantaciones citrícolas del continente. El primer reporte de la presencia de la enfermedad hoy reconocida como Leprosis de los cítricos data de 1907, en la localidad de Pinellas County, Florida, E.U.A. En aquel momento se nombró scally bark o nail head rust, y se describe que a mediados de la década de 1920 las pérdidas asociadas alcanzaron el 75% de la producción (Nunes et al, 2013).

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 viroplasmas 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 10 (SENASICA, 2019).

En hojas las lesiones son superficiales y visibles en ambos lados de la misma, y se presentan como manchas cloróticas (lesiones jóvenes) o necróticas (lesiones maduras), de apariencia lisa o rugosa, las cuales pueden estar delimitadas por nervaduras y presentar en ocasiones un punto central y círculos concéntricos. Las lesiones mayores se encuentran generalmente en hojas maduras localizadas en la parte superior de la copa del árbol. Las lesiones pueden aparecer a partir de los 15 días después de la inoculación del virus. El número de lesiones foliares y la época de aparición de síntomas puede causar defoliación intensa y caída prematura de frutos (Vegetal, 2022).

Las lesiones en frutos verdes, inicialmente consisten en manchas pequeñas, de formas circulares y cloróticas, a medida que el fruto madura las manchas son evidentes con centros necróticos y ligeramente deprimidos. Estas manchas posteriormente muestran un halo característico, y eventualmente se tornan de color café oscuro. El daño altera el aspecto estético del fruto, lo cual afecta su comercialización. Además, los frutos infectados por el virus de la leprosis, maduran más rápidamente en comparación con los sanos, lo cual propicia su caída prematura (SENASICA, 2016).

Para combatir los ácaros que portan el virus de la leprosis de los cítricos se recomienda usar formulaciones de mitocidas que como ingrediente activo contengan acrinatrin, azociclotina, bifentrina, cihexatina, dicofol, hexitiazox, óxido de fenbutatin (Plantix, 2023).

El control biológico no sería factible para el control o la erradicación, pero podría considerarse para uso a largo plazo si los acaricidas que están disponibles no funcionan (NAPPO, 2015).

Al final de los años 1960, la enfermedad desapareció de esa región y se estima que el uso reiterado de preparados sulfocálcicos en combinación con la ocurrencia de heladas intensas y contantes, eliminaron las poblaciones virulíferas de los ácaros vectores (Nunes et al., 2013).

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 las especies plagas y la confección de bio preparados, representan los métodos de control. En tal sentido, se decidió evaluar el efecto del producto Calocitri para el control de la leprosis de los cítricos, en base en lo planteado por Nunes y colaboradores en el año 2003.

MATERIALES Y MÉTODOS

La parcela de cítricos se encuentra ubicada en el Centro Experimental de Prácticas Agropecuarias de la Universidad Evangélica Boliviana (CEPA-UEB), al sureste de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, sobre el 6to anillo zona la cuchilla, avenida Olímpica, en coordenadas 17.838726 latitud sur y 63.20662 latitud oeste.

El producto Clabocitri tiene 50% de hidróxido de calcio y 50% sulfato cúprico penta-hidratado, para el presente estudio se realizó tres dosificaciones diferentes: al 9.09%*m/m*, 6.98%*m/m*, 4.76%*m/m*. En la práctica se utilizó una planta de naranja mayor a los 20 años por tratamiento, la misma fue asignada por aleatorización y la respectiva concentración del producto.

Tabla 1.
Tratamientos

Tratamientos	Descripción	Dosis por planta
T1=Calbocitri al 9.09% m/m (Planta uno)	El 9.09%= Ca(OH)2 +CuSO45H2O	Diluidos en 6.66 litros de agua
T2=Calbocitri al 6.98% m/m (Planta dos)	El 6.98%= Ca(OH)2 +CuSO45H2O	Diluidos en 6.66 litros de agua
T3=Calbocitri al 4.76% m/m (Planta tres)	El 4.76%= Ca(OH)2 +CuSO45H2O	Diluidos en 6.66 litros de agua

Se realizaron tres evaluaciones, la primera, un día antes de la aplicación del producto, la segunda evaluación a los 25 días y la tercera evaluación a los 50 días después de la aplicación del producto. En cada evaluación se registraron 270 muestras, 90 por cada tratamiento y 30 por cada variable de evaluación que fueron: hojas, tallos y frutos.

En la metodología, se registró las muestras con el uso de la siguiente codificación: V=libre o sin infestación, X=leve infestación y XX=fuerte infestación, las muestras fueron tomadas al azar para cada evaluación. En la evaluación se consideró lo manifestado por SENASICA (2013) Leve infestación = Manchas cloróticas pequeñas (1-2 mm) y Fuerte infestación = Manchas anilladas verde a café amarillentas (2-3 cm)

El análisis de los datos obtenidos, fueron transformados a porcentajes de infestación, considerando el 100 por ciento a las 30 muestras tomadas por tratamiento y comparados entre las tres evaluaciones.

RESULTADOS

Los resultados del control de la leprosis en cítricos con la aplicación del producto Calbocitri en tres diferentes dosificaciones, comparados porcentualmente en tres variables para la primera, segunda y tercera evaluación, se describen en las siguientes tablas:

Tabla 2.
Comparación del efecto del producto de la variable hoja

Tratamientos	Grado de infestación	Primera evaluación (%)	Segunda evaluación (%)	Tercera evaluación (%)
T1 = Calbocitri al 9.09% m/m (Planta uno)	V=Libre	38	72,5	73
	X=Leve	59	27,5	27
	XX=Fuerte	3	0	0
T2 = Calbocitri al 6.98% m/m (Planta dos)	V=Libre	62	57	72
	X=Leve	33	39	28
	XX=Fuerte	5	4	0
T3=Calbocitri al 4.76% m/m (Planta tres)	V=Libre	57	48	65
	X=Leve	33	43	35
	XX=Fuerte	10	9	0

La evaluación sobre el efecto del producto Calbocitri en la Leprosis de los cítricos para un periodo de 50 días en la variable de infestación hojas, tiene un efecto positivo en sus tres dosis, según los resultados de la última evaluación, registró un 73% de hojas libres de leprosis para el tratamiento uno, 72% de hojas libres de infestación de leprosis para el tratamientos dos y 65% de hojas libres de infestación de leprosis para el tratamientos tres.

Tabla 3.
Comparación del efecto del producto de la variable tallo

Tratamientos	Grado de infestación	Primera evaluación (%)	Segunda evaluación (%)	Tercera evaluación (%)
T1= Calbocitri al 9.09% m/m (Planta uno)	V=Libre	55	31	77,5
	X=Leve	28	69	22,5
	XX=Fuerte	17	0	0
T2= Calbocitri al 6.98% m/m (Planta dos)	V=Libre	72,5	32	70
	X=Leve	22,5	68	30
	XX=Fuerte	5	0	0
T3=Calbocitri al 4.76% m/m (Planta tres)	V=Libre	62	31	52
	X=Leve	37	67	47,2
	XX=Fuerte	2	2	0,8

La tercera evaluación de la variable infestación de leprosis en tallo, muestra un efecto positivo en sus tres dosis según los resultados obtenidos, registró un 77,5% de tallos libres de leprosis para el tratamiento uno, 70% de tallos libres de infestación de leprosis para el tratamiento dos y 52% de tallos libres de infestación de leprosis para el tratamientos tres.

La concentración del tratamiento tres no alcanzó reducir a cero por ciento de infestación en la tercera evaluación, comparado con los otros tratamientos, solo redujo a 0,8% de infestación, que es un resultado considerable.

Tabla 4.
Comparación del efecto del producto en la variable fruto

Tratamientos	Grado de infestación	Primera evaluación (%)	Segunda evaluación (%)	Tercera evaluación (%)
T1 = Calbocitri al 9.09% m/m (Planta uno)	V=Libre	49,2	43	70
	X=Leve	33,3	45	30
	XX=Fuerte	17,5	17	0
T2= Calbocitri al 6.98% m/m (Planta dos)	V=Libre	50	40	67
	X=Leve	43	55	33
	XX=Fuerte	7	5	0
T3=Calbocitri al 4.76% m/m (Planta tres)	V=Libre	65	57	80
	X=Leve	28	40	20
	XX=Fuerte	7	4	0

Los resultados de la tercera evaluación a los 50 días determinó un registro del 70% con frutos libres de infestación de leprosis para el tratamiento uno, 67% de frutos libres de infestación de leprosis para el tratamientos dos y 80% de tallos libres de infestación de leprosis para el tratamientos tres, lo cual demuestra un efecto positivo, para el control de la enfermedad en sus tres dosis.

CONCLUSIONES

Se concluye que el efecto del uso del Calbocitri en sus tres dosis y la codificación libre de infestación fue positivo para el control de la leprosis en la tercera evaluación. La concentración de 9.09% en las tres variables (fruto, hoja y tallo) alcanzó el 70%, 73%, 77.5%. El tratamiento 2 con la concentración de 6.98%, para la variable hoja registró 72%, para la variable tallo registró 70% y para la variable fruto registró 67%. El tratamiento 3 con la concentración del 4.76% en las tres variables (fruto, tallo y hoja) 80%, 52%, 67% respectivamente.

DISCUSIÓN

Los resultados de la primera evaluación, permiten constatar lo mencionado por SENASICA (2019) la leprosis es una enfermedad de alta importancia por el daño que ocasiona y el estar sujeta a medias cuarentenarias, los cítricos que tiene el daño por la leprosis no pueden ser comercializados a nivel internacional. Según el mismo autor recomienda, continuar con las actividades de vigilancia en los Estados con hospedantes de importancia económica, con el objetivo de detectar de manera oportuna la presencia de esta enfermedad en otras áreas del país. El producto Calbocitri que tiene su principio activo lleva Sulfato cúprico más hidróxido de calcio, permite controlar enfermedades en este caso la leprosis en cítricos, según Vargas (2021) manifiesta que, el sulfato de cobre (CuSO_4) combinado con el calcio (Ca), funciona bien para combatir enfermedades relacionadas a la humedad, propias de zonas de altas precipitaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Rybak1 M. (27 de junio de 2013). Leprosis de los Cítricos. Obtenido de <http://amarillo.tamu.edu/files/2010/11/LeprosisDeLosCitricos2013.pdf>

Nunes M. A., Bastianel M., Valdenice M. Ramos González. P. L. Watanabe Kitajima, E. Machado M. A., y Freitas Astúa J. (Agosto de 2013). Etiología, historia, situación mundial y manejo de la leprosis de los cítricos y sus vectores. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/258889821_Etiologia_historia_situacion_mundial_y_manejo_de_la_leprosis_de_los_citricos_y_sus_vectores

NAPPO. (26 de 10 de 2015). Informe de plaga. Obtenido de https://nappo.org/application/files/1715/9355/1910/CT_06_Leprosis_de_los_citricos_26-11-2015-s.pdf

Plantix (2023). Leprosis de los cítricos. Obtenido de <https://plantix.net/es/library/plant-diseases/200026/citrus-leprosis>

SENASICA (2013) Leprosis de los cítricos Citrus leprosis virus C. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. Primera edición: Julio. ISBN: 978-607-715-154-8. Mexico DF.

SENASICA (2019) Leprosis de los cítricos. Aviso público de riesgo y situación actual. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/466607/12._Aviso_publico_Leprosis_de_los_citricosV2.pdf

Vargas V., C. (2021) Eficacia de caldo bordelés para el control de enfermedades en cítricos. Babahoyo - Los Ríos - Ecuador. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/9306>

VEGETAL, D. G. (Diciembre de 2022). Leprosis de los cítricos. Obtenido de <https://prod.senasica.gob.mx/SIRVEF/ContenidoPublico/Fichas%20tecnicas/Ficha%20T%C3%A9cnica%20de%20Leprosis%20de%20los%20c%C3%ADtricos.pdf>

SENASICA (2019). Leprosis de los cítricos. Citrus leprosis virus C. Ficha técnica N° 35. ISBN: 978-607-715-154-8. <https://docplayer.es/17984650-Ficha-tecnica-no-35.html>





**Universidad
Evangélica
Boliviana**

REVISTA CIENTÍFICA

PIES

PRODUCCIÓN - INVESTIGACIÓN - EXTENSIÓN - SERVICIO



UNIVERSIDADEVANGELICA

CAMPUS UEB

75542617-75543261-75543458

ZONA SUR. 6° ANILLO Y AV. MOSCÚ

TELS. 356 0990 / 356 0991

UEBMAIL@UEB.EDU.BO