

Informe de pasantía: transformación de sistemas productivos convencionales a agricultura tropical para reducir costos, mejorar la calidad y obtener certificación de exportación del cultivo de Limón Tahití (*citrus latifolia tanaka*) en Yaguará, Aipe, Villavieja y Paicol, Huila – estudio Asohofrucol 2024

Yulitza Andrea Gonzalez Lozano

Ingrid Tatiana Herrera Ledezma

Asesor

Guillermo Edmundo Caicedo Diaz

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA

Agronomía

2024

Dedicatoria

Dedicamos este trabajo a quienes inspiran el desarrollo del conocimiento y la innovación en el sector agrícola, especialmente a los productores que, con su esfuerzo y dedicación, impulsan el progreso del campo colombiano.

A nuestros seres queridos, cuya presencia y valores nos han motivado a crecer personal y profesionalmente, y a las futuras generaciones de estudiantes, con la esperanza de que encuentren en este trabajo una fuente de inspiración para sus propios desafíos y metas.

Esta obra es un reflejo del compromiso con la excelencia y la búsqueda de un impacto positivo en nuestra sociedad.

Agradecimientos

Agradecemos, en primer lugar, a Dios, por permitirnos desarrollar esta pasantía. Expresamos nuestra sincera gratitud a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) por brindarnos la oportunidad de realizar este estudio y por su constante apoyo académico, fundamental en nuestra formación científica y profesional.

Reconocemos especialmente a nuestro tutor, Guillermo Caicedo, por su paciencia, orientación y valiosas contribuciones metodológicas y científicas. Agradecemos a ASOHOFrucol, en particular al Ingeniero Néstor Medina, por su respaldo, visión y guía en el desarrollo del proyecto, así como al Ingeniero Fernando Mirquez y a la Ingeniera Adriana Tovar, por su experticia y apoyo en el campo de investigación.

Nuestro agradecimiento se extiende a los productores Carlos Perdomo, Fidel Camacho, Carlos Torres y Luz Betty Perdomo, por su disposición y colaboración, que hicieron posible el trabajo de campo. Finalmente, a nuestras familias, por su amor, paciencia y apoyo incondicional, quienes fueron nuestra mayor motivación para superar los desafíos de este proceso.

A todos ellos, nuestro más profundo agradecimiento por ser parte esencial de este logro.

Resumen

Durante los seis meses de pasantía, del 4 de abril al 4 de octubre de 2024, se evaluó el impacto de biopreparados orgánicos en la productividad y calidad del cultivo de limón Tahití (*Citrus latifolia Tanaka*) en los municipios de Yaguará, Aipe, Villavieja y Paicol, Huila, Colombia. El estudio empleó un diseño experimental de bloques completos al azar con cinco tratamientos aplicados a 20 árboles seleccionados. Se analizaron variables como temperatura del suelo, conductividad eléctrica, pH, número de brotes y flores, cuajado de flores, diámetro del fruto y rendimiento de jugo. Los resultados indicaron que los tratamientos con cobertura de suelo redujeron significativamente la temperatura del suelo y mejoraron la conductividad eléctrica. Los biopreparados Supermagro y el Hidrolato de Potasio incrementaron el pH del suelo, mientras que combinaciones de cobertura, Sulfocálcico e Hidrolato de Potasio favorecieron el desarrollo de brotes y flores. Asimismo, el tratamiento con cobertura, Supermagro e Hidrolato de Potasio aumentó el rendimiento de jugo del fruto. Las conclusiones del estudio sugieren que la incorporación de biopreparados orgánicos no solo mejora la productividad y calidad del cultivo, sino que también reduce la dependencia de insumos químicos, ofreciendo una solución sostenible y rentable a largo plazo. Aunque los costos iniciales de implementación pueden ser elevados, los beneficios en términos de calidad y rendimiento compensan esta inversión, impulsando el desarrollo de prácticas agrícolas sostenibles en la región.

Palabras clave: Biopreparados, sostenibilidad, productividad, Monitoreo, calidad.

Abstract

During the six-month internship, from April 4 to October 4, 2024, the impact of organic biopreparations on the productivity and quality of the Tahiti lemon (*Citrus latifolia* Tanaka) crop was evaluated in the municipalities of Yaguará, Aipe, Villavieja, and Paicol, Huila, Colombia. The study used a randomized complete block experimental design with five treatments applied to 20 selected trees. Variables such as soil temperature, electrical conductivity, pH, number of shoots and flowers, flower set, fruit diameter, and juice yield were analyzed. The results indicated that treatments with soil cover significantly reduced soil temperature and improved electrical conductivity. The biopreparations Supermagro and Potassium Hydrolate increased soil pH, while combinations of cover, Sulfocalcium, and Potassium Hydrolate favored the development of shoots and flowers. Furthermore, the treatment with cover, Superlean and Potassium Hydrolate increased the fruit juice yield. The conclusions of the study suggest that the incorporation of organic biopreparations not only improves crop productivity and quality, but also reduces the dependence on chemical inputs, offering a sustainable and profitable solution in the long term. Although the initial implementation costs may be high, the benefits in terms of quality and yield compensate this investment, promoting the development of sustainable agricultural practices in the region.

Keywords: Biopreparations, sustainability, productivity, monitoring, quality.

Tabla de contenido

Introducción	12
Justificación	14
Objetivos	17
Objetivo General	17
Objetivos Específicos.....	17
Metodología	18
Tipo de Estudio	18
Zona de Estudio	19
Variables Analizadas	21
Escala BBCH	22
Apoyo a los Productores Locales en el Proceso de Certificación:.....	22
Análisis de Costos:.....	22
Análisis Estadístico.....	23
Resultados y Discusión.....	24
Zona 1. Municipio de Paicol, Huila	24
Zona 2. Municipio de Yaguará, Huila:	31
Zona 3. Municipio de Villavieja, Huila:	37
Zona 4. Municipio De Aipe, Huila	45
Discusión.....	53
Impacto en Variables Específicas:	54
Comparación de Costos	58
Apoyo a Predio Exportador	61
Uso de la Escala BBCH para el Análisis de los Estadios Fenológicos.....	61
Conclusiones	64
Recomendaciones	66
Referencias Bibliográficas	67
Anexos	71

Lista de Tablas

Tabla 1	<i>Clasificación de tratamientos, dosis, fechas y materiales de uso</i>	<i>23</i>
Tabla 2	<i>Caracterización de las zonas de estudio.....</i>	<i>24</i>
Tabla 3	<i>Instrumentos y frecuencia de medición de variables en el cultivo de limón Tahití.....</i>	<i>25</i>
Tabla 4	<i>Comparación de costos manejo convencional Vs manejo agricultura tropical.....</i>	<i>67</i>

Lista de Figuras

Figura 1	<i>Imagen del diseño experimental en RCBD.....</i>	17
Zona 1. Paicol, Huila		
Figura 2	<i>Grafica de los resultados de la variable temperatura del suelo °C.....</i>	23
Figura 3	<i>Grafica de los resultados de la variable conductividad eléctrica del suelo LOG10_CES.....</i>	24
Figura 4	<i>Grafica de los resultados de la variable NSC pH del suelo.....</i>	26
Figura 5	<i>Grafica de los resultados de la variable número de brotes N°B.....</i>	27
Figura 6	<i>Grafica de los resultados de la variable número de flores por inflorescencia LOG10_N°FLxF.....</i>	28
Figura 7	<i>Grafica de los resultados de la variable cuajado de flores ACUM_CFL.....</i>	29
Figura 8	<i>Grafica de los resultados de la variable diámetro ecuatorial de la fruta DEF.....</i>	30
Figura 9	<i>Grafica de los resultados de la variable rendimiento jugo d la fruta RJF.....</i>	31
Zona 2. Yaguara, Huila		
Figura 10	<i>Grafica de los resultados de la variable temperatura del suelo °C.....</i>	33
Figura 11	<i>Grafica de los resultados de la variable conductividad eléctrica del suelo CES.....</i>	34
Figura 12	<i>Grafica de los resultados de la variable pH del suelo.....</i>	35

Figura 13 *Grafica de los resultados de la variable número de brotes N°B.....36*

Figura 14 *Grafica de los resultados de la variable número de flores por inflorescencia LN
N°FLxF.....37*

Figura 15 *Grafica de los resultados de la variable cuajado de flores LN_CFL.....39*

Figura 16 *Grafica de los resultados de la variable diámetro ecuatorial de la fruta DEF.....40*

Figura 17 *Grafica de los resultados de la variable rendimiento jugo d la fruta RJF.....40*

Zona 3. Villavieja, Huila:

Figura 18 *Grafica de los resultados de la variable temperatura del suelo RP °C.....42*

Figura 19 *Grafica de los resultados de la variable conductividad eléctrica del suelo CES.....43*

Figura 20 *Grafica de los resultados de la variable pH del suelo.....44*

Figura 21 *Grafica de los resultados de la variable número de brotes N°B.....45*

Figura 22 *Grafica de los resultados de la variable número de flores por inflorescencia
N°FLxF.....46*

Figura 23 *Grafica de los resultados de la variable cuajado de flores CFL.....46*

Figura 24 *Grafica de los resultados de la variable diámetro ecuatorial de la fruta
LOG10_DEF.....48*

Figura 25 *Grafica de los resultados de la variable rendimiento jugo d la fruta*

NSC_RJF.....49

Zona 4. Aipe, Huila

Figura 26 *Grafica de los resultados de la variable temperatura del suelo*

°C.....51

Figura 27 *Grafica de los resultados de la variable conductividad eléctrica del suelo CES*.....52

Figura 28 *Grafica de los resultados de la variable NSC pH del suelo*53

Figura 29 *Grafica de los resultados de la variable número de brotes N°B*.....54

Figura 30 *Grafica de los resultados de la variable número de flores por inflorescencia*

N°FLxF.....55

Figura 31 *Grafica de los resultados de la variable cuajado de flores LN_CFL*.....56

Figura 32 *Grafica de los resultados de la variable diámetro ecuatorial de la fruta DEF*.....58

Figura 33 *Grafica de los resultados de la variable rendimiento jugo d la fruta RJF*.....59

Figura 34 *A: Árbol 4 del tratamiento A1 el 7 de julio del 2024; B: Árbol 4 del tratamiento A1 el 1 de octubre del 2024. C: Tratamiento A4 demuestra mejor vigorosidad que el testigo*.....64

Figura 35 *Fruta recolectada para tomar muestras del diámetro ecuatorial de la fruta y zumo:*

zonas A) Paico, B) Yaguará. En la imagen A se expuso una mejoría en fruta de primera calidad, apta para exportación.....65

Figura 36 <i>Comparación de costos de manejo convencional Vs manejo con agricultura Tropical.....</i>	68
Figura 37 <i>Acompañamiento al predio exportador evidencia.....</i>	69
Figura 38 <i>Escala BBCH de los estadios fenológicos analizados en las cuatro zona de estudio.....</i>	71

Introducción

El cultivo de limón Tahití (*Citrus latifolia Tanaka*) representa una actividad económica clave en los municipios de Villavieja, Yaguará, Paicol y Aipe, en el departamento del Huila, Colombia. Este cítrico se ha adaptado favorablemente a las condiciones tropicales de la región, destacándose por su alta calidad y demanda tanto en el mercado nacional como internacional (Barreneche Suárez et al., 2021). En Colombia, la producción de lima ácida Tahití varía entre 15 y 40 toneladas por hectárea, y según Agronet (2024), el Huila fue el quinto departamento con mayor producción en el país en 2022, con un total de 1.684,90 hectáreas sembradas.

A pesar de su importancia económica, el cultivo de limón Tahití enfrenta diversos desafíos derivados de las condiciones climáticas adversas, como el estrés hídrico y las altas temperaturas. Estas circunstancias limitan la disponibilidad de agua y afectan la eficiencia de los sistemas tradicionales de riego, reduciendo tanto el rendimiento como la calidad del cultivo (Solano, 2022). Además, la degradación del suelo y el manejo nutricional deficiente, intensificados por el uso excesivo de agroquímicos, afectan la capacidad de los suelos para retener nutrientes esenciales (Flores Torres, 2012), lo que pone en riesgo la sostenibilidad y rentabilidad del cultivo a largo plazo.

Ante estos desafíos, se hace imprescindible adoptar prácticas agrícolas sostenibles que optimicen el uso de recursos y mejoren la resiliencia de los cultivos. En este contexto, los biopreparados orgánicos, tales como Supermagro, Hidrolato, Quelato de Calcio y Sulfocalcico, emergen como alternativas eficaces. Estos productos naturales no solo mejoran la fertilidad del suelo y reducen la incidencia de plagas y enfermedades, sino que también refuerzan la resistencia de las plantas al estrés hídrico y promueven un crecimiento más robusto y sostenible. En particular, el Quelato de Calcio y el Sulfocalcico aportan nutrientes esenciales y actúan como

fungicidas, mientras que el Hidrolato y el Supermagro mejoran la capacidad del suelo para retener agua y nutrientes (Flores Torres, 2012; Solano, 2022), disminuyendo así la dependencia de insumos químicos y asegurando la fertilidad del suelo a largo plazo.

Este estudio busca evaluar el impacto de la aplicación de estos biopreparados en la productividad y calidad del cultivo de limón Tahití en los municipios mencionados, con el objetivo de proporcionar información valiosa sobre cómo las prácticas agrícolas sostenibles pueden contribuir a mejorar la rentabilidad y la sostenibilidad del cultivo, enfrentando los retos climáticos y productivos de la región.

Justificación

El cultivo de lima ácida Tahití es de gran relevancia económica a nivel nacional, especialmente por su crecimiento sostenido en los últimos años. En 2022, la producción nacional alcanzó las 306,801.57 toneladas, abarcando 21,025.8 hectáreas cultivadas. Los departamentos con mayor producción incluyen Santander, Antioquia, Quindío, Cauca, Tolima y Huila, lo que señala un mercado en expansión (República de Colombia, 2022).

La creciente demanda de lima ácida Tahití, tanto en mercados nacionales como internacionales, ha impulsado las exportaciones, generando ingresos significativos para el país. En 2023, la fruta se posicionó como la tercera más exportada, con un incremento del 90% en las ventas internacionales, lo que refleja la capacidad de Colombia para competir globalmente y diversificar sus fuentes de ingresos (Gobernación del Huila, 2023). Además, la producción de esta fruta beneficia a los agricultores, quienes no solo diversifican sus ingresos, sino que también ganan resiliencia ante fluctuaciones de precios y condiciones climáticas adversas. La fruta se exporta fresca y se utiliza en productos procesados, lo que agrega valor a la cadena productiva.

En el departamento del Huila, el cultivo de lima ácida Tahití ha experimentado un notable crecimiento, especialmente en zonas cercanas al río Magdalena. Según la República de Colombia (2022) y Agronet (2024), en 2022 se sembraron 1,684.9 hectáreas, produciendo 16,680.17 toneladas, con un rendimiento promedio de 9.90 toneladas por hectárea. Sin embargo, aún falta información precisa sobre el número exacto de predios y agricultores involucrados en este cultivo.

El sector enfrenta retos significativos, como la falta de capacitación agronómica, oportunidades limitadas de venta y altos costos de producción. En 2023, las pérdidas en términos de utilidad fueron de -57.47% (Asohofrucol, 2023), lo que refleja una situación económica

complicada para los productores. Adicionalmente, el uso excesivo de agroquímicos y las condiciones climáticas extremas contribuyen a la degradación del suelo y a un impacto ambiental negativo.

Es fundamental abordar estas problemáticas de manera integral, promoviendo nuevas estrategias de comercialización y acceso a mercados más amplios. Asohofrucol está implementando el modelo de Agricultura Tropical, que busca mejorar el sistema productivo y la cadena de comercialización de lima ácida Tahití de forma sostenible. Las siguientes alternativas proponen soluciones a corto, mediano y largo plazo:

Fomento de la agricultura tropical: Esta estrategia promueve prácticas agrícolas sostenibles, reduciendo el uso de agroquímicos. A corto plazo, los agricultores recibirán formación en biopreparados; a mediano plazo, se observarán mejoras en las cosechas y la calidad de vida, y a largo plazo, se logrará una agricultura más sostenible y la preservación de los recursos naturales.

Promoción de buenas prácticas agrícolas (BPA) y predios exportadores: Capacitar a los agricultores en BPA y en prácticas de exportación aumentará la especialización del cultivo de limón. A corto plazo, mejorarán las técnicas de manejo; a mediano plazo, se innovarán las estrategias de comercialización hacia mercados internacionales, y a largo plazo, se cumplirán los requisitos de exportación, lo que generará mayores ingresos.

Optimización de costos: Esta estrategia permite identificar áreas de mejora en los costos de producción a corto plazo, evaluar nuevas alternativas de aplicación para mejorar la productividad, y, a mediano y largo plazo, aumentar la competitividad y la eficiencia productiva.

Las pasantías en el sistema de producción de lima ácida Tahití son fundamentales para los estudiantes de Agronomía de la UNAD en la Escuela ECAPMA. Estas pasantías brindan una

oportunidad única para adquirir experiencia práctica, comprender los problemas reales de los productores y desarrollar soluciones efectivas. Como estudiantes, podremos identificar deficiencias en las prácticas agrícolas, los problemas ambientales o la falta de tecnología adecuada, y proponer estrategias que mejoren la productividad y rentabilidad de los cultivos.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar los Sistemas Productivos Convencionales y la Agricultura Tropical para la Reducción de Costos, Mejora de la Calidad y Certificación Exportador del cultivo Limón Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka) en los Municipios de Rivera, Paicol: Un Estudio de ASOHOFRUCOL en 2024

Objetivos Específicos

Demostrar el impacto de los biopreparados en la mejora de la calidad mediante la medición del diámetro ecuatorial y rendimiento en jugo del fruto del Limón Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka).

Registrar el acompañamiento de las capacitaciones de los procesos de certificación de predios: BPA y predio exportador en los municipios de Rivera y Paicol.

Comparar el sistema productivo convencional y la Agricultura Tropical en términos de costos de producción del Limón Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka) en los municipios de Rivera y Paicol en 2024.

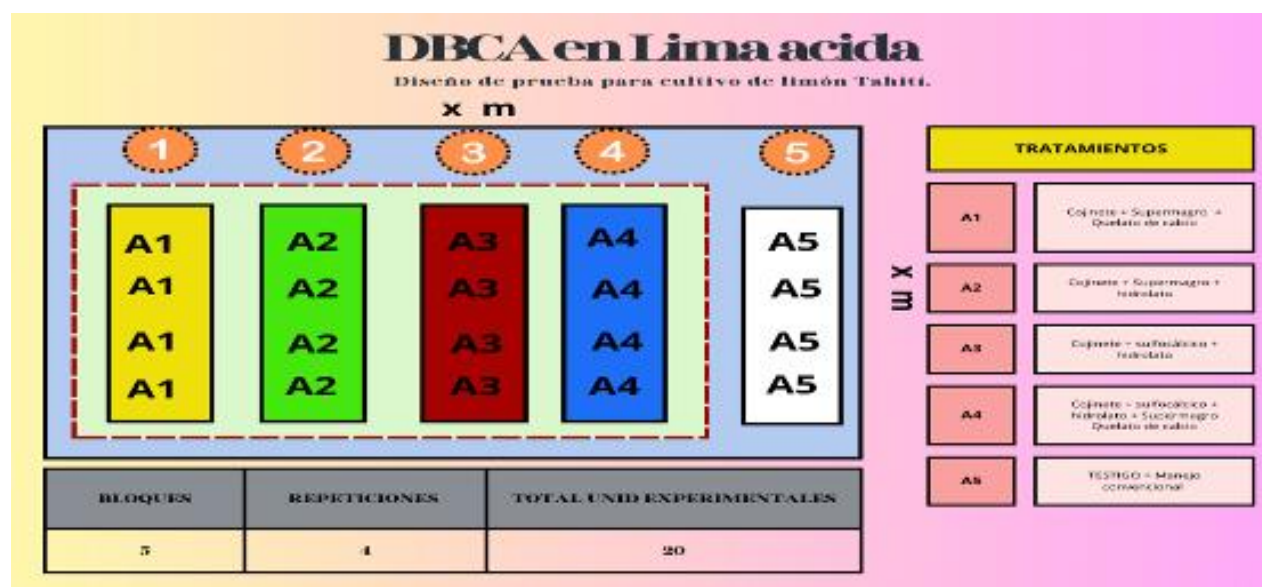
Metodología

Tipo de Estudio

Se realizó un estudio experimental en cultivos de limón Tahití (*Citrus latifolia Tanaka*) durante los meses secos, del cuatro de abril al cuatro de octubre de 2024. El diseño experimental utilizado fue de bloques completos aleatorizados (RCBD), con 20 árboles divididos en cinco bloques, cada uno con cuatro árboles. Se aplicaron diferentes tratamientos clasificados en edáficos y foliares.

Figura 1

Imagen del diseño experimental en RCBD.



Fuente: Autoría propia, 2024.

Se aplicaron diferentes tratamientos, los cuales se clasificaron en edáficos y foliares.

Tabla 1

Clasificación de tratamientos, dosis, fechas y materiales de uso.





	Biopreparados	Aplicación	Dosis	Sistema de aplicación
Edáfico	1. Supermagro 2. Hidrolato de potasio	Quincenal o alternados	40 litros *200 litros de agua Aplicación de 3 a 4 litros por árbol dependiendo del tamaño	Estacionaria o bomba a motor
Foliares	1. Sulfocalcico 2. Quelato de calcio	Quincenal	300 cc * 20 litros	Estacionaria o bomba a motor

Nota. Muestra los tratamientos, dosis, fechas y sistemas de aplicación de biopreparados en el cultivo de limón Tahití. *Fuente.* Autoras.

Zona de Estudio

El estudio se realizó en cuatro áreas específicas del departamento del Huila, Colombia. La primera se ubica en el municipio de Paicol, aproximadamente a 102 kilómetros de la capital departamental, Neiva. La segunda área está situada a unos 52 kilómetros de Neiva, la tercera a 50 kilómetros, y la cuarta a 32 kilómetros. Estas ubicaciones se seleccionaron con el objetivo de mejorar las condiciones económicas y ambientales de aproximadamente 1,000 productores de limón en la región.

Tabla 2*Caracterización de las zonas de estudio.*

Departamento	Huila			
Zona	1	2	3	4
Municipio	Paicol	Yaguara	Villavieja	Aipe
Vereda	La lajita	Vilu	Polonia	El Rincón
Nombre del predio	El jaguo	La gran soledad 2	Las Coloradas	Villa Esperanza
Nombre del productor	Carlos torres	Luz Betty Perdomo Ramón	Carlos Augusto Perdomo	Fidel Ángel Camacho
Cultivo	Lima acida	Lima acida	Lima acida	Lima acida
Variedad	Tahití	Tahití	Tahití	Tahití
Densidades de siembra	400	350	400	300
Numero de plantas	1100	800	1200	500
Altitud	840 msnm	600 msnm	320 msnm	374 msnm
Coordenadas	2°26'41.30"N 75°43'16.90"O	2°36'56.66"N 75°30'24.57"O	3°12'21,02" N 75°12'37.33" O	3°20'11,49" N 75°13'08.68" O
Temperatura	28 a 30 °C	≥ 30 °C	30°C	29°C
Humedad relativa	65 a 70%	78 %	60%	60%
Precipitaciones	0 a 500 mm	0 a 500 mm	500 mm anual	300-600 mm anual
Brillo solar	5 a 6 horas	5 a 6 horas	6 horas día	5-6 horas día
Textura del suelo	franco arenoso	Franco Arenoso	Franco arcillosa	Franco arenosa
pH	5.8	6.6	6,8	6,9
Pasante encargada	Ingrid Tatiana Herrera	Ingrid Tatiana Herrera	Yulitza Gonzalez Lozano	Yulitza Andrea Gonzalez
Mapa (<i>Fuente. Google Earth, 2024</i>)				

Nota. Información sobre los predios, condiciones climáticas y agroecológicas en los municipios de Paicol, Yaguara, Villavieja y Aipe, Huila. *Fuente.* Autoras.

VARIABLES ANALIZADAS

La recolección de datos de las variables se realizó después de aplicar los tratamientos foliares y edáficos, con el objetivo de evaluar la eficacia de estos tratamientos en el desarrollo del cultivo, desde el botón floral hasta la cosecha de los frutos.

Tabla 3.

Instrumentos y frecuencia de medición de variables en el cultivo de limón Tahití.

Nombre de variable	Instrumento de medición / mecanismo	Frecuencia (día/semana)	Descripción
pH (pH)	pHmetro	15	Se realiza la medición al suelo donde se encuentra la aplicación de cojinete
Conductividad (CES)	Conductímetro	15	Se realiza la medición en el suelo aproximadamente a 15 cm del suelo en el plato del árbol
Temperatura del suelo (°C)	Termómetro	15	Se realiza la medición de la temperatura del suelo en donde se encuentra la aplicación del cojinete de los arboles
Numero de brotes (N°B)	Observacional	15	De la muestra de 10 a 20 árboles se realiza un conteo de los brotes observados de 1 rama por árbol
Cuajado de flores (CFL)	Observacional	15	De la muestra de 10 a 20 árboles Se realiza un conteo de las flores observadas de 1 rama por árbol
Numero de flores por inflorescencia (N°FLx F)	Observacional	15	De la muestra de 10 a 20 árboles Se realiza un conteo de las flores observadas de 1 rama por árbol
Diámetro ecuatorial de la fruta (DEF)	Cinta métrica o pie de rey	20	Se toma 4 frutos por árbol y estos se marcan para escoger siempre el mismo para evaluar su desarrollo
Rendimiento de jugo de la fruta (RJF)	Probeta	30	Cantidad de jugo de 4 limones y se exprimen

Nota. La tabla muestra las variables, instrumentos, frecuencia y procedimiento de medición en el cultivo de limón Tahití. *Fuente.* Autoras.

Escala BBCH

Se realizó un análisis detallado de la escala BBCH (“Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt y Chemische Industrie”) en cinco ramas, cada una de un árbol diferente seleccionado al azar, con el objetivo de monitorear de manera precisa la duración y progresión de las fases fenológicas de *Citrus latifolia* Tanaka. Esta escala fenológica, ampliamente utilizada en agronomía para describir de manera sistemática las fases de crecimiento, permitió registrar los diferentes estadios de desarrollo del fruto, desde la brotación inicial, pasando por la floración, el cuajado, y el crecimiento del fruto, hasta la maduración final y la cosecha (Agustín et al., 1995). En este estudio, se registraron las fases desde la hinchazón de las yemas hasta que el fruto alcanzó el 90% de maduración, correspondiente al estadio BBCH de los agrios 51 al 79, proporcionando una referencia precisa de las etapas fenológicas y su duración.

Apoyo a los Productores Locales en el Proceso de Certificación:

Se brindó apoyo a los productores locales en el proceso de certificación de sus predios para cumplir con los requisitos de exportación. Este apoyo incluyó asesoría en prácticas de manejo sostenible, la implementación de estándares de calidad y la documentación necesaria para obtener la certificación. La certificación permite acceder a mercados internacionales y garantiza prácticas agrícolas responsables, mejorando la competitividad del limón Tahití en mercados extranjeros (Van Dam et al., 2010).

Análisis de Costos:

Se realizó un análisis comparativo de los costos del proyecto frente a los costos tradicionales, con el fin de evaluar su viabilidad económica y su impacto en la rentabilidad del cultivo. Este análisis incluyó los costos de insumos, mano de obra para cada aplicación, y el equipamiento necesario, así como una estimación de los beneficios potenciales en términos de

incremento en rendimiento y calidad del fruto. Con esta información, los productores pueden tomar decisiones informadas sobre la inversión en biopreparados, optimizando recursos y potenciando la productividad de los cultivos de manera sostenible y económicamente rentable.

Análisis Estadístico

Se empleó un análisis de varianza (ANOVA) para evaluar el efecto de los tratamientos sobre las variables medidas (pH, Conductividad, Temperatura del suelo, Numero de brotes, Cuajado de flores, Diámetro ecuatorial de la fruta, Rendimiento de jugo de la fruta). Se utilizó la prueba de Tukey para comparaciones múltiples de medias y una prueba de normalidad para asegurar el cumplimiento de los supuestos estadísticos.

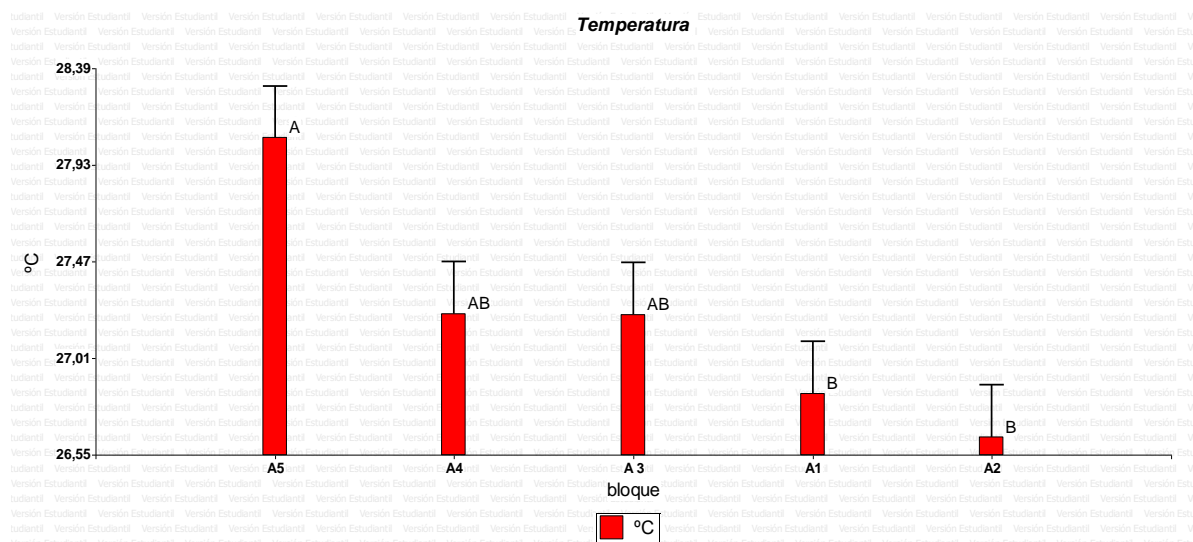
Resultados y Discusión

En esta sección, se presentan y discuten los hallazgos del estudio experimental llevado a cabo en los cultivos de limón Tahití (*Citrus latifolia Tanaka*) en los municipios de Yaguará, Paicol, Villavieja y Aipe, Huila. La implementación de biopreparados orgánicos, como Supermagro, Hidrolato de potasio, Quelato de calcio y Sulfocalcico, se evaluó en cuanto a su efectividad para mejorar la productividad y calidad de los frutos, así como el tiempo de formación del fruto y la reducción de costos en respuesta a las condiciones climáticas adversas, especialmente el estrés hídrico y altas temperaturas.

Zona 1. Municipio de Paicol, Huila

Figura 2

Grafica de los resultados de la variable temperatura del suelo °C



Fuente. Autoría propia

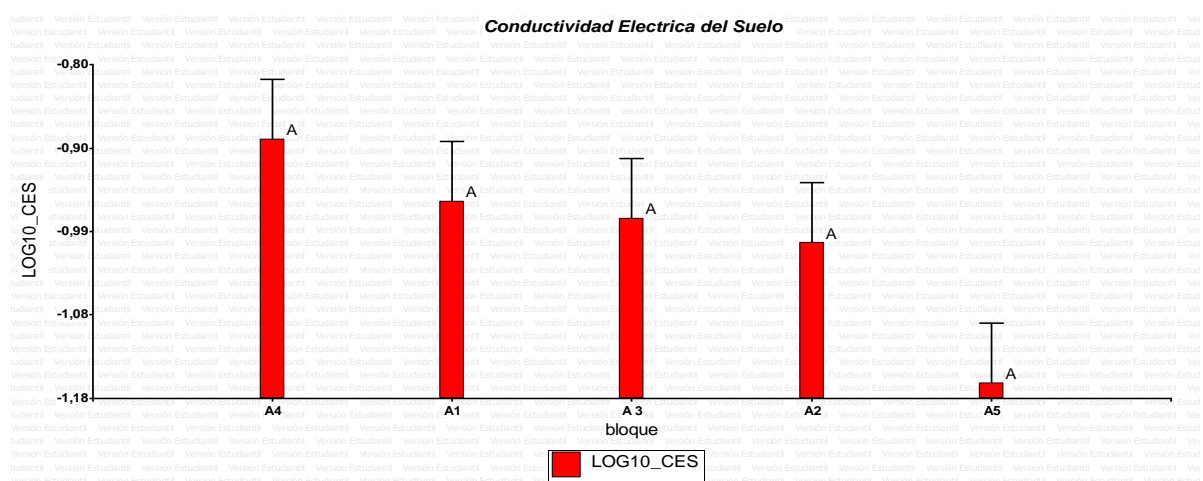
Efectivamente, se comprueba que los tratamientos aplicados dentro de los bloques presentan diferencias estadísticas. El bloque A5 es completamente distinto a los demás bloques, mientras que A4 y A3 muestran una similitud estadística, al igual que los bloques A1 y A2. Se

puede concluir que el bloque A5 presenta la temperatura más alta, mientras que el bloque A2 tiene la temperatura más baja.

Considerando que el bloque A5 es el testigo o manejo convencional donde no se utilizó cojinete de cobertura, esto llevó a un incremento de la temperatura en comparación con los otros bloques que sí utilizaron cojinete. De esta manera, se comprueba que el cojinete tiene una relación importante para mantener o reducir drásticamente la evapotranspiración y, por ende, el aumento de temperatura del suelo.

Figura 3

Grafica de los resultados de la variable conductividad eléctrica del suelo LOG10_CES



Fuente. Autoría propia

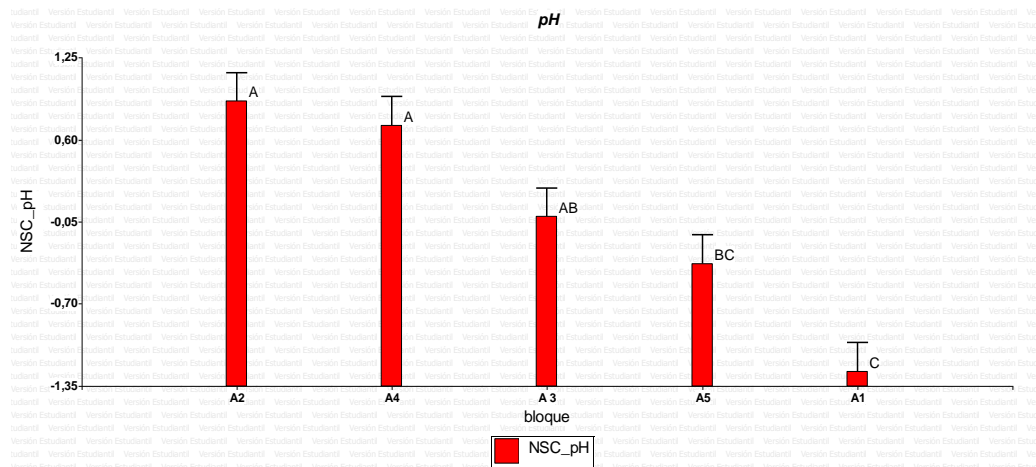
Efectivamente, se comprueba que los tratamientos aplicados dentro de los bloques no presentan diferencias estadísticas significativas o presentan diferencias mínimas. Se puede decir que el bloque A4 presenta la mejor conductividad eléctrica del suelo, mientras que el bloque A5 tiene la más baja.

Al analizar la gráfica, podemos concluir que las diferencias mínimas en los bloques A4, A2 y A3, donde se aplicaron tratamientos de bio preparado, sugieren que estos tratamientos pueden mejorar la conductividad eléctrica del suelo. En comparación, el bloque A5, que es el

testigo con manejo convencional, muestra una evaluación menos notable. Se sugiere realizar más estudios o continuar la evaluación durante un período más prolongado para comprobar su eficiencia.

Figura 4

Grafica de los resultados de la variable NSC pH del suelo



Fuente. Autoría propia

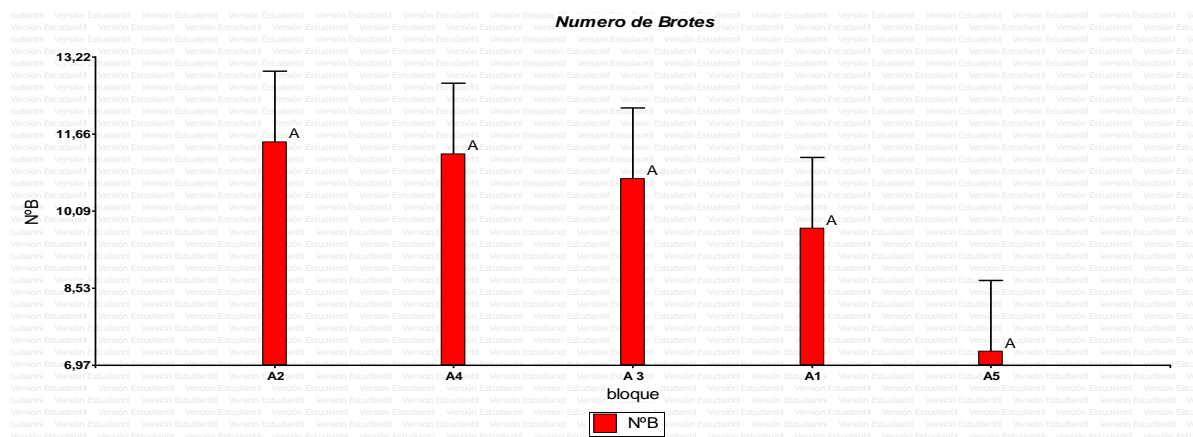
Se puede confirmar que hay diferencias estadísticas entre los tratamientos aplicados dentro de los bloques donde los resultados de la prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) muestran que los bloques A2 y A4 tienen medias similares y no presentan diferencias significativas entre ellos. El bloque A3 se encuentra en un grupo intermedio, indicando cierta similitud con A2, A4 y A5. El bloque A5 es diferente de A2 y A4, pero similar a A3 y A1. Finalmente, el bloque A1 tiene la media más baja y es significativamente diferente de los demás bloques.

El bloque que presentó mayor aumento en el PH fue el tratamiento A2 con respecto al tratamiento A1 que obtuvo el aumento de pH más bajo. Esto nos demuestra que posiblemente los tratamientos con súper magro + hidrógrafo de potasio pueden generar un aumento en el PH del suelo. Los tratamientos con súper magro + quelato de calcio no generan un aumento en el PH y

los tratamientos que contengan sulfocálcico + hidrolato de potasio mantienen una variación similar al bloque testigo del resto del cultivo.

Figura 5

Grafica de los resultados de la variable número de brotes N°B



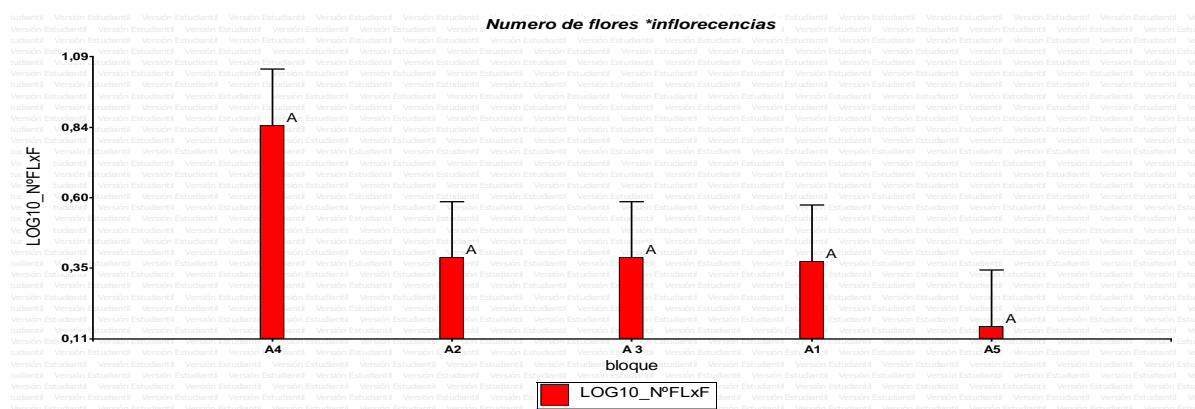
Fuente. Autoría propia

Se llevó a cabo una prueba de Tukey con un nivel de significancia de ($p > 0.05$). para evaluar las diferencias estadísticas entre los tratamientos aplicados en los bloques. Los resultados indican que no hay diferencias significativas entre los bloques.

Sin embargo, al comparar numéricamente, se podría sugerir que el tratamiento del bloque A2 podría mejorar el número de brotes en comparación con el testigo o manejo convencional, que presenta una media más baja. Para confirmar la eficiencia sobre el número de brotes, se recomienda realizar un estudio a más largo plazo.

Figura 6

Grafica de los resultados de la variable número de flores por inflorescencia LOG10_NºFLx F

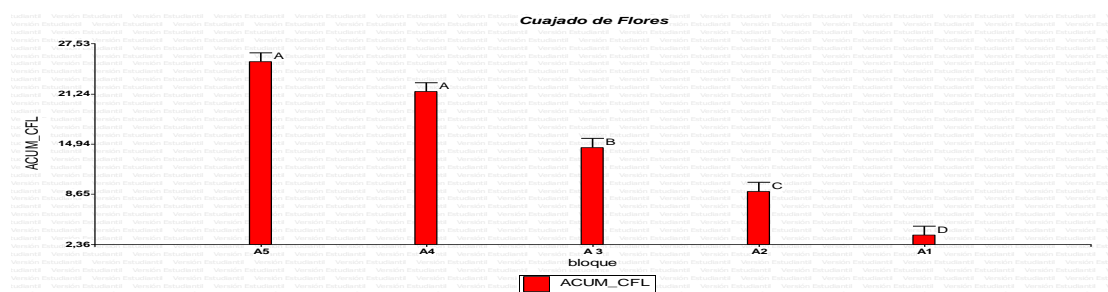


Fuente. Autoría propia

Se puede concluir que los tratamientos realizados en cada uno de los bloques no tienen diferencias estadísticas. Sin embargo, si revisamos numéricamente podemos afirmar que posiblemente el mayor tratamiento que puede aportar un mayor número de flores por inflorescencia es el tratamiento de cojinete + sulfocalcico + hidrolato de potasio + Quelato de calcio aplicado en el bloque A4, con respecto al bloque A5 que es el testigo con manejo convencional.

Figura 7

Grafica de los resultados de la variable cuajado de flores ACUM_CFL

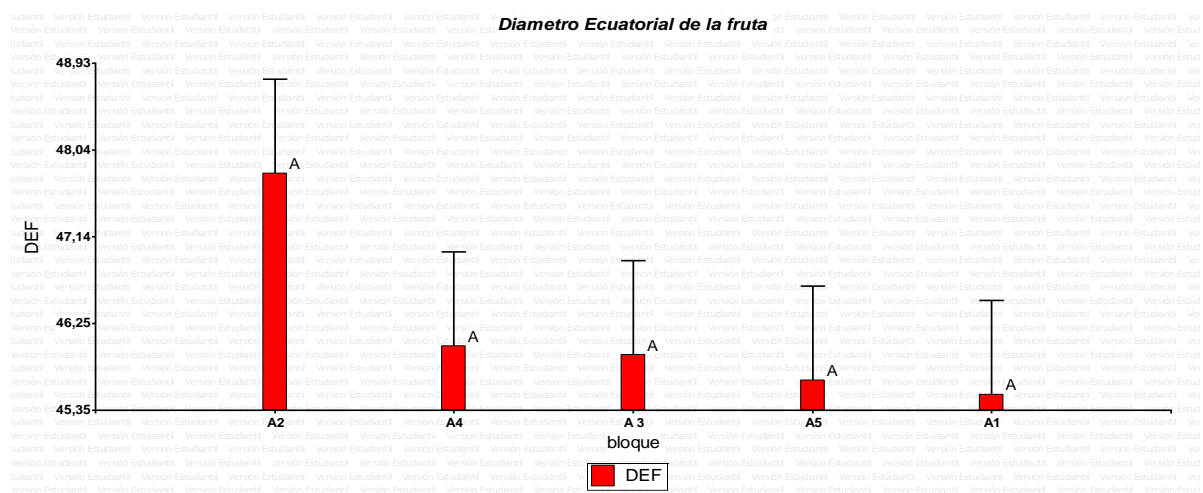


Fuente. Autoría propia

Efectivamente se comprueba que los tratamientos aplicados dentro de los bloques sí presentan diferencias estadísticas, dónde el bloque A5 y A4 presentan una similitud mientras que los tratamientos A3, A2 y A1 son distintos a los demás bloques. De esta manera se puede decir que el mejor tratamiento en cuanto al cuaje de flores es el bloque A5 y el peor el A1. Aunque el bloque A5 es el testigo convencional tienes similitudes con A4 lo que podría evaluarse en una aplicación a más largo plazo.

Figura 8

Grafica de los resultados de la variable diámetro ecuatorial de la fruta DEF

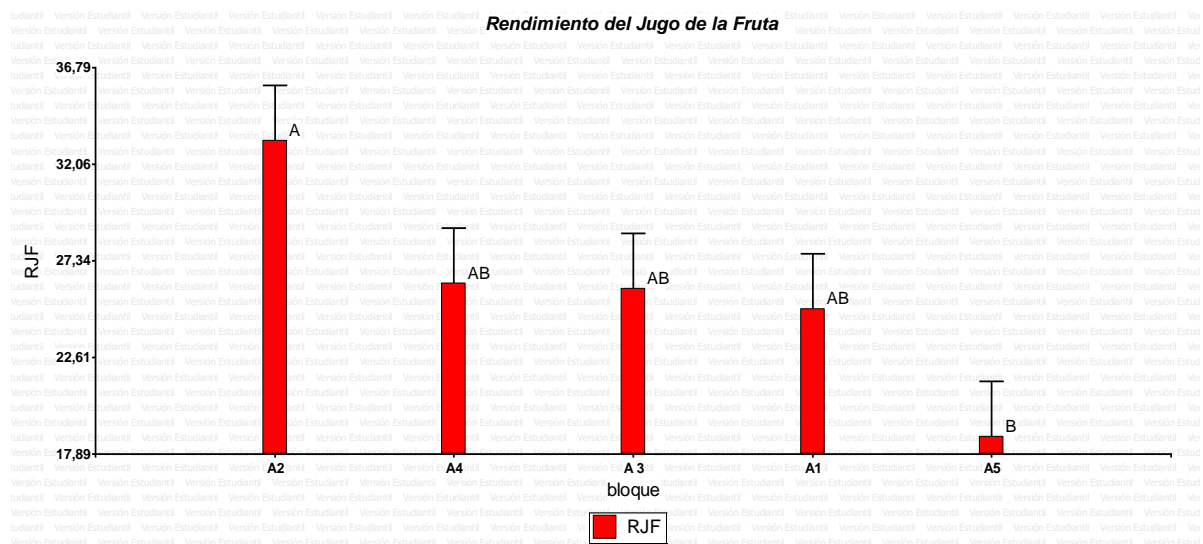


Fuente. Autoría propia

Se puede concluir que los tratamientos realizados en cada uno de los bloques no tienen diferencias estadísticas. Sin embargo, si revisamos numéricamente podemos afirmar que posiblemente el mayor tratamiento que puede aportar un mayor diámetro Ecuatorial de la fruta es el tratamiento de cojinete + súpermagro + hidrolato de potasio aplicado en el bloque A2, con respecto al bloque A1 que es el tratamiento sí cojinete + súpermalto + quelato de calcio que fue el que menos aportó en crecimiento.

Figura 9

Grafica de los resultados de la variable rendimiento jugo d la fruta RJF



Fuente. Autoría propia

La clasificación sugiere que hay una diferencia significativa en las medias entre el bloque A2 y los otros bloques, mientras que los bloques A4, A3, y A1 son similares entre sí, pero diferentes del bloque A5. Siendo el mejor tratamiento cojinete + súpermagro+ hidrolato de potasio aplicado en el bloqueador para el rendimiento del jugo de la fruta en ML, con respecto al bloque A5 testigo de manejo convencional.

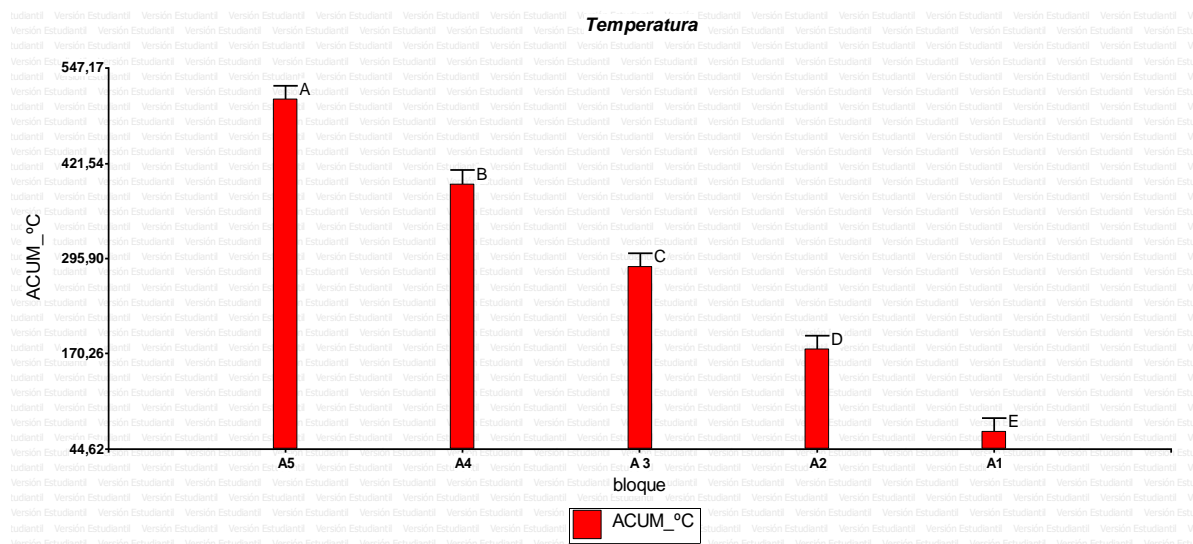
Para el caso del municipio de Paicol (Huila), los resultados sugieren que ciertos tratamientos tienen efectos positivos en variables clave, como la temperatura y la acumulación de flores. La reducción de temperatura en bloques con cojinete indica que esta práctica puede ser efectiva para disminuir el estrés hídrico. Sin embargo, la falta de significancia en la conductividad eléctrica y el número de brotes apunta a la necesidad de estudios prolongados para confirmar la eficacia de los bio preparados. El rendimiento de jugo destaca al bloque A2, lo cual indica que la aplicación de ciertos tratamientos puede mejorar la calidad de los cultivos, lo que es fundamental para los agricultores locales en términos de productividad. Es recomendable continuar con estudios

a largo plazo para obtener una mayor comprensión del impacto de los tratamientos en cada variable, especialmente en aquellas con variabilidad baja o donde no se observaron diferencias significativas.

Zona 2. Municipio de Yaguará, Huila:

Figura 10

Grafica de los resultados de la variable temperatura del suelo °C

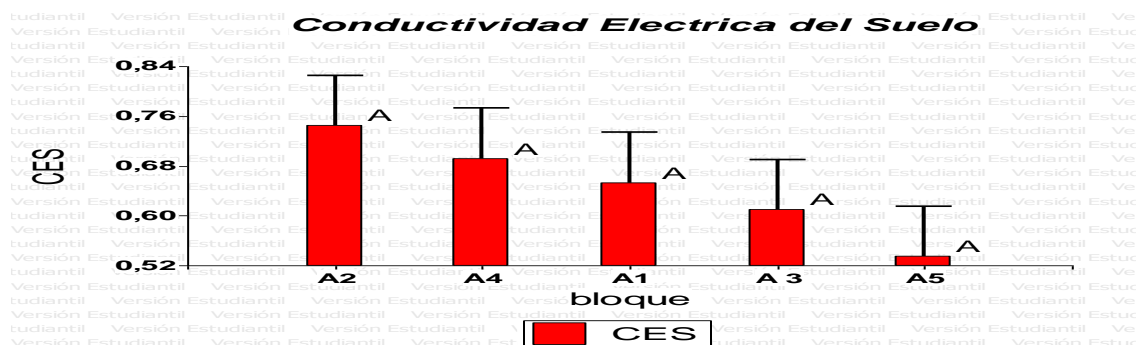


Fuente. Autoría propia

El análisis del Test de Tukey con un nivel de significancia Alfa de 0.05 y un DMS de 77.42876 muestra diferencias significativas entre los bloques. lo que significa que el bloque A5 tiene la media más alta y es significativamente diferente de los demás, mientras que el bloque A2, A3 Y A4 también son diferentes entre sí Y A1 tiene la media más baja y también es significativamente diferente de los demás. Esto indica que los tratamientos aplicados sin cojinete en A5 resultaron en un incremento significativo de la temperatura en comparación con los otros bloques que si tienen cojinete.

Figura 11

Grafica de los resultados de la variable conductividad eléctrica del suelo CES

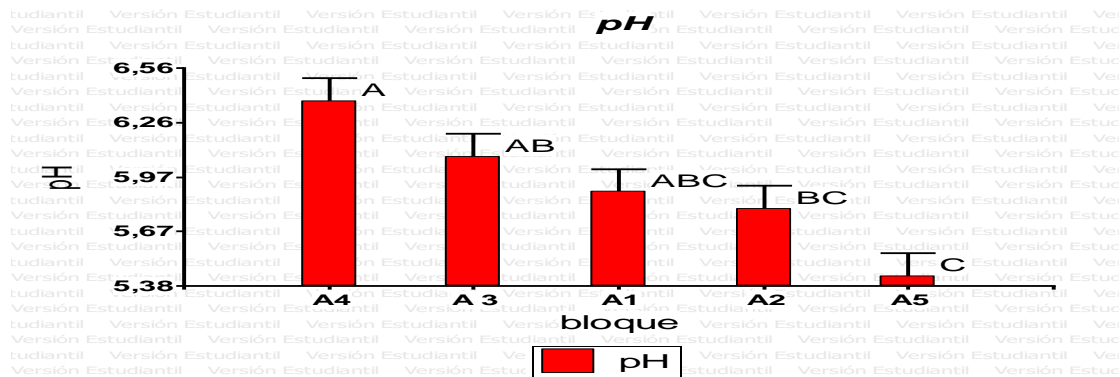


Fuente. Autoría propia

Efectivamente, se comprueba que los tratamientos aplicados dentro de los bloques no presentan diferencias estadísticas significativas en la conductividad eléctrica del suelo. A2 Media = 0.75, A4 Media = 0.69, A1 Media = 0.65, A3 Media = 0.61 y A5 Media = 0.53. Se puede concluir que, aunque el bloque A2 con cojinete+ supermagro + quelato de calcio con puede sugerir una posibilidad de aumento en la conductividad eléctrica del suelo con respecto al bloque A5 que es el manejo convencional o el testigo, pero para poder ratificar este resultado donde es necesario realizar más estudios a más largo plazo.

Figura 12

Grafica de los resultados de la variable pH del suelo



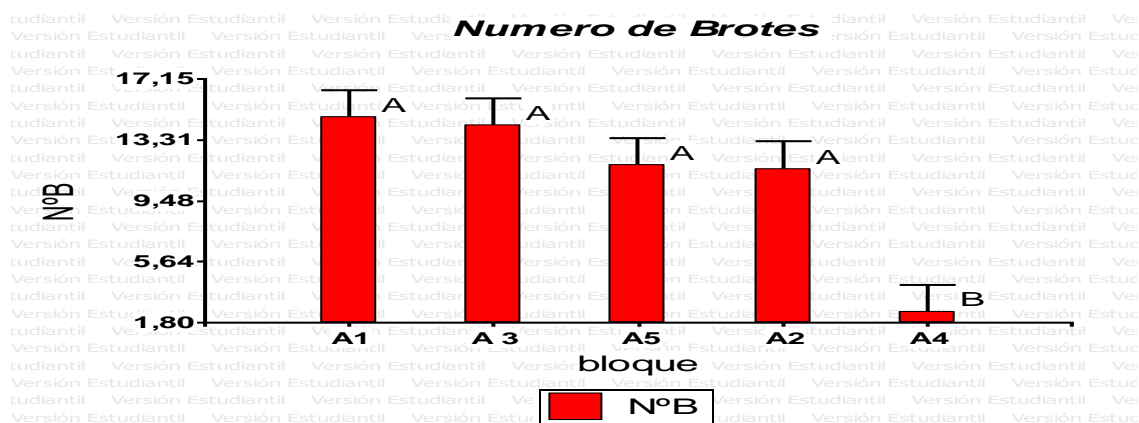
Fuente. Autoría propia

Se realizó una prueba de Tukey con un nivel de significancia de Alfa=0,05 para evaluar las diferencias estadísticas entre los tratamientos aplicados en los bloques. Los resultados indican que el bloque A4 presenta la media más alta (6,38) y es significativamente diferente de los demás bloques. El bloque A3, con una media de 6,08, no presenta diferencias significativas con A4, pero sí con A1, A2 y A5. El bloque A1, con una media de 5,89, se encuentra en un grupo intermedio, mostrando similitud con A3 y diferencias con A2 y A5. Los bloques A2 y A5 tienen medias de 5,80 y 5,43 respectivamente, y son significativamente diferentes de A4 y A3, pero similares entre sí.

Esto sugiere que los tratamientos aplicados en los bloques A4 cojinete + sulfocalcico + hidrolato de potasio + supermagro + quelato de calcio *pueden generar un aumento en el pH del suelo, con respecto al manejo convencional (A5) no genero un aumento significativo en el pH.*

Figura 13

Grafica de los resultados de la variable número de brotes N°B



Fuente. Autoría propia

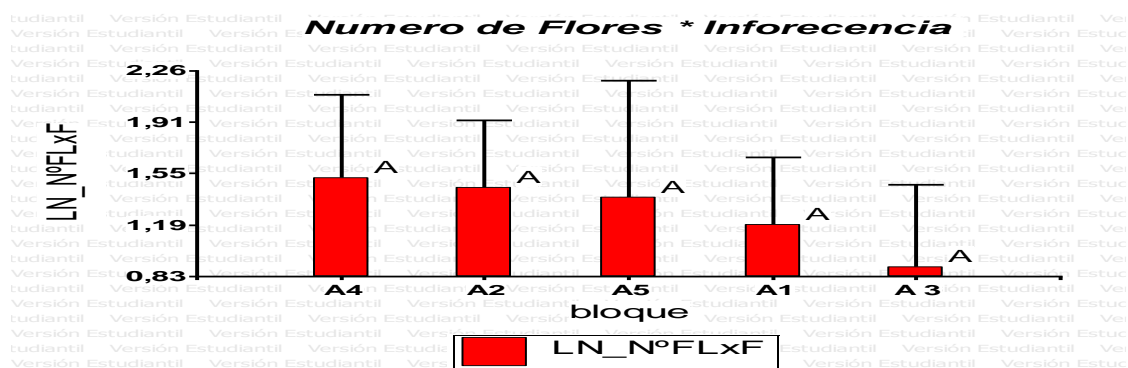
Se realizó una prueba de Tukey con un nivel de significancia de Alfa=0,05 para evaluar las diferencias estadísticas en el número de brotes entre los tratamientos aplicados en los bloques. Los resultados indican que los bloques A1 (14,75), A3 (14,25), A5 (11,75) y A2 (11,50)

no presentan diferencias significativas entre sí. El bloque A4, con una media de 2,50, es significativamente diferente de los demás bloques.

En conclusión, se podría decir que los bloques A1, A3 y A2 son similares al bloque A5, que es el testigo de manejo convencional. Esto sugiere que estos tratamientos no tuvieron efectos significativos sobre el número de brotes. Por otro lado, el bloque A4 se considera un tratamiento no recomendado para aumentar el número de brotes.

Figura 14

Grafica de los resultados de la variable número de flores por inflorescencia LN N°FLx F

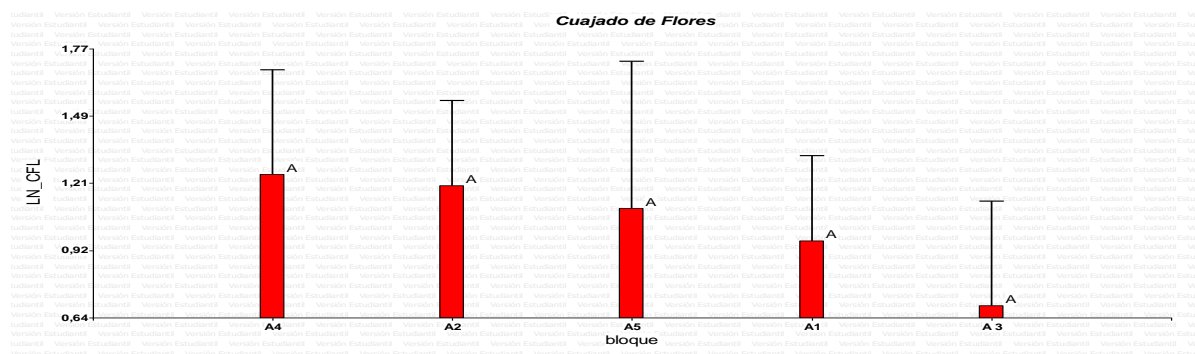


Fuente. Autoría propia

Efectivamente se concluyen que no hay diferencias estadísticas entre los tratamientos aplicados en los bloques. Sin embargo, si miramos numéricamente posiblemente los tratamientos aplicados en el bloque A4 y A2 podrían significar un aumento en el número de flores por inflorescencias, Con respecto al bloque A5 que es el testigo o manejo convencional; mientras que el bloque A3 no se recomienda para En el aumento N°FLx F ya que tiene la media más baja numéricamente. Sin embargo, se recomienda realizar más estudios a largo tiempo sobre esta variable para poder verificar su eficiencia sobre el número de flores por inflorescencia.

Figura 15

Grafica de los resultados de la variable cuajado de flores LN_CFL

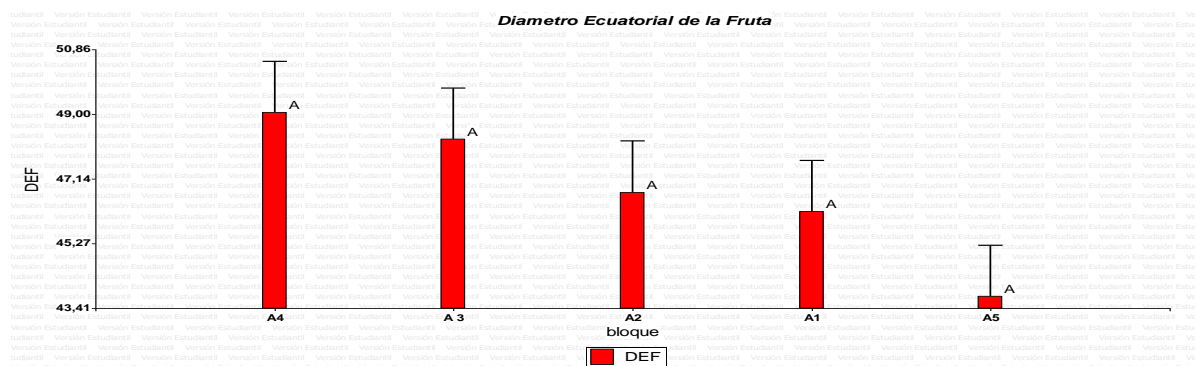


Fuente. Autoría propia

El análisis demuestra que no hay diferencias estadísticas significativas entre los bloques, lo que indica que los tratamientos aplicados no tuvieron efectos relevantes en el cuajado de flores. Sin embargo, al observar los datos, se nota que el tratamiento A4 presenta una media numérica más alta. Esto sugiere que el tratamiento A4 podría tener una mayor probabilidad de aumentar la variable. No obstante, para validar esta hipótesis, es necesario realizar estudios complementarios a más largo plazo.

Figura 16

Grafica de los resultados de la variable diámetro ecuatorial de la fruta DEF

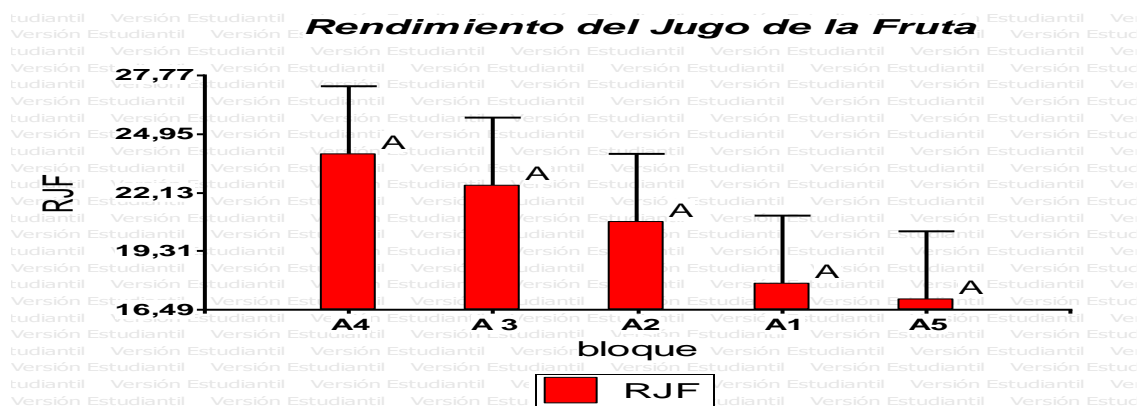


Fuente. Autoría propia

El análisis muestra que no hay diferencias estadísticas significativas entre los bloques, lo que indica que los tratamientos aplicados no tuvieron efectos relevantes en el diámetro ecuatorial de la fruta. Sin embargo, al observar los datos, se nota que el tratamiento A4 presenta una media numérica más alta. Esto sugiere que el tratamiento A4 podría tener una mayor probabilidad de aumentar esta variable. No obstante, para validar esta hipótesis, es necesario realizar estudios complementarios a más largo plazo.

Figura 17

Grafica de los resultados de la variable rendimiento jugo d la fruta RJF



Fuente. Autoría propia

El análisis indica que no existen diferencias estadísticas significativas entre los bloques, lo que sugiere que los tratamientos aplicados no afectaron de manera relevante el rendimiento del jugo de la fruta. Sin embargo, al examinar los datos, se observa que el tratamiento A4 tiene una media numérica más alta. Esto podría implicar que el tratamiento A4 tiene una mayor probabilidad de incrementar esta variable. No obstante, para confirmar esta hipótesis, es necesario llevar a cabo estudios adicionales a largo plazo.

Los resultados del análisis de normalidad sugieren que las transformaciones de datos fueron necesarias para algunas variables, lo que subraya la importancia de evaluar la normalidad antes de aplicar métodos estadísticos. El alto R^2 en el análisis de ACUM_°C indica que el

modelo explica bien la variabilidad, y las diferencias significativas detectadas sugieren que las prácticas de manejo, como la ausencia de cojinete en el bloque A5, influyen notablemente en la temperatura del suelo.

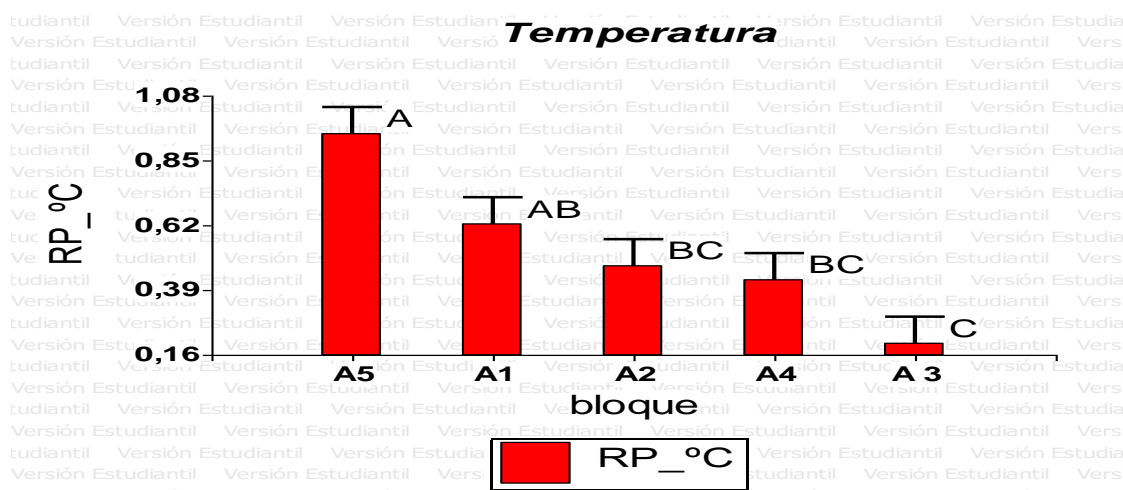
Por otro lado, la falta de diferencias significativas en las variables como CES, DEF y RJF sugiere que estos tratamientos no impactaron de manera notable en la conductividad eléctrica y la recuperación de flora joven, lo que podría ser indicativo de la necesidad de prácticas adicionales o más tiempo para observar cambios.

Finalmente, los tratamientos aplicados en los bloques A4 y A2 mostraron un potencial para mejorar el pH y el número de flores, lo que podría ser relevante para futuras investigaciones en técnicas de manejo agrícola más sostenibles.

Zona 3. Municipio de Villavieja, Huila:

Figura 18

Grafica de los resultados de la variable temperatura del suelo RP °C



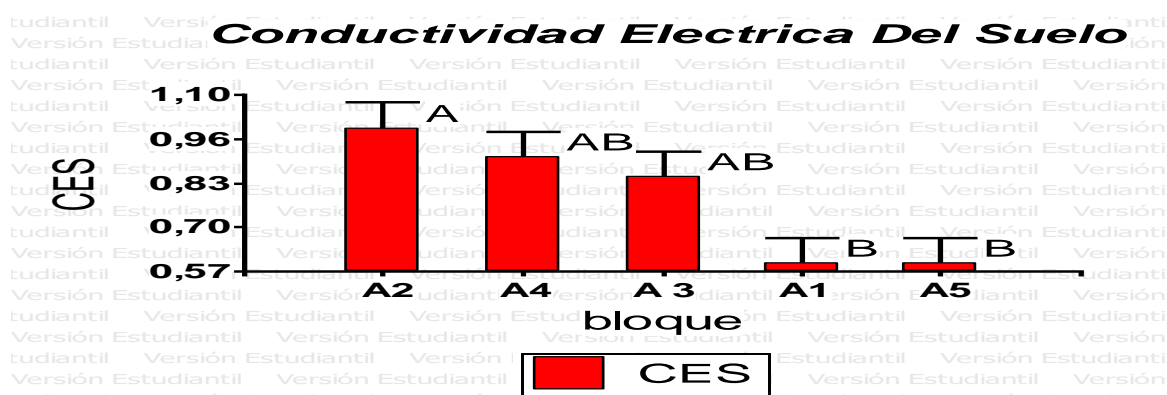
Fuente. Autoría propia

En la prueba de Tukey con un nivel de significancia Alfa=0,05 y un DMS=0,41002 muestra diferencias estadísticas significativas entre los bloques evaluados. El bloque A5, con una

media de 0,95, se diferencia significativamente de los demás bloques. El bloque A1, con una media de 0,63, no demuestra diferencias significativas con el bloque A5, pero sí con los bloques A2 y A4, mientras que los bloques A2 y A4, con medias de 0,48 y 0,43 respectivamente, indican que no hay diferencias significativas entre ellos. En conclusión, el bloque A5 presenta la media más alta, mientras que el bloque A3 tiene la media más baja, donde podemos concluir que los tratamientos sin cojinete y de manejo convencional si presentan un aumento de temperatura con respecto los demás bloques de manejo con agricultura tropica.

Figura 19

Grafica de los resultados de la variable conductividad eléctrica del suelo CES



Fuente. Autoría propia

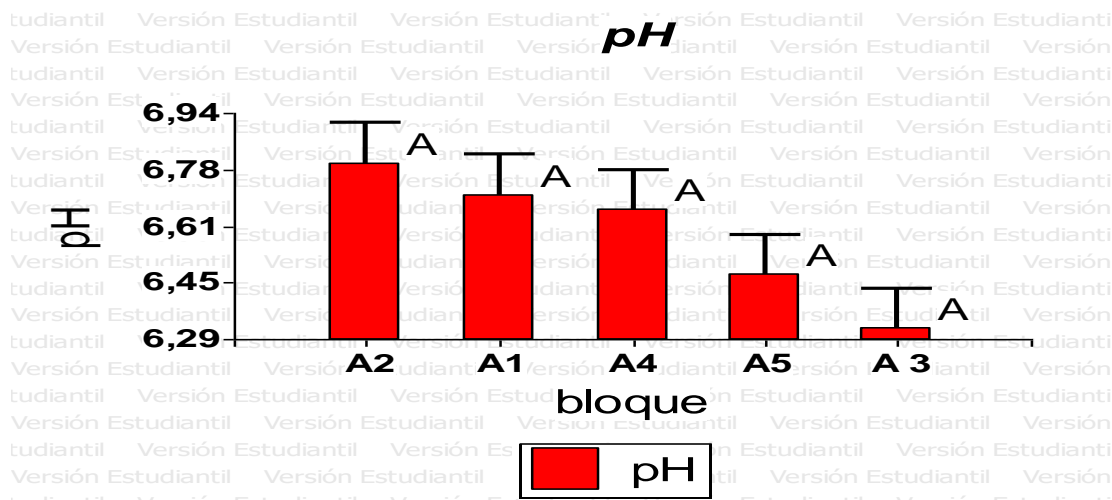
Efectivamente, se comprueba que los tratamientos aplicados dentro de los bloques presentan diferencias estadísticas significativas. El bloque A2, con una media de 1.00, es completamente distinto a los bloques A1 y A5, que tienen medias de 0.60 y 0.59 respectivamente siendo significativamente iguales. Los bloques A4 y A3, con medias de 0.91 y 0.85, muestran una similitud estadística, ya que no presentan diferencias significativas entre ellos.

Se puede concluir que el bloque A2 cojinete + supermagro + Hidrolato presenta la mejor conductividad eléctrica del suelo, mientras que el bloque A5 tiene la más baja. Esto indica que

los tratamientos aplicados en A2 resultaron en un incremento significativo de la variable en comparación con el bloque de manejo convencional y testigo.

Figura 20

Grafica de los resultados de la variable pH del suelo

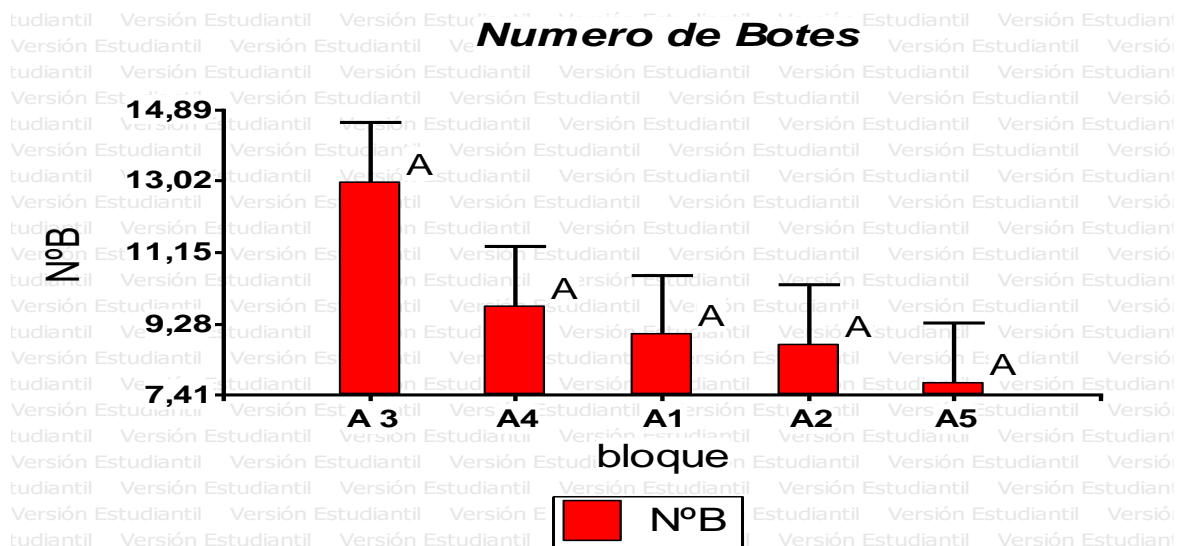


Fuente. Autoría propia

Según la prueba de Tukey con un nivel de significancia de Alfa=0,05. Los resultados indican que no hay diferencias significativas entre los bloques. Pero si revisamos numéricamente podríamos afirmar que una posibilidad del que el bloque A2 con el tratamiento cojinete + supermagro + Hidrolato genere un aumento en el pH del suelo mientras que el tratamiento de del bloque A 3 cojinete + sulfocalcico + Hidrolato sea una alternativa para bajar el pH ya que si miramos el tratamiento A5 de manejo convencional está un poco más elevado. Pero para validar esta hipótesis se necesita complementar estudios a más largo plazo.

Figura 21

Grafica de los resultados de la variable número de brotes N°B

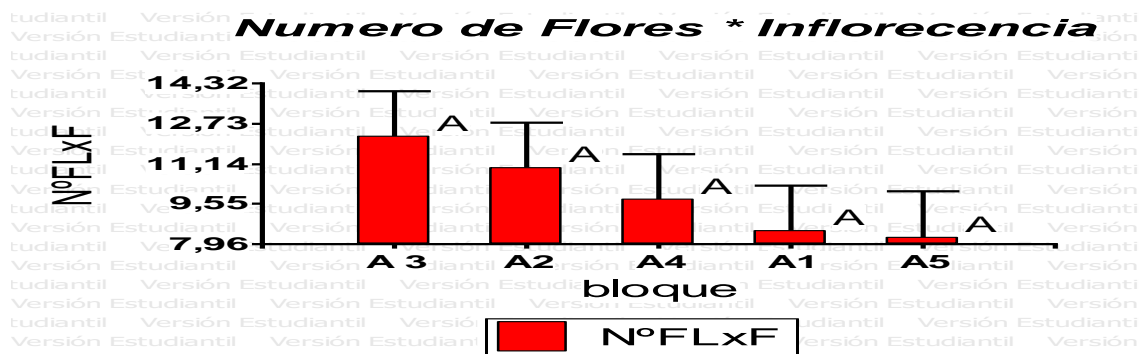


Fuente. Autoría propia

Se realizó una prueba de Tukey con un nivel de significancia de Alfa=0,05 y se comprueba que no hay diferencias estadísticas entre los tratamientos aplicados en los bloques. Pero si revisamos numéricamente posiblemente Los resultados indican que el bloque A3 cojinete + sulfocalcico + Hidrolato tiene un efecto significativamente mayor número de brotes por rama en comparación con los otros tratamientos, en especial al tratamiento del bloque A5 de manejo convencional y testigo que tiene la media numérica más baja. Para comprobar su eficiencia es necesario realizar 4estudios de más largo plazo.

Figura 22

Grafica de los resultados de la variable número de flores por inflorescencia $N^{\circ}FL \times F$

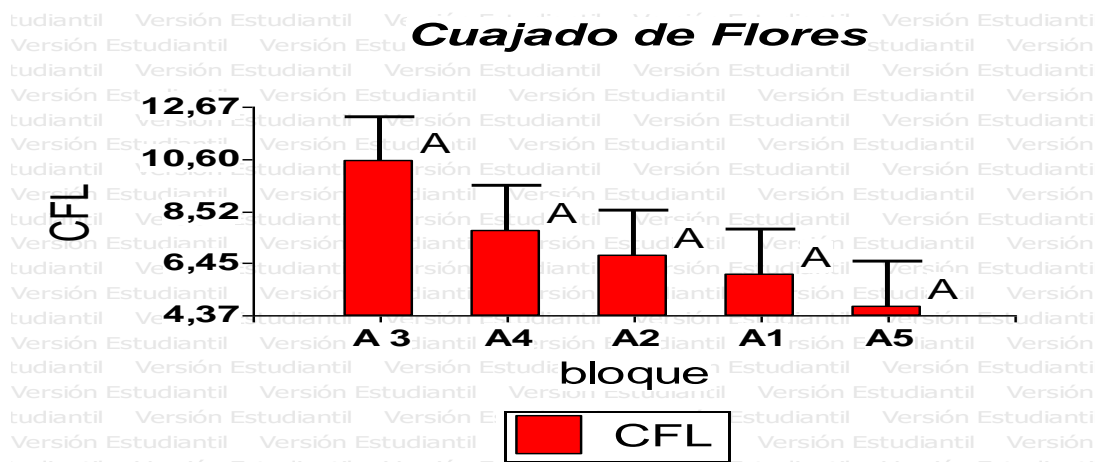


Fuente. Autoría propia

Se puede concluir que los tratamientos realizados en cada uno de los bloques no presentan diferencias estadísticas. Aunque no hay diferencias estadísticas, el bloque A3 (cojinete + sulfocalcico + hidrolato de potasio) muestra una tendencia numérica mayor al rendimiento en términos de flores por inflorescencia con respecto al bloque A5 o manejo convencional lo que se sugiere hacer estudios complementarios a mas largo plazo para ratificar que el tratamiento puede tener efectos el número de flores * inflorescencia.

Figura 23

Grafica de los resultados de la variable cuajado de flores CFL

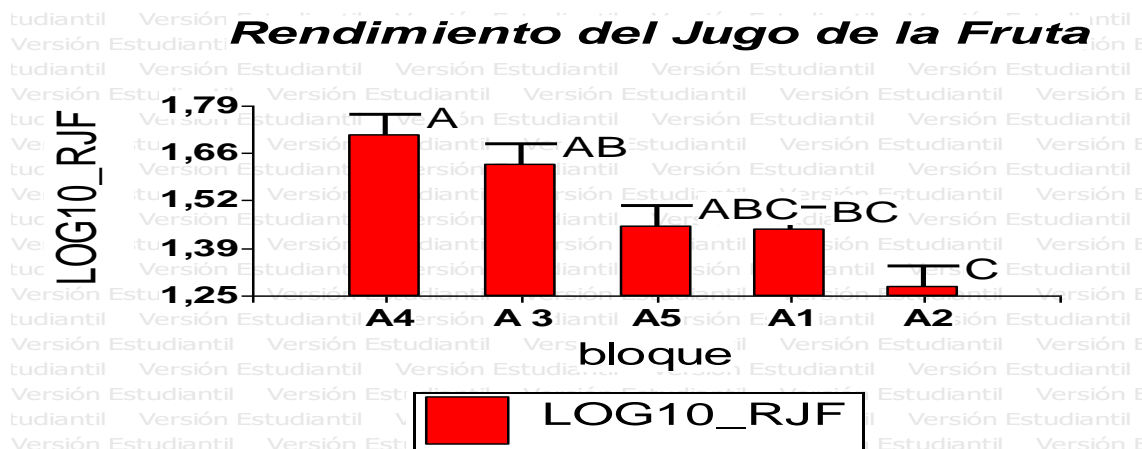


Fuente. Autoría propia

Efectivamente se comprueba que los tratamientos aplicados dentro de los bloques no presentan diferencias estadísticas significativas en cuanto al cuajado de flores. Aunque no hay diferencias podríamos sugerir numéricamente que hay una posibilidad de que el bloque A3 (cojinete + sulfocalcico + hidrolato de potasio) permita aumentar el rendimiento en términos de cuajado de flore respecto al bloque A5 o manejo convencional. Para confirmar le teoría es necesario hacer estudios complementarios por más tiempo para confirmar la eficiencia del tratamiento sobre la incidencia de numero de flores * inflorescencia.

Figura 24

Grafica de los resultados de la variable diámetro ecuatorial de la fruta LOG10_DEF



Fuente. Autoría propia

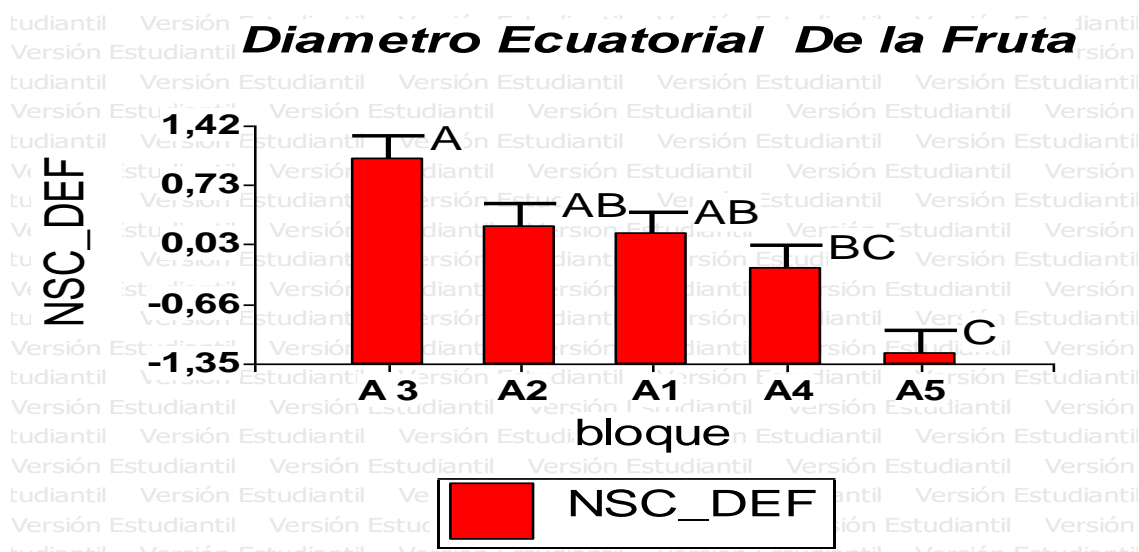
Efectivamente se comprueba que los tratamientos aplicados dentro de los bloques sí presentan diferencias estadísticas en cuanto al rendimiento del jugo de la fruta, según el Test de Tukey. El bloque A4, con una media de 1,70, presenta un rendimiento significativamente mayor en comparación con los demás bloques. El bloque A3, con una media de 1,62, también muestra un rendimiento alto, aunque no se diferencia significativamente del bloque A4, pero sí de los bloques A5, A1 y A2. Los bloques A5 y A1, con medias de 1,45 y 1,44 respectivamente, no

presentan diferencias significativas entre sí, pero sí se diferencian del bloque A2, que tiene la media más baja de 1,28.

De esta manera, se puede decir que el mejor tratamiento en cuanto al rendimiento del jugo de la fruta es el bloque A4 cojinete + sulfocalcico + hidrolato de potasio+ Supermangro+ quelato de calcio, seguido por el bloque A3 (cojinete + sulfocalcico + hidrolato de potasio), en comparación con el bloque A5 (testigo de manejo convencional).

Figura 25

Grafica de los resultados de la variable rendimiento jugo d la fruta NSC_RJF



Fuente. Autoría propia

La clasificación sugiere que hay una diferencia significativa en las medias del diámetro ecuatorial de la fruta según el Test de Tukey. El bloque A3, con una media de 1,04, presenta un diámetro ecuatorial significativamente mayor en comparación con los demás bloques. Los bloques A2 y A1, con medias de 0,25 y 0,16 respectivamente, son similares entre sí pero diferentes del bloque A4, que tiene una media de -0,24. El bloque A5, con una media de -1,23, presenta el menor diámetro ecuatorial y es significativamente diferente de los demás bloques.

De esta manera, se puede decir que el mejor tratamiento en cuanto al diámetro ecuatorial de la fruta es el aplicado en el bloque A3 (cojinete + sulfocalcico + hidrolato de potasio), mostrando un efecto significativamente mayor en comparación con los otros bloques en especial en contraste al bloque A5 de manejo convencional

Nota: Por lo tanto, los resultados obtenidos resaltan la importancia de los tratamientos aplicados en la variabilidad de las variables agronómicas en Villavieja, Huila. La capacidad de algunos bloques para demostrar diferencias significativas en parámetros como la temperatura, conductividad eléctrica del suelo y rendimiento del jugo de fruta sugiere que la implementación de métodos de manejo agrícola más innovadores puede tener un efecto positivo en la productividad agrícola de la región.

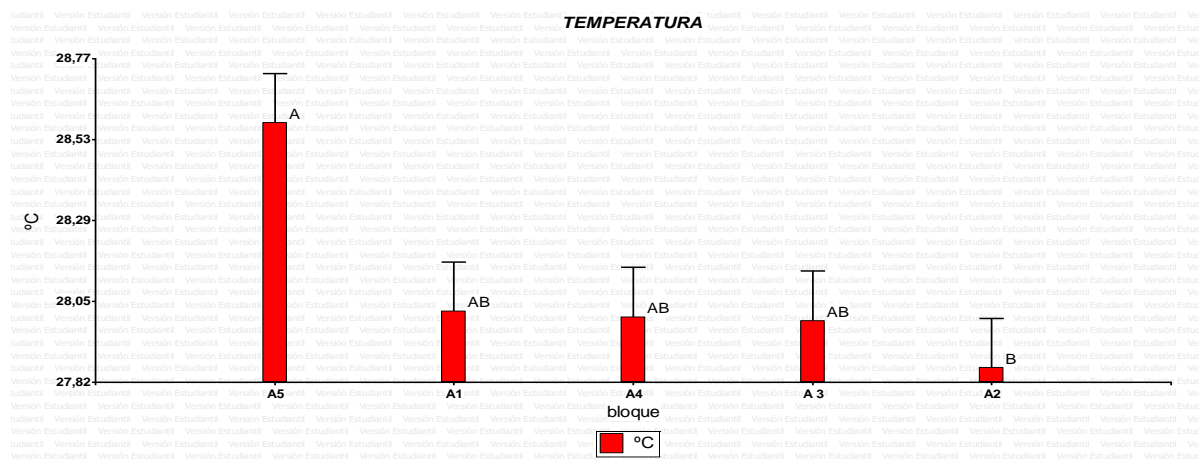
Además, la necesidad de realizar estudios a largo plazo es crucial para validar los efectos observados y determinar si las tendencias son sostenibles en el tiempo. Los hallazgos actuales proporcionan una base para futuras investigaciones y la posibilidad de desarrollar estrategias agrícolas que optimicen la producción, favoreciendo el uso de tratamientos más sostenibles que beneficien tanto a los productores como al medio ambiente.

Como afirmaron los autores de estudios previos sobre variabilidad agrícola, "la variabilidad en el rendimiento es un indicador clave de la efectividad de los tratamientos aplicados" (Martínez et al., 2020). Esto enfatiza la relevancia de los análisis estadísticos en la toma de decisiones informadas para la agricultura en contextos específicos.

Zona 4. Municipio De Aipe, Huila

Figura 26

Grafica de los resultados de la variable temperatura del suelo °C



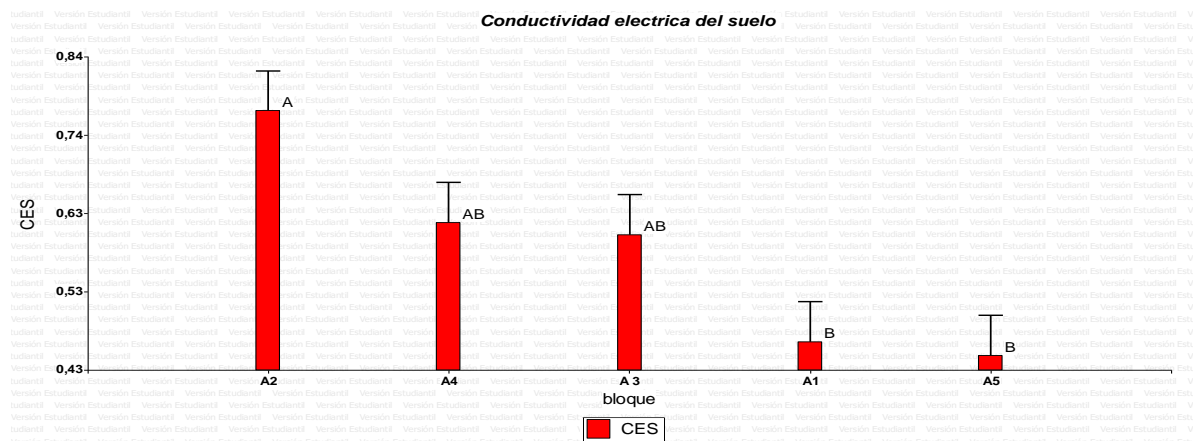
Fuente. Autoría propia

Efectivamente, se comprueba que los tratamientos aplicados dentro de los bloques presentan diferencias estadísticas. El bloque A5, con una media de 28.58, es completamente distinto al bloque A2, que tiene una media de 27.86. Los bloques A1, A4 y A3 muestran una similitud estadística, ya que no presentan diferencias significativas entre ellos.

Se puede concluir que el bloque A5 presenta la media más alta, mientras que el bloque A2 tiene la media más baja. Esto indica que los tratamientos aplicados sin cojinete en A5 resultaron en un incremento significativo de la temperatura en comparación con los otros bloques que si tienen cojinete.

Figura 27

Grafica de los resultados de la variable conductividad eléctrica del suelo CES



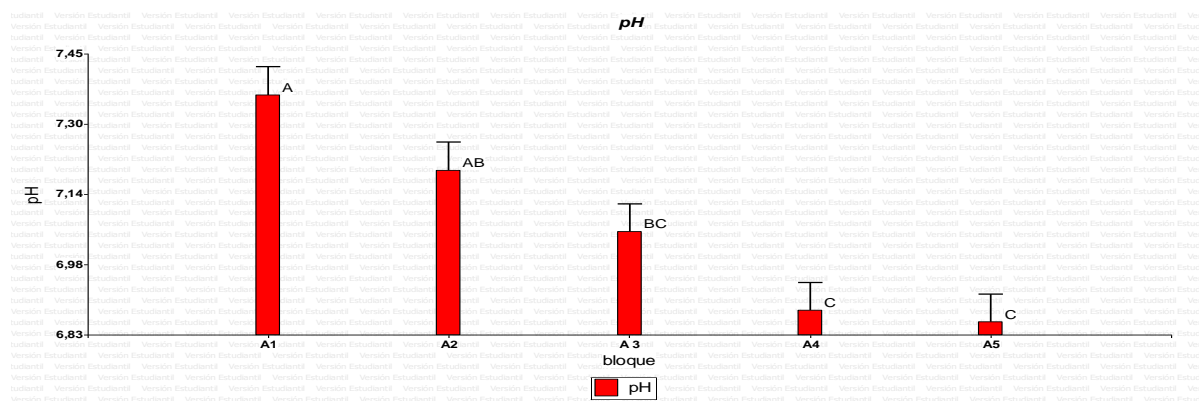
Fuente. Autoría propia

Efectivamente, se comprueba que los tratamientos aplicados dentro de los bloques presentan diferencias estadísticas significativas. El bloque A2, con una media de 0.77, es completamente distinto a los bloques A1 y A5, que tienen medias de 0.46 y 0.45 respectivamente siendo estadísticamente iguales. Los bloques A4 y A3, con medias de 0.62 y 0.61, muestran una similitud estadística, ya que no presentan diferencias significativas entre ellos.

Se puede concluir que el bloque A2 cojinete + supermagro + Hidrolato presenta la mejor conductividad eléctrica del suelo, mientras que el bloque A5 que es el testigo tiene la más baja. Esto indica que los tratamientos aplicados en A2 resultaron en un incremento significativo en comparación con los otros bloques.

Figura 28

Grafica de los resultados de la variable NSC pH del suelo



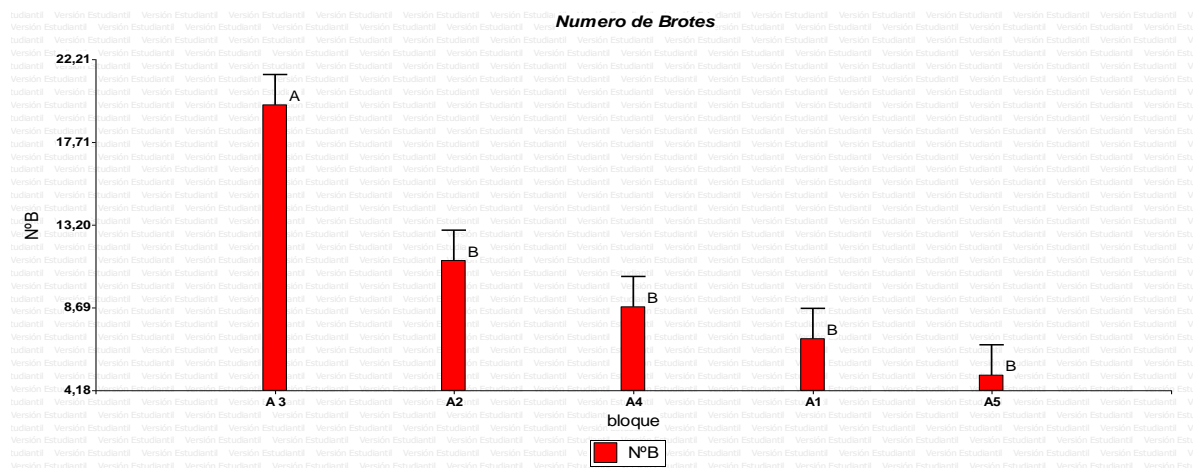
Fuente. Autoría propia

Se realizó una prueba de Tukey con un nivel de significancia de Alfa=0,05 para evaluar las diferencias estadísticas entre los tratamientos aplicados en los bloques. Los resultados indican que el bloque A1 presenta la media más alta de pH (7,36) y es significativamente diferente de los demás bloques. El bloque A2, con una media de pH de 7,19, no presenta diferencias significativas con A1, pero sí con A3, A4 y A5. El bloque A3, con una media de pH de 7,06, se encuentra en un grupo intermedio, mostrando similitud con A2 y diferencias con A4 y A5. Los bloques A4 y A5 tienen medias de pH de 6,88 y 6,85 respectivamente, y son significativamente diferentes de A1 y A2, pero similares entre sí.

Esto sugiere que los tratamientos con cojinete+ supermagro + quelato de calcio (A2) pueden generar un aumento en el pH del suelo, con respecto al manejo convencional (A5) no genero un aumento significativo en el pH. Los tratamientos que contienen sulfocálcico + hidrolato de potasio + supermagro (A2 y A3) mantienen una variación similar al bloque. El A4 tienen una similitud al A5= testigo.

Figura 29

Grafica de los resultados de la variable número de brotes N°B



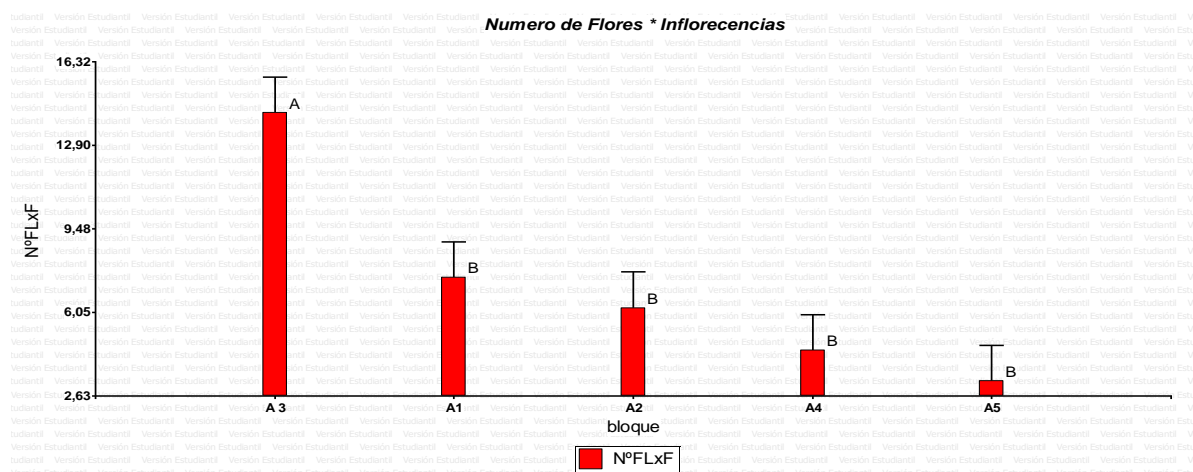
Fuente. Autoría propia

Se realizó una prueba de Tukey con un nivel de significancia de Alfa=0,05 para evaluar las diferencias estadísticas entre los tratamientos aplicados en los bloques. Los resultados indican que el bloque A3 presenta la media más alta (19,75) y es significativamente diferente de los demás bloques. Los bloques A2, A4, A1 y A5 tienen medias de 11,25, 8,75, 7,00 y 5,00 respectivamente, y no presentan diferencias significativas entre ellos.

Esto sugiere que el tratamiento aplicado en el bloque A3 cojinete + sulfocalcico + hidrolato de potasio tiene un efecto significativamente mayor en la variable medida en número de flores en comparación con los otros tratamientos, mientras que los tratamientos en los bloques A2, A4, A1 y A5 tienen efectos similares al A5 o el testigo.

Figura 30

Grafica de los resultados de la variable número de flores por inflorescencia N°FLx F



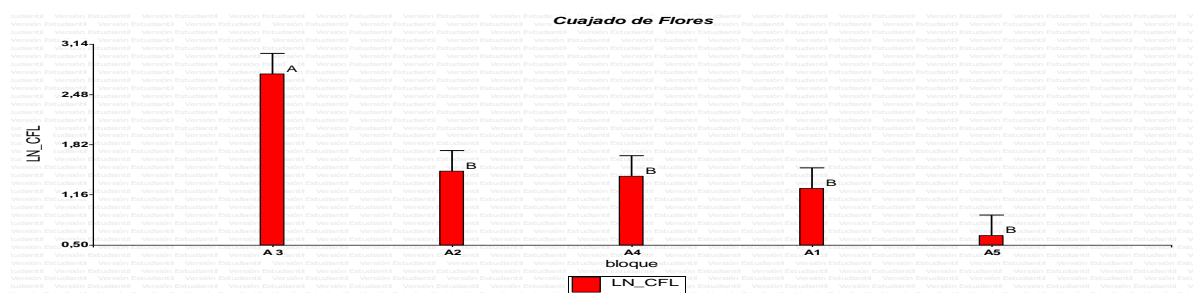
Fuente. Autoría propia

Se puede concluir que los tratamientos realizados en cada uno de los bloques si tienen diferencias estadísticas significativas. Podemos afirmar que el tratamiento que posiblemente puede aportar un mayor número de flores por inflorescencia es el aplicado en el bloque A 3. Este tratamiento, con una media de 14,25, se diferencia significativamente de los demás bloques (A1, A2, A4 y A5), que presentan medias de 7,50, 6,25, 4,50 y 3,25 estadísticamente iguales.

En resumen, aunque estadísticamente no hay diferencias significativas entre los bloques A1, A2, A4 y A5, el bloque A 3 cojinete + suLfoalcico + hodrolato de potasio muestra una tendencia a tener un mayor rendimiento en términos de flores por inflorescencia.

Figura 31

Grafica de los resultados de la variable cuajado de flores LN_CFL



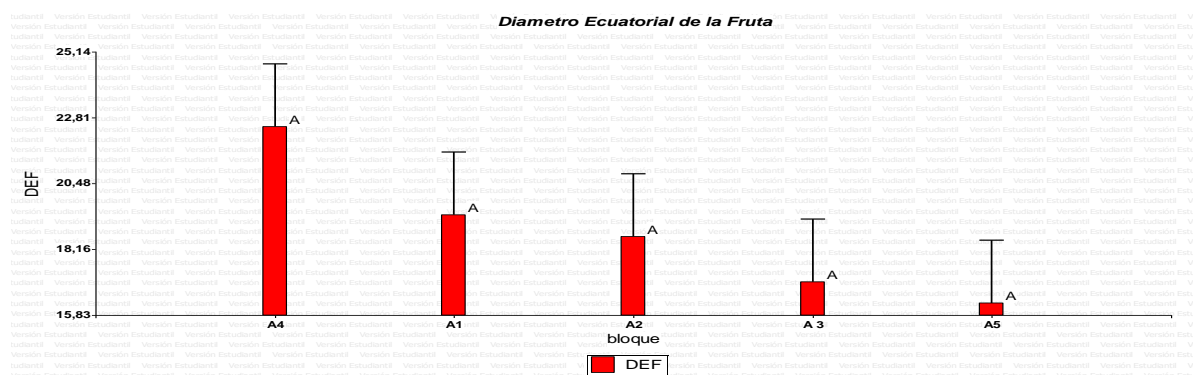
Fuente. Autoría propia

Efectivamente se comprueba que los tratamientos aplicados dentro de los bloques sí presentan diferencias estadísticas, donde el bloque A3 presenta una media significativamente mayor en el cuajado de flores en comparación con los demás bloques. Los bloques A2, A4, A1 y A5 presentan similitudes entre sí, sin diferencias significativas.

De esta manera, se puede decir que el mejor tratamiento en cuanto al cuajado de flores es el bloque A3 cojinete + sulfocalcico+ hidrolato de potasio, con respecto al bloque A5 testigo de manejo convencional.

Figura 32

Grafica de los resultados de la variable diámetro ecuatorial de la fruta DEF



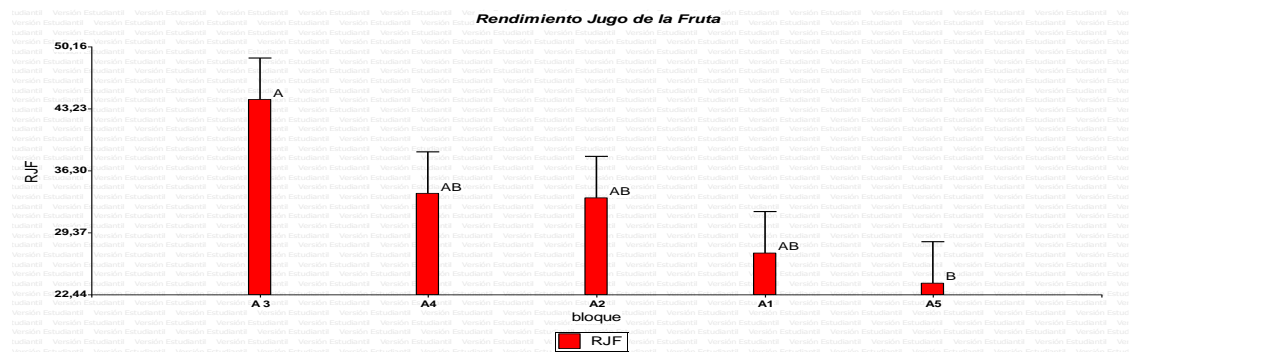
Fuente. Autoría propia

Se puede concluir que los tratamientos realizados en cada uno de los bloques no tienen diferencias estadísticas significativas en el diámetro ecuatorial de la fruta. Sin embargo, si revisamos los datos numéricamente, podemos afirmar que el tratamiento que posiblemente puede aportar un mayor diámetro ecuatorial de la fruta es el aplicado en el bloque A4, con una media de 22,50. En comparación, el bloque A5, con una media de 16,25, es el que menos aporta en crecimiento.

Aunque las diferencias no son estadísticamente significativas, estos resultados sugieren que el tratamiento en el bloque A4 cojinete + sulfocalcico + hidrolato de potasio + súpermagro + quelato de calcio, posiblemente podría ser más efectivo para aumentar el diámetro ecuatorial de la fruta. De esta manera se seguirá realizando un análisis a más largo plazo para evaluar resultados.

Figura 33

Grafica de los resultados de la variable rendimiento jugo de la fruta RJF



Fuente. Autoría propia

La clasificación sugiere que hay una diferencia significativa en las medias entre el bloque A3 y los otros bloques, mientras que los bloques A4, A2 y A1 son similares entre sí, pero diferentes del bloque A5. El mejor tratamiento es el aplicado en el bloque A3, que presenta la media más alta de rendimiento del jugo de la fruta (44,25 ml). Este tratamiento, que podría

corresponder a una combinación de cojinete + sulfocálcico + hidrolato de potasio, muestra un efecto significativamente mayor en comparación con los otros bloques.

De manera general, los resultados del análisis indican que el tratamiento aplicado en A3 (cojinete + sulfocálcico + hidrolato de potasio) generó mayores beneficios en varias variables clave, como el número de flores por inflorescencia, el cuajado de flores y el rendimiento del jugo de la fruta.

Estas mejoras sugieren que este tratamiento podría optimizar la productividad y la calidad del cultivo en comparación con otros métodos evaluados, incluido el tratamiento convencional (A5).

Según estudios previos, el uso de enmiendas orgánicas y bioestimulantes puede mejorar significativamente las propiedades fisicoquímicas del suelo, lo cual está correlacionado con un aumento en la productividad agrícola (Manayay Mendoza, 2021). Además, la aplicación de hidrolatos y biopreparados, como los utilizados en este estudio, ha demostrado efectos positivos en la regulación del pH y la mejora de la conductividad eléctrica del suelo, factores determinantes para el desarrollo óptimo de los cultivos (Ramos y Zúñiga, 2008; Cordero Jiménez, 2021).

En este sentido, los tratamientos en A3 no solo aumentaron el rendimiento de la producción de frutas, sino que también mostraron una tendencia a mejorar las condiciones del suelo, contribuyendo al desarrollo sostenible de la agricultura en la región. Estos hallazgos sugieren que la implementación de biopreparados podría ser una estrategia efectiva para optimizar la producción en áreas con condiciones edáficas similares, especialmente en el contexto de prácticas agrícolas sostenibles y con miras a la mejora de la calidad del producto (Cárdenas Palacios, 2022).

Discusión

Al analizar los resultados obtenidos, se evidenció que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos aplicados. Sin embargo, las condiciones climáticas fueron un factor crítico, ya que la región enfrentó un periodo de sequía de más de ocho meses durante la investigación. Este contexto permitió validar la efectividad del modelo de agricultura tropical propuesto por Asohofrucol, demostrando que este enfoque contribuye a la resiliencia y adaptabilidad de las plantas en condiciones adversas, particularmente en el cultivo de limón Tahití bajo estrés hídrico.

El uso de biopreparados como Supermagro, quelato de calcio, sulfocalcico y el Hidrolato de potasio se presentó como una alternativa viable para las plantas sometidas a estrés hídrico. Estos tratamientos promovieron la floración, el cuajado de frutos y un mayor rendimiento del jugo, coincidiendo con estudios previos que resaltan la importancia de un manejo orgánico en la mejora de la calidad de los frutos y la reducción de la dependencia de insumos químicos. Estas prácticas, además, fomentan la sostenibilidad del sistema agrícola y aumentan la resistencia al estrés hídrico, contribuyendo a la vitalidad y producción de las plantas.

La implementación de cojinetes para la cobertura del suelo se mostró eficaz para mantener la temperatura radicular dentro del rango adecuado. Cooper (1973) destaca que la temperatura ideal para la absorción de nutrientes y el crecimiento de las raíces es de 26 °C. En este estudio, se observó que los tratamientos con biopreparados se acercaron a este rango, mientras que el grupo de control registró temperaturas más elevadas, lo que podría afectar la absorción de nutrientes y el desarrollo del árbol.

En la zona de Paicol, el cojinete de cobertura demostró ser el tratamiento más eficaz para regular la temperatura del suelo, favoreciendo el desarrollo radicular y la actividad biológica

óptima en un rango de 25 °C a 30 °C (Zribi et al., 2011). Respecto al pH del suelo, los valores se mantuvieron en un rango favorable de 6.0 a 6.5, salvo en algunos bloques con pH inferiores a 5.0, lo que podría limitar la disponibilidad de nutrientes, conforme a Mejía Yepes (2020).

La conductividad eléctrica del suelo (CES) se mantuvo en niveles adecuados en algunos bloques, sin impacto significativo en el rendimiento. Según Alonso et al. (2022), la CES debe ser analizada junto con otros factores como la textura y el contenido de materia orgánica del suelo para interpretar su relevancia en el crecimiento de las plantas. Un rango óptimo de CES (0.3 - 1.0 dS/m) es esencial para el desarrollo saludable de los cultivos (Bosch Mayol et al., 2012).

Impacto en Variables Específicas:

Temperatura del suelo (°C)

Se puede comprobar que los cojinetes son esenciales para evitar la evapotranspiración del suelo ya que los que el Bloque A5 sin cojinetes presento mayores temperaturas y por ende más pérdida de agua en suelo.

Conductividad del suelo (CES)

Solo el Bloque A 2 registro mejoras en el aumento de la conductividad del suelo

pH del suelo

Los bloques A1, A2 Y A4 mostraron aumento en el pH del suelo

Número de Brotes (N°B)

El bloque A3 y A1 presentaron un número de brotes significativamente mayor, lo que evidencia la eficacia de los tratamientos en el estímulo del crecimiento vegetativo. Un mayor número de brotes puede correlacionarse con una mayor producción de flores y frutos, incrementando la rentabilidad (López et al., 2016).

Flores por Inflorescencia (N°FLxF)

El bloque A3 tuvo un rendimiento alto en flores por inflorescencia, un factor crucial para un mejor cuajado de frutas.

Cuajado de Flores

El bloque A3 sobresalió en el cuajado de flores, lo que sugiere que los tratamientos aplicados facilitaron la polinización y el desarrollo de frutos.

Rendimiento del Jugo (RJF)

El bloque A2, A4 Y A3 destacó en el rendimiento del jugo, reflejando la eficacia del manejo agronómico para mejorar la calidad de la fruta.

Diámetro Ecuatorial de la Fruta (DEF)

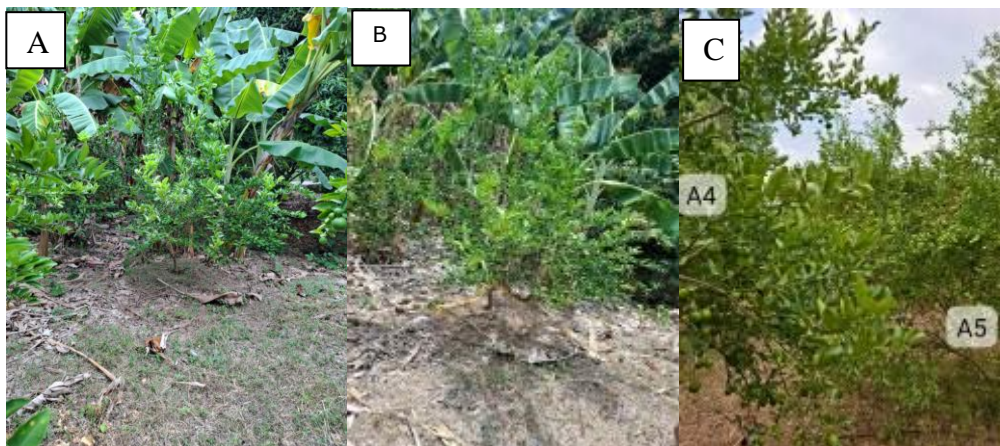
Solo el bloque A3 mostró la media más alta en fruta. Un mayor diámetro está asociado con un desarrollo óptimo y es bien valorado por los consumidores (Mejía Yepes, 2020).

Adicionalmente, se identificó de manera observacional ciertos cambios específicos en las áreas en estudio. En las zonas 3 y 4, donde los árboles se encontraban en etapas tempranas de crecimiento, el tratamiento con A1 mostró un efecto significativo, alcanzando un mayor desarrollo en altura y en el número de brotes (*ver Figura 3*).

Asimismo, en el tratamiento A3 se observó un incremento en el cuajado de flores. Aunque la diferencia no fue estadísticamente significativa, se evidenció que los frutos logrados en A3 se mantuvieron hasta la cosecha, con una menor tasa de caída, lo cual fue confirmado por los productores y trabajadores encargados de estas dos Fincas. Además, los árboles tratados mostraron un vigor notable, incluso bajo condiciones de marchitamiento inducido por la sequía, en comparación con los árboles de control, que presentaron síntomas más severos de estrés.

Figura 34

A: Árbol 4 del tratamiento A1 el 7 de julio del 2024; B: Árbol 4 del tratamiento A1 el 1 de octubre del 2024. C: Tratamiento A4 demuestra mejor vigorosidad que el testigo.



Fuente: Autoría propia.

En el caso de la zona 1, los árboles tratados evidenciaron una ligera reducción en el diámetro ecuatorial de los frutos, pero también se observó un aumento en el color y vigor de estos, con un mayor rendimiento de jugo. Esta mejora en calidad permitió que los frutos alcanzaran los estándares necesarios para la exportación. En contraste, los frutos del tratamiento control, aunque presentaron un mayor diámetro ecuatorial, se observó que estaban deshidratados y mostraban un bajo rendimiento en jugo, limitando su aptitud para la exportación. Finalmente, en las cuatro zonas no se evidenciaron incidencias de plagas o enfermedades.

Figura 35

Fruta recolectada para tomar muestras del diámetro ecuatorial de la fruta y zumo: zonas A) Paico, B) Yaguará. En la imagen A se expuso una mejoría en fruta de primera calidad, apta para exportación.



Fuente. Autoría propia.

Diversos estudios respaldan estos hallazgos. Investigaciones previas han demostrado que el uso de biofertilizantes mejora el vigor y resistencia de las plantas a condiciones adversas, aumentando el rendimiento de la fruta y mejorando la calidad del jugo, incluso en situaciones de sequía prolongada (De Biofertilizantes, 2011; Contreras, 2011).

En línea con Campos Hernández (2012), quien evaluó los efectos de los biofertilizantes en la producción de lechuga, este estudio respalda aún más la viabilidad de los biofertilizantes foliares para mejorar la resiliencia de las plantas en condiciones de estrés. Los biopreparados como el Quelato pueden influir significativamente en la calidad y el rendimiento de la fruta, particularmente en cultivos que enfrentan limitaciones ambientales, como se observó en esta investigación sobre la lima Tahití.

De acuerdo con Abobatta y El-Azazy (2020), el uso de biopreparados en cítricos favorece una mayor retención de agua en el suelo y un equilibrio nutricional más eficiente. Estos

compuestos, al incluir una mezcla balanceada de macro y micronutrientes, promueven la producción de frutos de mejor calidad y más resistentes a la deshidratación, factores clave en ambientes secos. Además, Almutairi et al. (2024) demostraron que los tratamientos orgánicos influyen positivamente en la pigmentación y tamaño de los frutos al optimizar la disponibilidad de nutrientes esenciales como el potasio y el calcio.

Estos elementos juegan un papel crucial en el desarrollo de color y concentración de sólidos solubles, atributos que aumentan la competitividad en los mercados de exportación. Asimismo, estos biofertilizantes fortalecen la resistencia de las plantas frente a plagas y enfermedades, reduciendo la dependencia de pesticidas y promoviendo una agricultura más sostenible.

Estos resultados sugieren que la aplicación de preparados específicos, como los utilizados en este estudio, no solo puede potenciar la resistencia de los árboles a condiciones de estrés hídrico, sino también mejorar la calidad y viabilidad de la fruta en mercados internacionales. La adaptación del manejo agronómico, incluyendo la utilización de tratamientos específicos en diferentes etapas de crecimiento y condiciones de cada zona, puede ser una herramienta crucial para optimizar la producción y sostenibilidad del cultivo de limón Tahití en regiones con alta incidencia de sequías prolongadas (Meza Tapia, 2022).

Comparación de Costos

Se realiza la comparación de costo entre el manejo convencional al manejo de agricultura tropical en el 2024.

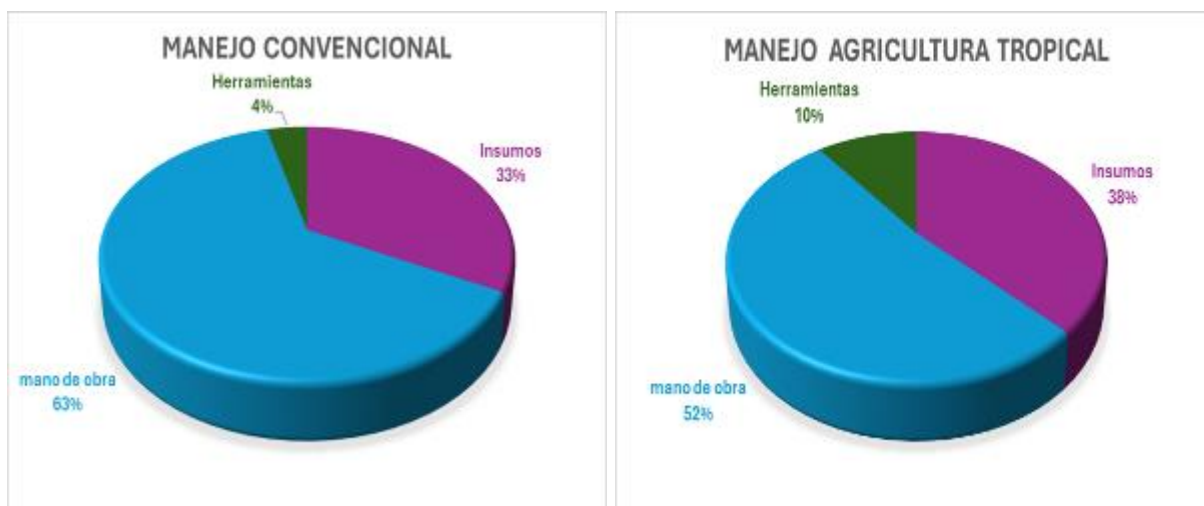
Tabla 4*Comparación de costos manejo convencional Vs manejo agricultura tropical*

Comparación de costos	Costos manejo convencional	%	Costos manejo tropical	%
Rendimiento de kilogramo x hectárea	6000		6000	
Ingreso estimado sin el costo	\$ 16,800,000		\$ 20,700,000	
Precio de venta esperado en kg de primera	\$ 2,800		\$ 3,450	
Utilidad respecto a la venta	-\$ 9,654,390		\$ 3,814,764	
% porcentaje de utilidad respecto a la venta		-57.47%		18.43%
Mano de obra	\$ 60,000		\$ 65,000	
% de utilidad deseada		-36%		23%
Valor total invertido en el cultivo	\$ 26,454,390		\$ 16,885,236	
Meses totales del calculo	49		31	
Costos de alistamiento	1mes		1meses	
Insumos	\$ 310,800	19%	\$ 310,800	19%
Mano de obra	\$ 840,000	51%	\$ 840,000	51%
Herramientas	\$ 500,000	30%	\$ 500,000	30%
	\$ 1,650,800		\$ 1,650,800	
Costos de siembra	24 meses		24 meses	
Insumos	\$ 5,660,100	41%	\$ 5,660,100	41%
Mano de obra	\$ 7,535,000	55%	\$ 7,535,000	55%
Herramientas	\$ 500,000	4%	\$ 500,000	4%
	\$ 13,695,100		\$ 13,695,100	
Costos de sostenimiento	24 meses		6 meses	
Insumos	\$ 2,688,490	24%	\$ 381,536	25%
Mano de obra	\$ 8,420,000	76%	\$ 420,000	27%
Herramientas	\$ -	0%	\$ 737,800	48%
	\$ 11,108,490		\$ 1,539,336	
Total, costos				
Insumos	\$ 8,659,390		\$ 6,352,436	
Mano de obra	\$ 16,795,000		\$ 8,795,000	
Herramientas	\$ 1,000,000		\$ 1,737,800	
TOTAL	\$ 26,454,390		\$ 16,885,236	

Nota. La tabla muestra que el manejo tropical es más rentable que el convencional, con mayores ingresos y una utilidad positiva frente a una pérdida en el convencional. *Fuente.* Autoras.

Figura 36

Comparación de costos de manejo convencional Vs manejo con agricultura Tropical.



Fuente. Autoría propia.

El manejo de agricultura tropical presenta un costo total significativamente menor, un 22% menos que el manejo convencional. El costo de insumos en el manejo de agricultura tropical es un 5% mayor que en el manejo convencional. El costo de herramientas en el manejo de agricultura tropical es un 6% mayor que en el manejo convencional. El manejo de agricultura tropical implica costos significativamente más altos en herramientas en comparación con el manejo convencional. El manejo de agricultura tropical requiere ligeramente un 11% menos en mano de obra en comparación con el método de manejo convencional.

En conclusión, El manejo de agricultura tropical muestra una reducción significativa en los costos totales, principalmente debido a la disminución de mano de obra. Sin embargo, hay un aumento en el costo de herramientas insumos a pesar de esto se sugiere que el manejo de agricultura tropical podría ser más eficiente en términos de costos laborales y de insumos, pero requiere una mayor inversión en herramientas.

Apoyo a Predio Exportador

En los resultados obtenidos, el apoyo a predios exportadores se destaca como un elemento fundamental para mejorar la competitividad y la calidad de los cultivos, aspectos claves para cumplir con los estándares internacionales exigidos por los mercados de exportación. La implementación de prácticas agrícolas innovadoras, como el uso de biofertilizantes y una adecuada gestión de los recursos, mostró un impacto positivo en la calidad de los frutos, particularmente en el rendimiento del jugo y la resistencia de las plantas frente al estrés hídrico. Esto demostró que, a pesar de las condiciones adversas de sequía prolongada, las fincas manejadas bajo estos enfoques pudieron producir frutos que cumplieran con los requerimientos de calidad para la exportación.

Figura 37

Acompañamiento al predio exportador evidencia.



Fuente. Autoría propia.

Uso de la Escala BBCH para el Análisis de los Estadios Fenológicos

Este enfoque permitió observar las variaciones en los tiempos de desarrollo entre las zonas, lo que podría ayudar a optimizar el manejo agrícola según las características específicas

de cada área. Los días de duración de cada estadio variaron entre las zonas, dependiendo de las condiciones climáticas:

Zona 1:

El ciclo completo del estadio fenológico en esta zona fue de 115 días las evaluaciones solo se dieron hasta el 40% de crecimiento de la fruta.

Zona 2:

En esta zona, los estadios fenológicos se extendieron durante 116.2 días las evaluaciones solo se dieron hasta el 40% de crecimiento de la fruta.

Zona 3:

En esta zona, los estadios fenológicos fueron más cortos, con un ciclo de 96 días.

Zona 4:

Finalmente, la zona 4 presentó un ciclo de 119,9 días.

Figura 38

Escala BBCH de los estadios fenológicos analizados en las cuatro zonas de estudio.



Fuente. Autoría propia

Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos en esta investigación, se concluye que, aunque no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos aplicados, las condiciones climáticas extremas, como la sequía prolongada, destacaron la importancia de implementar prácticas agrícolas que favorezcan la resiliencia de los cultivos. En este sentido, el modelo propuesto por Asohofrucol, combinado con el uso de biopreparados como Supermagro, Sulfocalcico, Quelato de Calcio y Hidrolato de Potasio, contribuyó significativamente a la adaptación de las plantas de limón Tahití al estrés hídrico. Estos tratamientos favorecieron la floración, el cuajado de frutos y mejoraron el rendimiento del jugo, lo que demuestra que los enfoques basados en biofertilizantes son no solo viables, sino también efectivos en condiciones de estrés hídrico prolongado. Además, contribuyen a reducir la dependencia de insumos químicos, lo que se alinea con los principios de sostenibilidad agrícola.

El uso de cojinetes para la cobertura del suelo resultó ser una estrategia eficaz para regular la temperatura radicular, favoreciendo el desarrollo óptimo de las raíces y mejorando la absorción de nutrientes. Esto subraya la importancia de implementar prácticas que optimicen las condiciones edáficas para mejorar la productividad del cultivo.

Los análisis fenológicos, realizados mediante la escala BBCH, revelaron que las variaciones climáticas regionales influyen directamente en la duración de los estadios fenológicos. Este hallazgo resalta la necesidad de adoptar un manejo agrícola flexible que considere las particularidades climáticas de cada zona, para maximizar la productividad y adaptar las prácticas a las condiciones locales.

En cuanto a la calidad de los frutos, aunque no se observaron diferencias significativas en el diámetro ecuatorial, los tratamientos aplicados contribuyeron de manera notable al rendimiento del jugo y la resistencia al estrés, lo cual es crucial para mejorar la competitividad en los mercados de exportación. Especialmente, los tratamientos incrementaron la calidad del jugo, favoreciendo su adecuación a los estándares internacionales, lo que resalta su potencial comercial.

Finalmente, el análisis de costos y la evaluación detallada de los estadios fenológicos refuerzan la viabilidad de implementar estos tratamientos dentro de una estrategia agrícola sostenible y rentable. Para futuras investigaciones, se recomienda ampliar el análisis hacia factores adicionales como el contenido de sólidos solubles, la resistencia a plagas y una evaluación económica más exhaustiva de los costos a largo plazo. Esto contribuirá a consolidar un manejo agronómico integral que potencie tanto la rentabilidad como la sostenibilidad del cultivo de limón Tahití, especialmente en regiones expuestas a eventos climáticos extremos.

Recomendaciones

Se recomienda continuar utilizando biopreparados como Supermagro, Sulfocalcico, Quelato de Calcio y Hidrolato de Potasio, especialmente en condiciones de estrés hídrico. Estos productos demostraron ser efectivos para mejorar la resiliencia de las plantas, lo que podría optimizar la producción en zonas con sequías prolongadas.

La implementación de cojinetes para cobertura del suelo mostró beneficios en la regulación de la temperatura radicular. Se sugiere seguir aplicando esta práctica y explorar alternativas de cobertura que sean más eficientes o de menor costo, particularmente en áreas con altas temperaturas.

Los resultados fenológicos indican que las condiciones climáticas regionales afectan directamente el ciclo de crecimiento. Se recomienda que los productores ajusten sus prácticas agronómicas según las características climáticas de cada zona para maximizar los rendimientos.

Aunque no hubo diferencias significativas en el diámetro de los frutos, se observó una mejora en la calidad del jugo y la resistencia al estrés. Se sugiere continuar evaluando estos aspectos y optimizar las condiciones para aumentar la competitividad en los mercados de exportación.

Se recomienda ampliar el monitoreo sobre el impacto ambiental de las prácticas utilizadas, especialmente en términos de la salud del suelo y la biodiversidad local. Esto contribuiría a fortalecer la sostenibilidad del cultivo de limón Tahití.

Es fundamental ofrecer programas de capacitación y acompañamiento técnico a los productores, enfocándose en el uso de biopreparados y el manejo eficiente de los recursos. Esto facilitará la adopción de las mejores prácticas y garantizará el éxito a largo plazo.

Referencias Bibliográficas

- Abobatta, W. F., & El-Azazy, A. M. (2020). Role of organic and biofertilizers in citrus orchards. *Aswan University Journal of Environmental Studies*, 1(1), 13-27.
https://journals.ekb.eg/article_124530.html
- Agronet, (2024). Estadísticas agrícolas. Área, Producción y Rendimiento Nacional por Cultivo del limón Tahití en el 2022.
<https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=1>
- Agustí, M., Zaragoza, S., Bleiholder, H., Buhr, L., Hack, H., Klose, R., & Staub, R. (1995). Escala BBCH para la descripción de los estadios fenológicos del desarrollo de los agrios (Gén. Citrus). *Levante Agrícola*, (332), 189-199.
<http://redivia.gva.es/handle/20.500.11939/7875>
- Almutairi, K. F., Sas-Paszt, L., & Mosa, W. F. (2024). The Role of Some Biostimulants in Improving the Productivity of Orange. *Sustainability*, 16(16), 7131.
<https://www.mdpi.com/2071-1050/16/16/7131>
- Alonso, S. J., Sainato, C. M., & Iseas, M. S. (2022). Modelado de la conductividad eléctrica aparente para mejorar la evaluación de propiedades de suelos agrícolas. *Ciencia del suelo*, 40(1), 81-91. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1850-20672022000100081&script=sci_arttext
- Barreneche Suárez, J. A., Delgado Villamizar, T. C., Pachón Ramírez, Y. P., & Soto Ayala, K. A. (2021). *Exportación del limón tahití colombiano hacia Alemania a través de la asociación de las pymes como una oportunidad de negocio* (Doctoral dissertation, Negocios Internacionales). <https://alejandria.poligran.edu.co/handle/10823/2914>

- Bosch Mayol, M., Costa, J. L., Cabria, F. N., & Aparicio, V. C. (2012). Relación entre la variabilidad espacial de la conductividad eléctrica y el contenido de sodio del suelo. *Ciencia del suelo*, 30(2), 95-105. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1850-20672012000200003&script=sci_arttext&tlng=pt
- Cabrera Campos, A., Guerra Bustillo, C. W., Herrera Villafranca, M., & Suris Campos, M. (2012). Métodos Estadísticos no Paramétricos y Transformaciones de Datos en Estudios de Poblaciones de Plagas Agrícolas. *Chilean journal of agricultural research*, 72(3), 440-443. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-58392012000300020&script=sci_arttext&tlng=pt
- Campos Hernández, J. P. (2012). Evaluación del efecto del uso de fertilizantes foliares con acción bioestimulante, sobre la producción y calidad de lechugas. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/116070>
- Cárdenas Palacios, J. (2022). Efectos de enmiendas orgánicas y bioestimulantes en los componentes de rendimiento forrajero de cebada dística (*Hordeum distichum* L.) en siembra tardía. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/10388>
- Contreras, R. G. (2011). Rizobacterias y hongos micorrizógenos arbusculares como alternativa biotecnológica para mejorar el vigor y sanidad de portainjertos de cítricos. <http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/handle/10521/545>
- Cooper, A. J. (1973). Root temperature and plant growth: a review. <https://authors.library.caltech.edu/records/vyk2r-hsq87>
- Cordero Jiménez, J. J. (2021). Estudio de las propiedades físicas del suelo y la respuesta productiva del arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) frente a la aplicación de enmiendas orgánicas. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/200576>

- De Biofertilizantes, U. Y. A. (2011). *Ecibid Q* (Doctoral Dissertation, Centro De Investigación En Química Aplicada). <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1025/401>
- Flores Torres, C. R. (2012). *Efectos de bioestimulantes para sistemas orgánicos y sustentables en limón 'Tahití' (Citrus latifolia Tanaka)* (Doctoral dissertation).
- Lugo Palacios, A. D. (2023). *Efecto de abonos orgánicos foliares en avena forrajera variedad Cuauhtémoc* (Doctoral dissertation, Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Agricultura y Zootecnia, División de Estudios de Posgrado.).
<http://repositorio.ujed.mx/jspui/handle/123456789/193>
- Manayay Mendoza, D. (2021). Efecto de la aplicación de un bioestimulante sobre las propiedades físico-químicas de suelos con diferente textura y salinidad.
<https://riunet.upv.es/handle/10251/174953>
- Mejía Yepes, V. (2020). *Manejo de cultivo orgánico de Limón Tahití Finca Alto de La Mesa* (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Lasallista).
<https://repository.unilasallista.edu.co/items/4a1a79e7-71a7-441c-9d20-6df58729fd94>
- Meza Tapia, P. J. (2023). Estudio sobre el uso de biofertilizantes para el desarrollo del cultivo de Limón Tahití en la vereda Palogordo del municipio de Girón Santander, Colombia.
<http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/13902>
- Solano Caro, A. J. (2023). Establecimiento de una parcela demostrativa de Limón Tahití (Citrus latifolia Tanaka), usando herramientas participativas en la Institución Educativa Colegio Las Flores del municipio de Landázuri, Santander.
<http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/8818>
- van Dam, J., Junginger, M., & Faaij, A. P. (2010). From the global efforts on certification of bioenergy towards an integrated approach based on sustainable land use

planning. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(9), 2445-2472.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032110001905>

Zribi, W., Faci González, J. M., & Aragiés Lafarga, R. (2011). Efectos del acolchado sobre la humedad, temperatura, estructura y salinidad de suelos agrícolas. <https://citarea.cita-aragon.es/handle/10532/1796>

Anexos



ASOCIACION		ASOCIACION		ASOCIACION	
ASOCIACION		ASOCIACION		ASOCIACION	
Nombre	IDENTIFICACION	AREA (HECTAS)	COORDENADAS ELECTRONICAS	TELÉFONO	FECHA
...



18 sep. 2024 10:27:40 p. m.
Via sin nombre
Paicol
Huila
Altitud: 94.3 m
Velocidad: 0.6 km/h



18 sep. 2024 0:40:53 a. m.
Via sin nombre
Paicol
Huila
Altitud: 774.3 m
Velocidad: 0.6 km/h



