

**Implementación del biofertilizante líquido (súper magro) en el cultivo de aguacate Hass
(*Persea americana*) en la finca el triunfo vereda la florida en el municipio de El Pital Huila**

Harol Yalier Vega Liscano

Asesor:

Luis Santiago Polo

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente – ECAPMA

Agronomía

2024

Dedicatoria

El presente trabajo va dedicado principalmente a Dios, como autor de cada una de las acciones que, realizado, dueño de la sabiduría, salud y grandes bendiciones, de las cuales me han permitido culminar satisfactoriamente mis metas propuestas; a mis padres por el apoyo incondicional que me han brindado a lo largo de mi carrera, siendo mi motor e impulso en cada uno de los obstáculos que se me han presentado; como también quiero dedicarlo a mis abuelos que fueron una fuente de inspiración, que aunque no estén presentes siempre recordare todos y cada uno de los consejos y enseñanzas brindadas en el trascurso de mi vida.

Agradecimientos

Primeramente, doy gracias a Dios por permitirme culminar cada una de las metas propuestas dentro de la universidad; a mis padres y demás familiares que siempre me han brindado su apoyo incondicional para cumplir mis objetivos personales y académicos. Como también a cada uno de los docentes que hicieron parte de mi formación integral, que da como resultado la graduación como profesional, en donde perdurarán conocimientos y desarrollos investigativos que estarán presentes en cada uno de los pasos que daré.

Finalmente agradezco a quien leer cada uno de los apartados que componen mi tesis, por permitir que mis experiencias e investigaciones lleguen y aporten en cada una de las indagaciones se den al respecto.

Nota de aceptación

Firma del presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Pitalito, abril del 2024

Resumen

Se buscó evaluar la aplicación del biopreparado super magro, en el cultivo de aguacate Hass, implementado en la finca el Triunfo de la vereda la Florida, municipio El Pital - Huila, desde el año 2020 al 2023, buscando como alternativa reducir costos por insumos, mantener las cargas nutricionales del cultivo aportando materia orgánica para la recuperación de los suelos. Este proyecto incluyó la preparación del biofertilizante, su aplicación y la evaluación del rendimiento del cultivo frente a un testigo. Los resultados mostraron una variación significativa en la producción de aguacates Hass en relación con los diferentes calibres a lo largo de los años evaluados. En todos los años evaluados, el grupo tratado con supermagro superó al grupo testigo en términos de producción. Sin embargo, la aplicación del Supermagro también presenta desafíos, como su elaboración laboriosa y la necesidad de precauciones especiales para evitar efectos negativos. Se destaca la importancia de seguir prácticas de manejo adecuadas para evitar riesgos de contaminación ambiental y del cultivo. Este estudio proporciona información valiosa para mejorar la sostenibilidad y rentabilidad del cultivo de aguacate Hass en el Huila, contribuyendo al desarrollo económico y social de la región.

Palabras Clave: Biofertilizante, Norma, Orgánico, Manejo de suelos, Medio ambiente.

Abstract

The aim was to evaluate the application of the super-lean biopreparation in the Hass avocado crop, implemented on the El Triunfo farm in the La Florida area, El Pital municipality - Huila, from 2020 to 2023, seeking as an alternative to reduce input costs, maintain the nutritional loads of the crop by providing organic matter for soil recovery. This project included the preparation of the biofertilizer, its application and the evaluation of the crop performance compared to a control. The results showed a significant variation in the production of Hass avocados in relation to the different sizes throughout the years evaluated. In all the years evaluated, the group treated with super-lean surpassed the control group in terms of production. However, the application of Super-lean also presents challenges, such as its laborious preparation and the need for special precautions to avoid negative effects. The importance of following appropriate management practices to avoid risks of environmental and crop contamination is highlighted. This study provides valuable information to improve the sustainability and profitability of Hass avocado cultivation in Huila, contributing to the economic and social development of the region.

Keywords: Biofertilizer, Standard, Organic, Soil management, Environment.

Tabla de Contenido

Introducción	13
Planteamiento del Problema	14
Justificación	16
Objetivos	19
Objetivo General	19
Objetivos Específicos	19
Marco Teórico.....	20
Transformación del sector Agropecuario.....	20
Agricultura en Colombia se Adapta a problemática por Cambio Climático	21
Fertilización Orgánica Como Modelo de Producción y Aporte al Cambio Climático	22
Aguacate Hass en Colombia	23
Morfología del Aguacate.....	24
Requerimientos del Cultivo de Aguacate Hass	25
Clima	25
Suelo	25
Riego.....	26
Fertilización.....	26
Poda.....	26
Control de plagas y enfermedades.....	26
Importancia del Bioinsumo Supermagro	27
Marco Referencial.....	29
Marco Conceptual.....	31

Marco Contextual.....	33
Metodología	35
Preparación del Biofertilizante Supermagro	37
Instalación tanque biodigestor para preparación de biofertilizante Supermagro	38
Elaboración de Biofertilizante Supermagro	39
Aplicación	40
Análisis de información	41
Resultados	42
Resultado de Análisis de Suelos	42
Efecto de implementación del Super Magro en cultivo de aguacate Hass (<i>Persea americana</i>), finca el Triunfo vereda La Florida, El Pital - Huila.	42
Resultados tratamiento 1 (biofertilizante supermagro)	43
Resultados Testigo (control).....	54
Comparación tratamientos.....	60
Ventajas y desventajas del uso de Super Magro en Aguacate Hass (<i>Persea americana</i>), finca el Triunfo La Florida, del municipio El Pital – Huila	63
Ventajas uso Supermagro	63
Desventajas uso Supermagro.....	66
Discusión.....	68
Conclusiones	71
Recomendaciones	73
Referencias.....	74
Apéndices.....	78

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Variable de evaluación rendimiento de aguacate Hass con implementación de biofertilizante Supermagro</i>	36
Tabla 2 <i>Ingredientes básicos preparación biofertilizante Supermagro.....</i>	37
Tabla 3 <i>Lista de minerales para preparación de biofertilizante Supermagro.....</i>	37
Tabla 4 <i>Lista de ingredientes suplementarios para preparación de biofertilizante Supermagro</i>	38
Tabla 5 <i>Descripción diseño estadístico completamente al azar (DCA)</i>	41
Tabla 6 <i>Resultado tratamiento 1 cultivo de aguacate – periodo 2020</i>	43
Tabla 7 <i>Resultado tratamiento 1 cultivo de aguacate – periodo 2021</i>	45
Tabla 8 <i>Resultado tratamiento 1 cultivo de aguacate – periodo 2022</i>	48
Tabla 9 <i>Resultado tratamiento 1 cultivo de aguacate – periodo 2023</i>	51
Tabla 10 <i>Resultado testigo cultivo de aguacate – periodo 2020</i>	55
Tabla 11 <i>Resultado testigo cultivo de aguacate – periodo 2021</i>	56
Tabla 12 <i>Resultado testigo cultivo de aguacate – periodo 2022</i>	57
Tabla 13 <i>Resultado testigo cultivo de aguacate – periodo 2023</i>	59
Tabla 14 <i>Comparación de tratamientos.....</i>	60
Tabla 15 <i>Pruebas de normalidad.....</i>	62

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Mapa Geográfico Departamento del Huila</i>	33
Figura 2 <i>Mapa geográfico municipio El Pital, Vereda La Florida</i>	34
Figura 3 <i>Tanque biodigestor con válvula de alivio</i>	39
Figura 4 <i>Clasificación Aguacate Hass por calibre - Año 2020</i>	43
Figura 5 <i>Identificación de Peso Aguacate Hass por calibre - año 2020</i>	44
Figura 6 <i>Porcentaje de participación por calibre - año 2020</i>	45
Figura 7 <i>Clasificación Aguacate Hass por calibre - Año 2021</i>	46
Figura 8 <i>Identificación de Peso Aguacate Hass por calibre - año 2021</i>	47
Figura 9 <i>Porcentaje de participación por calibre - año 2021</i>	48
Figura 10 <i>Clasificación Aguacate Hass por calibre - Año 2022</i>	49
Figura 11 <i>Identificación de Peso Aguacate Hass por calibre - año 2022</i>	50
Figura 12 <i>Porcentaje de participación por calibre - año 2022</i>	51
Figura 13 <i>Clasificación Aguacate Hass por calibre - Año 2023</i>	52
Figura 14 <i>Identificación de Peso Aguacate Hass por calibre - año 2023</i>	53
Figura 15 <i>Porcentaje de participación por calibre - año 2023</i>	54
Figura 16 <i>Resultado producción kilogramos por calibre, testigo - 2020</i>	55
Figura 17 <i>Resultado producción kilogramos por calibre, testigo - 2021</i>	56
Figura 18 <i>Resultado producción kilogramos por calibre, testigo - 2022</i>	57
Figura 19 <i>Resultado producción kilogramos por calibre, testigo - 2023</i>	59
Figura 20 <i>Comparación de producción (kg) por tratamiento</i>	60
Figura 21 <i>Resultado prueba U de Mann Whitney</i>	63
Figura 22 <i>Producto de aguacate sin defectos en labor de cosecha – Finca El Triunfo</i>	64

Figura 23 <i>Árbol de aguacate libre de ataque o presencia de plagas</i>	65
---	----

Lista de Apéndices

Apéndice A	<i>Resultado laboratorio fisicoquímico muestra de biofertilizante Supermagro</i>	78
Apéndice B	<i>Análisis de Suelos Cultivo Aguacate Hass, finca El Triunfo, El Pital - Huila.....</i>	79
Apéndice C	<i>Cultivo de Aguacate Hass en producción finca El Triunfo, El Pital - Huila.....</i>	80
Apéndice D	<i>Canasta con frutos de Aguacate Hass finca El Triunfo, El Pital - Huila</i>	81
Apéndice E	<i>Pesaje de Fruto de Aguacate Hass finca El Triunfo, El Pital – Huila</i>	83
Apéndice F	<i>Fruto de aguacate Hass en etapa de maduración.....</i>	83

Introducción

El cultivo del aguacate Hass (*Persea americana*) en Colombia, específicamente en el departamento del Huila, representa un sector de vital importancia en la economía agrícola nacional. Aunque la región cuenta con condiciones favorables para su desarrollo, enfrenta desafíos significativos que limitan su productividad y calidad en comparación con otras áreas del país.

La baja productividad del aguacate en el Huila se ha convertido en un tema de preocupación, especialmente considerando su potencial productivo en un entorno propicio para su cultivo. Factores como los altos costos en insumos para la producción y la falta de prácticas innovadoras y amigables con el medio ambiente agravan la situación.

Esta problemática no solo afecta la rentabilidad de los productores, sino también la competitividad del aguacate Hass cultivado en la región, especialmente en municipios como El Pital, que juega un papel fundamental como proveedor de frutas para el mercado nacional.

Con el objetivo de contribuir a estos desafíos y mejorar la productividad del cultivo de aguacate Hass en la finca El Triunfo, ubicada en la vereda La Florida del municipio de El Pital, se plantea la implementación del biofertilizante líquido SuperMagro. Esta investigación busca evaluar el impacto de dicho biofertilizante en el rendimiento, así como identificar sus ventajas y desventajas en este contexto específico. Los hallazgos de este estudio no solo contribuirán al conocimiento científico en el campo de la agricultura, sino que también ofrecerán recomendaciones prácticas para mejorar la sostenibilidad y rentabilidad del cultivo de aguacate Hass en el departamento del Huila, impulsando así el desarrollo económico y social de la región.

Planteamiento del Problema

En Colombia, el área sembrada de aguacate Hass en los principales departamentos productores es de aproximadamente 33,500 hectáreas, ubicadas en el Eje Cafetero, Tolima, Antioquia, Huila, Cauca y Valle del Cauca (ICA, 2023). A pesar de las condiciones favorables para el cultivo de aguacate Hass en el departamento del Huila, la productividad en esta región es muy baja en comparación con otras zonas del país. Según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2021), la producción en el Huila fue de 29,225 toneladas con un rendimiento por hectárea de 10 toneladas. Esta cifra es significativa, ubicándose entre los dos primeros departamentos con mayor producción, como son Antioquia y Caldas, que tuvieron una producción de 155,278 y 108,014 toneladas respectivamente, con rendimientos de 8 y 11 toneladas por hectárea.

Entre las principales dificultades en la producción de aguacate en el Huila se encuentra la informalidad. Algunas exportadoras han sido señaladas por no cumplir con sus obligaciones, comercializando frutas de terrenos que no cumplen con los requisitos exigidos, lo cual podría resultar en sanciones y bloqueos comerciales (Rojas, 2023). De acuerdo con Cuervo (2012), el aguacate se considera un producto exportable con potencial, pero su exportación depende de superar ciertas limitaciones, como obtener la admisibilidad en el mercado de Estados Unidos, desarrollar un sistema de trazabilidad para acceder a la Unión Europea y transferir la tecnología necesaria para cultivar las variedades aptas para la exportación.

En el Huila, actualmente hay 37 municipios que producen aguacate, siendo las tierras del sur del departamento las más adecuadas para su cultivo. En la región se han plantado más de 130,000 árboles de aguacate Hass, especialmente en los municipios de Pitalito, Garzón, Gigante, Tarqui, El Agrado, Guadalupe y El Pital. Esta actividad agrícola ha ganado impulso, ya que en

todo el departamento hay aproximadamente 500 hectáreas dedicadas al cultivo de aguacate (Monje, 2021).

Julio César Duarte Bautista, coordinador Departamental Asohofrucol Huila, menciona que el mercado internacional al que le apunta el Huila con el aguacate Hass tiene requerimientos de calidad en términos de homogeneidad, volúmenes y continuidad de oferta, lo que obliga a adoptar y adaptar una tecnología basada en la agricultura tropical para asegurar un producto sano, competitivo e inocuo para los mercados cada vez más exigentes (Monje, 2021).

En el municipio de El Pital, la actividad agrícola y económica en las últimas décadas ha presentado una problemática significativa relacionada con el uso indiscriminado de agroquímicos por parte de los agricultores para garantizar la producción, lo que resulta perjudicial tanto para el sector aguacatero como para la ecología y el medio ambiente en general. Para (Cáceres, 2018) citado de Gutiérrez & Orrego (2023), “Los agroquímicos, sustancias elaboradas a partir de varios componentes, son comúnmente utilizados por los productores agrícolas para minimizar el daño de sus cultivos antes, durante y después de las cosechas” (p 3). Aunque son efectivos en el control de plagas y en el crecimiento de las arvenses, lamentablemente están causando un impacto ambiental negativo. La falta de elementos nutritivos adecuados hace que el crecimiento de los cultivos sea muy lento, en algunos casos, imposible. Para superar estos problemas y aplicar los agroquímicos con óptimos resultados, es necesario modificarlos y orientarlos hacia el mejoramiento y crecimiento del cultivo. Por ello, el uso de bioinsumos ha sido una alternativa decisiva, especialmente en cultivos destinados a la seguridad alimentaria

Justificación

En Colombia el aguacate actualmente se exporta a países como China, Japón, Países Bajos, España, Reino Unido, Estados Unidos y Francia. En el año 2023 se exportó más de 120 mil toneladas de aguacate Hass a más de 30 países. Por lo que actualmente según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de la mano con el ICA, ya se han certificado 3.615 predios con registro ICA pertenecientes a pequeños y medianos productores. Los departamentos en donde se ha dado dichas certificaciones son Antioquia, Caldas, Huila, Quindío, Tolima y Valle del Cauca (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2024)

De acuerdo con Corpoica en su estudio realizado en el año 2012, el departamento del Huila cuenta con un buen potencial para la expansión de las áreas sembradas con aguacate Hass, por encima de departamentos como Antioquia, Tolima, Quindío, Risaralda y Caldas, en los que se registran alrededor de 21.849 hectáreas con capacidad para sembrar aguacate (ICA, 2018).

Sin embargo, para efectuar las exportaciones los productores deben de cumplir con las exigencias del mercado como suele ser la certificación sanitaria, con buenas prácticas agrícolas que fomentan la calidad y prácticas de agricultura sostenible, donde se tiene en cuenta la producción sin el uso de insumos químicos siendo reemplazados por bio-insumos que promueven un modelo agrícola libre de contaminantes tanto para el producto como para los recursos naturales (Sánchez et al., 2018).

Es posible destacar el biofertilizante líquido Supermagro de origen orgánico, que se puede obtener mediante fermentación anaeróbica, es rico en macro y micronutrientes, ácidos húmicos y fúlvicos, y microorganismos benéficos. Se caracteriza por su alto contenido de nitrógeno, fósforo y potasio, esenciales para el crecimiento y desarrollo del aguacate Hass. Los beneficios del uso de Súper Magro, ayuda a mejora la fertilidad del suelo: Aporta nutrientes

esenciales para el aguacate, mejorando la estructura y la calidad del suelo (Benavides & Tulcan, 2015).

Además, el biofertilizante Supermagro promueve el crecimiento radicular, fortalece el sistema radicular del árbol, permitiendo una mejor absorción de agua y nutrientes, así estimula el crecimiento vegetativo, Favorece el desarrollo de hojas y ramas, aumentando la producción de fotosíntesis. También mejora la calidad de la fruta, al aumentar el tamaño, la coloración y el sabor del aguacate. Fortalece las defensas naturales, reduce la susceptibilidad del árbol a plagas y enfermedades. Estimula la actividad microbiana, incrementa la población de microorganismos benéficos en el suelo, es un producto sostenible, no contamina el medio ambiente y es seguro para las personas y los animales (Benavides & Tulcan, 2015).

Es así como el presente proyecto se enfoca en la experiencia adquirida en el cultivo de aguacate Hass, y en la implementación del supermagro como biofertilizante líquido, destinado a ser un nutriente vegetal durante todas las etapas de crecimiento del cultivo de aguacate Hass, para ser implementado en el municipio del Pital, finca El Triunfo, que cuenta con las condiciones agroecológicas aptas para el cultivo de Aguacate Hass, lo que abre una puerta a la diversificación de la producción en la zona y una gran oportunidad para mejorar las condiciones socioeconómicas de sus pobladores debido a que este producto puede mejorar la rentabilidad del cultivo y la economía del bolsillo de los productores, ya que este se compone de insumos de fácil acceso al productor (Gobernación del Huila, 2018).

El biofertilizante Supermagro está compuesto por estiércol fresco de vaca, melaza o piloncillo, suero de leche o leche bronca, ceniza vegetal y agua natural, y puede incluir levaduras, material vegetal verde, harina de roca o minerales como Zn, Mg, Cb, B, Cu, Ca, Mn, Na y Fe según la disponibilidad. La función de cada ingrediente en la preparación de este

bioinsumo es mejorar la sinergia de la fermentación y proporcionar nutrientes disponibles para el cultivo. Por ejemplo, el estiércol fresco de vaca aporta lignina, hemicelulosa y microorganismos, así como cantidades menores de azúcares, proteínas y almidones (INIFAP, 2020).

La melaza suministra carbohidratos que actúan como energía para activar el metabolismo microbiológico. La leche o suero de leche enriquece la mezcla con proteínas, grasas, carbohidratos, vitaminas y aminoácidos esenciales para la fermentación. Las materias vegetales verdes y los minerales son transformados por los microorganismos y las condiciones de fermentación. La adición de levaduras aumenta la diversidad del ecosistema y acelera la fermentación en el tanque biodigestor (INIFAP, 2020).

De esta manera, el presente proyecto busca contribuir al objetivo de la línea de investigación “Desarrollo Rural”, al centrarse en el desarrollo rural en sus dimensiones productiva, económica, empresarial, social, cultural, política y ambiental, para generar nuevo conocimiento y ampliar la información disponible para los actores sociales y los agentes de desarrollo rural. Con el último propósito de mejorar el bienestar de la población rural colombiana y estructurar la producción agropecuaria como una actividad competitiva y sostenible, en consonancia con los principios de equidad social (UNAD, 2014).

Objetivos

Objetivo General

Mejorar la productividad y la calidad del cultivo de aguacate Hass (*Persea americana*), mediante la implementación del biofertilizante líquido Súper Magro, en la finca el triunfo vereda la florida en el municipio de El Pital Huila.

Objetivos Específicos

Evaluar el efecto de la implementación del super magro en el cultivo de aguacate hass (*Persea americana*), en la finca el triunfo vereda la florida en el municipio de El Pital Huila.

Identificar las ventajas y desventajas del super magro en el cultivo de aguacate hass (*Persea americana*), en la finca el triunfo vereda la florida en el municipio de El Pital Huila.

Marco Teórico

Transformación del sector Agropecuario

El sector agropecuario colombiano ha sido objeto de un complejo y dinámico proceso de transformación a lo largo de décadas, marcado por políticas gubernamentales, ajustes estructurales y cambios en el contexto económico nacional e internacional. Desde las políticas de protección a la producción nacional en la década de 1950 hasta la apertura económica en los años 90, el sector ha experimentado una serie de cambios significativos que han moldeado su configuración actual (Balcázar, 2023).

En primer lugar, es fundamental reconocer el papel de las políticas de protección a la producción nacional, implementadas con el objetivo de promover la industrialización y el crecimiento económico. Estas políticas dieron lugar a la segmentación del sector agropecuario en diferentes grupos de producción, desde cultivos transitorios importables hasta cultivos permanentes con vocación exportadora y productos no transables. Cada segmento respondió a incentivos y condiciones específicas creadas por las políticas gubernamentales de la época, lo que generó una diversificación en la agricultura colombiana (Balcázar, 2023).

Sin embargo, con la llegada de la apertura económica en la década de los 90, el sector agropecuario enfrentó nuevos desafíos. El proceso de ajuste estructural provocó cambios en los patrones de producción y uso de recursos, con una disminución de algunos cultivos y un aumento en otros, como respuesta a la competencia internacional y las fluctuaciones en los precios relativos de los productos agropecuarios. Este ajuste estructural también ha tenido implicaciones en la distribución de ingresos y el orden social en el campo colombiano. Se observa una concentración de la propiedad rural y una disminución en la participación del sector

agropecuario en el Producto Interno Bruto total del país, lo que sugiere la existencia de posibles fallas estructurales que afectan la productividad y el desarrollo del sector (Balcázar, A. 2023).

A pesar de estos desafíos, el sector agropecuario colombiano ha demostrado resiliencia y capacidad de adaptación. La aceleración de la productividad agrícola y el desarrollo de un perfil exportador con productos de mayor valor agregado ofrecen perspectivas positivas para el futuro. Además, la modernización de los sistemas de comercialización y el crecimiento de ciertos sectores, como la avicultura y la producción de frutas y hortalizas, señalan oportunidades para profundizar el ajuste estructural y ampliar los mercados existentes (Balcázar, 2023).

Para Balcázar (2023), el sector agropecuario colombiano enfrenta un conjunto de desafíos y oportunidades que requieren políticas públicas adecuadas y estrategias de desarrollo sostenible. Es necesario promover la innovación, la inversión en infraestructura y tecnología, y fortalecer la inclusión social y la equidad en el campo para garantizar un crecimiento económico y desarrollo sostenible en el sector agropecuario colombiano.

Agricultura en Colombia se Adapta a problemática por Cambio Climático

De acuerdo con el Ministerio De Agricultura Y Desarrollo Rural (2023), Colombia se está convirtiendo en un referente mundial en innovación y seriedad para adaptar las actividades agrícolas y ganaderas a la problemática del cambio climático, gracias al Proyecto FVC "Iniciativas climáticamente inteligentes para la adaptación al cambio climático y la sostenibilidad en sistemas productivos priorizados". Este proyecto, aprobado por el Fondo Verde del Clima de las Naciones Unidas, se centra en la reducción de emisiones de CO₂eq. y en la capacidad de adaptación del sector agropecuario en nueve sectores productivos clave.

Estos sectores incluyen la seguridad alimentaria, la generación de empleo rural, las exportaciones, la contribución al Producto Interno Bruto (PIB), el mejoramiento de los ingresos,

la calidad de vida de los productores rurales, la producción de semillas, el desarrollo de material genético resistente al cambio climático y la adaptación frente a los desafíos climáticos. Priorizar estos sectores es esencial para asegurar la seguridad alimentaria, fomentar el crecimiento económico y garantizar la resiliencia de las comunidades rurales frente a los impactos del cambio climático, así como para mejorar sus condiciones de vida en el largo plazo. (Ministerio De Agricultura y Desarrollo Rural, 2023).

Fertilización Orgánica Como Modelo de Producción y Aporte al Cambio Climático

Para Balcázar (2023), algunas de las alternativas que pueden contribuir a mejorar las condiciones de vida y el crecimiento económico del campo tiene que ver con el aporte que desde las unidades productivas se puede esperar por parte de campesinado, que ayuden a enfrentar el impacto del cambio climático, se encuentra relacionado con; la diversificación de cultivos, la agricultura orgánica y sostenible, así como la capacitación e innovación, entre otras que no solo pueden mejorar las condiciones de vida del campesinado, sino que también tienen el potencial de impulsar el crecimiento económico sostenible en las zonas rurales al fortalecer la seguridad alimentaria, generar empleo y promover la resiliencia ante los desafíos del cambio climático.

Haciendo énfasis en el uso de abonos orgánicos por parte del productor agrícola es posible contribuir de manera significativa a enfrentar los desafíos del cambio climático. Los abonos orgánicos son una alternativa sostenible y respetuosa con el medio ambiente en comparación con los fertilizantes químicos, ya que ayudan a mejorar la salud del suelo, aumentar su capacidad de retención de agua y promover la biodiversidad microbiana, lo que puede hacer que las plantas sean más resistentes a las sequías y a otros impactos climáticos adversos. Además, al utilizar abonos orgánicos, se reduce la dependencia de los combustibles fósiles necesarios para la producción de fertilizantes sintéticos, lo que contribuye a la mitigación de las

emisiones de gases de efecto invernadero. Es así como el uso de abonos orgánicos representa una práctica agrícola más sostenible que puede ayudar a adaptarse y mitigar los efectos del cambio climático (Balcázar, 2023).

La agricultura orgánica emerge como una alternativa fundamental en la producción de alimentos, no solo por su enfoque en el equilibrio ecológico, sino también por su impacto a mediano y largo plazo en los agroecosistemas. Este enfoque no solo busca proteger la fertilidad del suelo, sino que también desempeña un papel crucial en la mitigación del calentamiento global al retener carbono en el suelo. La adopción de prácticas orgánicas, como el uso de abonos orgánicos, no solo beneficia a los cultivos, sino que también enriquece el suelo al mejorar su estructura y promover sistemas más estables, lo que resulta en una mayor circulación de nutrientes y energía. Además, estos abonos aumentan la capacidad del suelo para retener nutrientes y agua, al tiempo que reducen la pérdida de estos elementos, mejorando así las condiciones edáficas (Balcázar, 2023).

Aguacate Hass en Colombia

En los últimos años, Colombia ha experimentado un crecimiento significativo en la exportación de aguacate Hass, una variedad altamente demandada a nivel nacional e internacional. A través de acuerdos comerciales y tratados de libre comercio con diversos países, Colombia ha logrado acceder a mercados clave como Estados Unidos, la Unión Europea, China y Chile, entre otros. Estos acuerdos han permitido que el aguacate colombiano sea aceptado fitosanitariamente en 55 países, ampliando así las oportunidades de comercialización para los productores locales (Torres & Trochez, 2023)

El aguacate Hass se ha convertido en un producto estrella en el mercado internacional debido a su atractivo tamaño, tiempo de maduración y cualidades nutritivas. Conocido como el

"oro verde", este tipo de aguacate ha ganado popularidad gracias a su alto contenido graso, propiedades antioxidantes y características sensoriales únicas. Desde el año 2009, Colombia ha incursionado en la exportación de aguacate, enfocándose principalmente en la variedad Hass, que ahora es la segunda fruta más exportada del país (Torres & Trochez, 2023)

Para Torres & Trochez (2023), la capacidad de Colombia para producir aguacate durante gran parte del año le otorga una ventaja competitiva en el mercado internacional. Sin embargo, los precios del aguacate están sujetos a la oferta y la demanda, así como a las condiciones climáticas que afectan la producción. El pico de producción de aguacate se concentra entre octubre y marzo, lo que influye en la dinámica de precios en el mercado interno y externo. Los principales destinos de las exportaciones de aguacate colombiano son Países Bajos, Reino Unido, España y Estados Unidos. Aunque Estados Unidos es uno de los principales consumidores de aguacate a nivel mundial, Colombia aún enfrenta desafíos para posicionarse como un proveedor líder en este mercado debido a la competencia de otros países, como México y Perú, que ofrecen precios más competitivos. Sin embargo, la apertura de nuevos mercados, como China y Japón, presenta oportunidades adicionales para el crecimiento de las exportaciones de aguacate colombiano.

Morfología del Aguacate

La planta de aguacate Hass, botánicamente conocida como *Persea americana*, es un árbol perenne que puede alcanzar alturas de hasta 20 metros en condiciones óptimas. Su tronco es recto y cilíndrico, con corteza de color marrón grisáceo y textura áspera y fisurada a medida que envejece. Las ramas son gruesas y extendidas, con hojas verdes brillantes, alternas y lanceoladas que pueden medir entre 10 y 25 centímetros de longitud. Las hojas son coriáceas y tienen márgenes enteros, con nervaduras prominentes (Bernal & Díaz, 2020).

La planta de aguacate Hass es de floración hermafrodita, lo que significa que cada flor tiene ambos órganos reproductivos masculinos y femeninos. Las flores son pequeñas, de color verdoso o blanco amarillento, y se agrupan en racimos axilares. Las flores masculinas producen polen, mientras que las flores femeninas contienen un ovario que dará lugar al fruto después de la polinización (Bernal & Díaz, 2020).

El aguacate Hass produce frutos oblongos o periformes que pueden variar en tamaño, con un peso típico de entre 200 y 400 gramos. La cáscara del fruto es gruesa y rugosa, de color verde oscuro o negro cuando está maduro. La pulpa es cremosa, de color verde claro a amarillo pálido, y rodea un gran hueso central de forma redondeada o alargada. El fruto maduro tiene un sabor suave y mantecoso, con un alto contenido de grasa saludable y nutrientes como vitaminas y minerales (Bernal & Díaz, 2020).

Requerimientos del Cultivo de Aguacate Hass

El cultivo del aguacate Hass requiere condiciones específicas para su óptimo desarrollo y producción. A continuación, se detallan algunos de los principales requisitos:

Clima

El aguacate Hass es originario de climas subtropicales y tropicales. Prefiere temperaturas moderadas, con rangos ideales de 20 a 30 grados Celsius durante el día y no menos de 10 grados Celsius durante la noche. Es sensible a las heladas, por lo que no se recomienda en regiones con inviernos muy fríos (Anaya et al., 2020).

Suelo

Necesita suelos bien drenados y profundos para evitar problemas de encharcamiento que puedan afectar el sistema radicular. El pH del suelo debe estar entre 6 y 7.5 para un crecimiento

óptimo. Los suelos arcillosos o compactados pueden dificultar el desarrollo de la planta (Anaya et al., 2020).

Riego

El aguacate Hass requiere un suministro constante de agua, especialmente durante las etapas de floración, cuajado y desarrollo del fruto. Sin embargo, es sensible al exceso de humedad en el suelo, por lo que se debe evitar el encharcamiento. Se recomienda un sistema de riego por goteo para proporcionar la cantidad adecuada de agua de manera eficiente (Anaya et al., 2020).

Fertilización

Es importante mantener niveles adecuados de nutrientes en el suelo para un crecimiento saludable de la planta y una buena producción de frutos. Se recomienda realizar análisis de suelo periódicos para determinar las necesidades específicas de fertilización. Los fertilizantes ricos en potasio y micronutrientes son especialmente importantes para el desarrollo de los frutos (Anaya et al., 2020).

Poda

La poda regular es necesaria para mantener la forma y el tamaño del árbol, así como para mejorar la penetración de la luz y la circulación del aire en el dosel. Se deben eliminar las ramas muertas, enfermas o mal ubicadas, así como realizar podas de formación para promover un crecimiento estructural adecuado (Anaya et al., 2020).

Control de plagas y enfermedades

El cultivo de aguacate Hass puede ser susceptible a diversas plagas y enfermedades, como la mosca de la fruta, los ácaros, los barrenadores del tallo y enfermedades fúngicas como la antracnosis. Se deben implementar medidas de control integrado para prevenir y manejar estos

problemas, que pueden incluir prácticas culturales, control biológico y el uso prudente de pesticidas (Anaya et al., 2020).

Importancia del Bioinsumo Supermagro

De acuerdo con Ruiz et al. (2016), el Supermagro, desarrollado por el técnico agrícola Delvino Magro en colaboración con el equipo del Centro de Agricultura Ecológica Ipê de Rio Grande do Sul (CAE-RS), representa una innovación en el ámbito de los biofertilizantes. Enriquecido con sales minerales secundarias, este producto ofrece una alternativa potencialmente accesible para los agricultores en su búsqueda por una producción sustentable. La característica destacada del Supermagro es su bajo costo, lo cual lo convierte en una opción viable para agricultores de pequeña escala y de agricultura familiar. Esta accesibilidad es crucial para promover prácticas agrícolas más sostenibles en comunidades rurales, donde los recursos suelen ser limitados.

Los biofertilizantes, como el Supermagro, se derivan de la descomposición de la materia orgánica, ya sea animal o vegetal. Estos productos, comúnmente producidos mediante fermentación anaeróbica, son ricos en materia orgánica y microorganismos beneficiosos, lo que los convierte en una opción atractiva para suplir deficiencias de micronutrientes y proteger las plantas contra plagas y enfermedades. El Supermagro ha demostrado ser eficaz en la entrega de una amplia gama de nutrientes esenciales para las plantas, incluyendo nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre y micronutrientes. Su aplicación se adapta a diversas culturas y condiciones, lo que lo convierte en una herramienta versátil para los agricultores (Ruiz et al., 2016).

Es importante destacar que, si bien el Supermagro ofrece una fuente valiosa de nutrientes, no debe ser considerado como la única solución para las necesidades nutricionales de las plantas.

Se debe complementar su uso con otros fertilizantes, especialmente en cultivos con altos requerimientos nutricionales. El Supermagro representa un avance significativo en el ámbito de los biofertilizantes, ofreciendo una opción accesible y efectiva para mejorar la producción agrícola de manera sustentable. Su desarrollo y promoción son pasos importantes hacia un sistema agrícola más equilibrado y respetuoso con el medio ambiente (Ruiz et al., 2016).

Marco Referencial

En Moquegua Perú, Bedoya & Julca (2021), abordaron un problema común en la agricultura relacionado con el deterioro de la calidad del suelo y su impacto en la productividad de los cultivos. Por lo que se objetivo de investigación fue evaluar cómo la aplicación de estiércol de bovino afecta el rendimiento y las propiedades del suelo en el cultivo de aguacate de la variedad Fuerte. Para esto se llevó a cabo un ensayo de 15 meses en una parcela con árboles de aguacate en mal estado. Se analizó el estado general de las plantas, incluyendo la presencia de brotes, el desarrollo del follaje y la salud en general, se midió el tamaño de los frutos de acuerdo con la norma técnica peruana, para determinar posibles diferencias en el tamaño de los mismos. También, se evaluó la cantidad de frutos producidos por planta y el rendimiento total del cultivo.

Se utilizaron tres diferentes cantidades de estiércol de bovino como tratamientos: tratamiento T0 (0 t/ha de materia orgánica), tratamiento T1 (10 t/ha de materia orgánica), tratamiento T2 (30 t/ha de materia orgánica). Se utilizó estiércol seco de vacuno, el cual fue descompuesto durante dos meses antes de su aplicación. Para la descomposición, se colocó en forma de hilera a una altura aproximada de un metro bajo la sombra de árboles. Se humedeció de forma homogénea y se volteó cada 15 días para mantener la humedad correspondiente. Se hizo una zanja de 10 a 15 cm de profundidad alrededor de cada árbol y en proyección de la copa. Luego se aplicó el estiércol descompuesto en las cantidades correspondientes a cada tratamiento (Bedoya & Julca, 2021).

En el primer tratamiento (T0), se obtuvo un rendimiento de 6.7 t/ha, con un promedio de 43 frutos por árbol. En el segundo tratamiento (T1), el rendimiento fue superior, alcanzando 6.8 t/ha, aunque se observó una disminución en el número de frutos por árbol, con un promedio de 40 frutos, y un incremento en el calibre de los frutos. Por último, en el tratamiento T2, se logró el

rendimiento más alto, alcanzando 7.0 t/ha, aunque se observó una reducción en el número de frutos por árbol, con un promedio de 35 frutos, y una variación en el peso de frutos. Aunque no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento entre los tratamientos, se observó una tendencia a aumentar el rendimiento a medida que se incrementa la cantidad de estiércol aplicado al suelo (Bedoya & Julca, 2021).

Para los frutos de calibre 10 y 12 (con un peso de 306-460 g/fruto), se observó un aumento del 3% en el peso de los frutos en los árboles que recibieron la dosis alta de estiércol (T2) en comparación con el grupo de control (T0). Por otro lado, para los frutos de calibre 22 y 24 (con un peso de 156-190 g/fruto), se registró una disminución del 5% en el peso de los frutos en el tratamiento T2 en comparación con el grupo de control (T0). Estos hallazgos sugieren que la aplicación de estiércol de bovino impactó en el peso de los frutos, mostrando variaciones según el calibre de estos y la cantidad de materia orgánica aplicada al suelo. Además, se evidenciaron diferencias en el número de los frutos en función de la cantidad de materia orgánica aplicada, lo que sugiere un efecto positivo del estiércol de bovino en el cultivo de aguacate (Bedoya & Julca, 2021).

Marco Conceptual

Agricultura Sostenible. Se refiere a un enfoque de producción agrícola que busca satisfacer las necesidades actuales de alimentos y recursos naturales sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para hacer lo mismo. Implica la implementación de prácticas agrícolas que sean respetuosas con el medio ambiente, socialmente equitativas y económicamente viables a largo plazo.

Anaeróbica. Se refiere a un proceso o ambiente que ocurre en ausencia de oxígeno. En el contexto de la agricultura, puede referirse a técnicas como la fermentación anaeróbica, en las que los microorganismos descomponen la materia orgánica sin la presencia de oxígeno

Biofertilizante. Es un producto orgánico que se utiliza para mejorar la fertilidad del suelo y promover el crecimiento de las plantas. Se produce a partir de materia orgánica, como estiércol, compost, o residuos vegetales, y contiene microorganismos beneficiosos que ayudan a descomponer la materia orgánica y liberar nutrientes para las plantas. Los biofertilizantes son una alternativa sostenible a los fertilizantes químicos, ya que no causan daño al medio ambiente y pueden mejorar la estructura del suelo a largo plazo.

Calibre. Se refiere a la clasificación de los frutos en rangos de tamaño basados en sus medidas de peso. En el caso del aguacate, se establecen grupos homogéneos de fruta según su peso, lo que resulta en diferencias visuales entre los distintos calibres.

Efecto. El efecto se refiere a la consecuencia o resultado que se produce como resultado de una acción, evento o influencia. En el contexto científico o experimental, el efecto puede referirse a la respuesta observada o medida después de aplicar una variable independiente o tratamiento específico en un experimento.

Fermentación. La fermentación es un proceso biológico en el cual los microorganismos, como las bacterias, levaduras o hongos, descomponen compuestos orgánicos, como azúcares o carbohidratos, en ausencia de oxígeno. Como resultado de este proceso, se producen diferentes productos finales, como alcohol, ácidos orgánicos, gases o energía.

Productividad. La productividad se refiere a la eficiencia con la que se utiliza los recursos disponibles para producir bienes o servicios. En el contexto agrícola, la productividad se refiere a la cantidad de productos agrícolas (como cultivos, ganado, aves de corral, etc.), se obtiene por unidad de superficie de tierra o por cantidad de insumos utilizados, como semillas, agua, fertilizantes o mano de obra.

Rendimiento. Se refiere a la cantidad de producto agrícola que se obtiene de una parcela de tierra, un cultivo específico o una unidad de producción agrícola durante un período determinado, generalmente expresado en términos de peso o volumen por unidad de área o por planta. El rendimiento es un indicador clave de la eficiencia y la productividad de un sistema agrícola.

Marco Contextual

El presente proyecto se realizó en el municipio de El Pital ubicado en la parte sur occidental del Departamento del Huila, en la finca el triunfo de la vereda La Florida.

El municipio se encuentra en una zona de gran importancia geográfica, entre el ramal de la Cordillera Central y la fosa del Río Magdalena. Su principal afluente es la quebrada La Yaguilga, abastecedora de los acueductos municipales. Está dentro de la zona de influencia del Macizo Colombiano y el Parque Nacional Natural Puracé. Este municipio cuenta con una estructura productiva basada principalmente en la agricultura y la ganadería (Concejo Municipal de El Pital Huila, 2024).

En el municipio del Pital cuenta con las condiciones agroecológicas y la parte alta donde sus tierras necesarias para cultivos como el cultivo de Aguacate Hass, lo que abre una puerta a la diversificación de la producción en la zona y una gran oportunidad para mejorar las condiciones socioeconómicas de sus pobladores (Concejo Municipal de El Pital Huila, 2024).

Figura 1

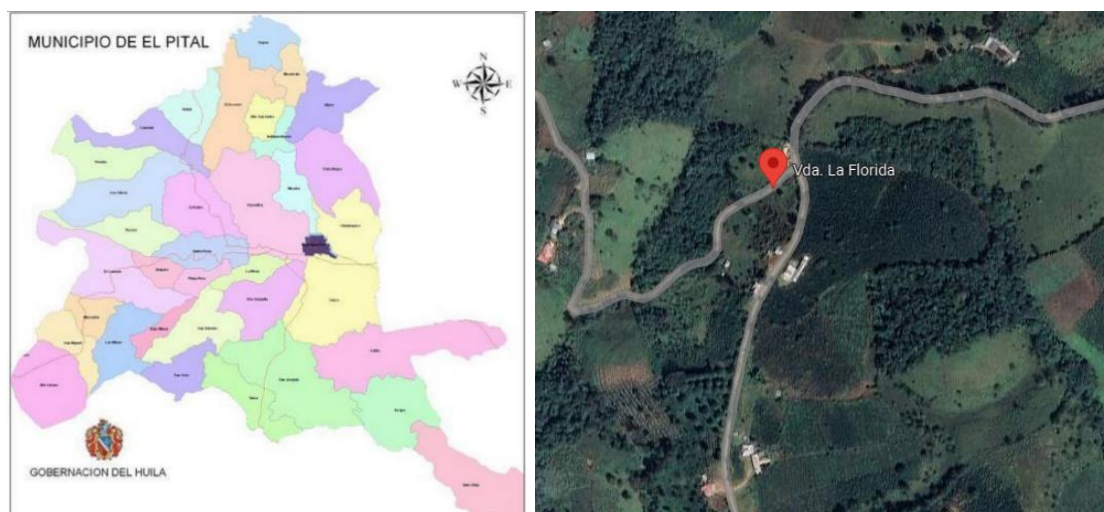
Mapa Geográfico Departamento del Huila



Fuente. GoogleMaps (2023)

Figura 2

Mapa geográfico municipio El Pital, Vereda La Florida



Fuente. GoogleMaps (2023)

Metodología

En la finca El Triunfo de la vereda La Florida ubicada en el municipio El Pital del departamento del Huila, bajo autorización del señor William Vega propietario de la finca se ha llevado a cabo el seguimiento de la implementación del biofertilizante líquido Supermagro en un lote de cultivo de aguacate Hass con 350 árboles sembrados a una distancia de 8 m entre calle por 8 m entre planta, durante un periodo de cuatro (4) años comprendidos desde 2020 a 2023.

Antes de la aplicación del biofertilizante al cultivo se llevó a cabo una evaluación previa al suelo para conocer sus características y propiedades fisicoquímicas mediante el análisis de suelos (ver apéndice B), con esto se logró identificar las necesidades del cultivo, para de este modo incluir el mineral o suplemento en el biofertilizante.

Luego de la aplicación del biofertilizante supermagro se evaluó su efecto en el rendimiento del cultivo, es preciso mencionar que el lote fue evaluado desde la edad de 6.5 años hasta los 9.5 años.

Para la evaluación del efecto de la implementación del biofertilizante en el cultivo se tuvo en cuenta la variable “producción” para la medición del rendimiento en kilogramos.

Para la identificación de esta variable se tuvo en cuenta el gramaje que va desde los 90 gramos hasta un mayor de 330 gramos), calibre y el porcentaje de participación para cada calibre, para cada periodo evaluado 2020, 2021, 2022 y 2023.

Tabla 1

Variable de evaluación rendimiento de aguacate Hass con implementación de biofertilizante

Supermagro

Periodo a evaluar:				
Gramaje	Calibre	# Cajas	Producción(kg)	% Participación
Mayor A 330 Gr	12			
300 Gr A 330 Gr	14			
250 Gr A 300 Gr	16			
220 Gr A 250gr	18			
200 Gr A 220 Gr	20			
175 Gr A 200 Gr	22			
149 Gr A 175 Gr	24			
125 Gr A 149 Gr	26			
115 Gr A 125 Gr	28			
100 Gr A 115 Gr	30			
90 Gr A 100 Gr	32			
Total				

Fuente. Autor

Gramaje: Esta columna muestra los rangos de peso de aguacate en gramos.

Calibre: Corresponde al número de aguacates que cabe en una caja de 4 kilos, es decir si en una caja de 4 kl caben 18 aguacates, el calibre es de 18, (norma NTC 094 2018)

Cajas: Indica la cantidad de cajas de 4 kilos que se pueden llenar para cada calibre.

Kilogramo: Es la cantidad total de kilogramos de aguacate producidos para cada calibre.

% Participación: Representa la proporción del total de kilogramos de aguacate que representa cada calibre.

Preparación del Biofertilizante Supermagro

A continuación, se presentan los materiales e ingredientes para la preparación del biofertilizante paso a paso.

Tabla 2

Ingredientes básicos preparación biofertilizante Supermagro

Materiales e ingredientes básicos	Cantidad
Tambor plástico de 200 litros	1
Contenido ruminal	50 kg
Fosfitos	5 kg
Humus de lombriz	5 kg
Agua	100 litros
Leche	10 litros
Melaza	10 litros
Levadura	50 gr

Fuente. Autor

A continuación, se relacionan los minerales que se agregan a la mezcla de los insumos básicos, teniendo en cuenta los requerimientos dados por el resultado en análisis de suelos.

Tabla 3

Lista de minerales para preparación de biofertilizante Supermagro

N°	Minerales	Cantidad
1	Sulfato de cobre	300 gr
2	Sulfato de amonio	50 gr
3	Fosfato di amónico	100 gr
4	Sulfato de hierro	300 gr

Fuente. Autor

A continuación, se relacionan los ingredientes suplementarios que se agregan a la mezcla de los insumos básicos.

Tabla 4

Lista de ingredientes suplementarios para preparación de biofertilizante Supermagro

Ingredientes suplementarios	Cantidad
Harina de sangre	2 kg
Harina de hueso	2 kg
Harina de carne	2 kg
Harina de pescado	2 kg
Roca fosfórica	2 kg
Cal dolomita	2 kg
Microorganismos de montaña	3 litros

Fuente. Autor

Instalación tanque biodigestor para preparación de biofertilizante Supermagro

En la preparación del biofertilizante, se produce la descomposición biológica de los materiales que lo componen, por lo que es importante la eliminación de gases, para ello, es necesario que el recipiente o tanque tenga un orificio en la tapa para que permita la salida de los gases. De este modo a la tapa de la caneca se realizó un orificio para instalar una manguera que, a su vez, en el otro extremo se instaló una botella desechable con agua hasta la mitad, para permitir la salida de los gases y evitar el ingreso de oxígeno. El extremo de la manguera se dejó sumergida en el agua de la botella.

La tapa superior del tanque debe de tener rosca para obtener un buen cierre y en el contorno del orificio por donde sale la manguera se aseguró con una válvula para asegurar que no ingresara aire.

Figura 3

Tanque biodigestor con válvula de alivio



Fuente. Autor

Elaboración de Biofertilizante Supermagro

De acuerdo con Cardozo, A., El Mujtar, V., & Álvarez, V. (2021), en su manual para la elaboración de biofertilizante a partir de desechos agropecuarios, se llevó a cabo la elaboración del biofertilizante supermagro:

Paso 1. En el tambor de 200 litros se mezclaron los ingredientes básicos (ver tabla 2).

Paso 2. Día de por medio se agregó un mineral disuelto en un litro de agua, 1 litro de melaza, 1 litro de leche, 50 gr de levadura y uno de los elementos de la lista de suplementarios (ver tabla 4), según resultado de análisis de suelo. Se mezcló, se tapó y se dejó reposar.

Paso 3. Se repitió el paso (2) cada día de por medio, con un mineral y suplemento distinto.

Paso 4. Una vez terminada la incorporación de los ingredientes, se dejó fermentar por 20 a 30 días, siempre tapado.

Paso 5. Una vez transcurrido el tiempo estuvo listo para ser utilizado.

Paso 6. Una vez maduro el biofertilizante, se dejó almacenado en recipientes oscuros de plástico, perfectamente limpios, sin exponerse al sol, lluvia, y bien sellado.

Aplicación

Teniendo como referencia la aplicación del biofertilizante supermagro por el ingeniero agrónomo y coordinador departamental de ASOHOFrucol del Magdalena; Ramiro Salcedo Rivera, al estar listo el biofertilizante, este se aplica directo al suelo (drench), alrededor del tallo del árbol de aguacate a 30 cm hacia afuera al 40%. Teniendo en cuenta que la preparación del biofertilizante se realizó en canecas de 200 litros, para la aplicación se tomó 4 litros del biofertilizante para mezclarlos con 10 litros. Por árbol se aplicó 1 litro de la última preparación, cada dos meses, teniendo en cuenta lo mencionado por el ingeniero Salcedo, con esta aplicación se busca la eficiencia y se busca que el productor no haga muchas repeticiones de la aplicación al año (Ángel, 2022)

Con la aplicación del biofertilizante supermagro se evaluó el rendimiento del cultivo comparado con un testigo (control) teniendo en cuenta la variable: producción (kg).

A continuación, se resume la definición de los tratamientos, tiempo de aplicación cantidad de biofertilizante aplicado, unidades experimentales y número de repeticiones.

Tabla 5

Descripción diseño estadístico completamente al azar (DCA)

Tratamiento	Descripción	Tiempo	Cantidad aplicada	Unidad experimental	Número de repeticiones
T1: Supermagro	Aplicación de biofertilizante supermagro al suelo alrededor del tallo a 30 cm hacia afuera	2020	1 litro de la mezcla por árbol cada dos meses	350 árboles individuales.	350 repeticiones por tratamiento.
		2021			
		2022			
		2023			
Testigo	Sin aplicación de biofertilizante	2020	No aplica		
		2021			
		2022			
		2023			

Fuente. Autor

Análisis de información

Para el análisis e interpretación de la información obtenida se empleó el análisis descriptivo y el análisis estadístico inferencial. Con el análisis descriptivo se pretende utilizar gráficos que proporcionan una visualización clara y comprensible de los datos, mientras que con el análisis estadístico inferencial se busca evidenciar la significancia de las diferencias observadas.

Para el análisis estadístico inferencial se empleó el diseño estadístico completamente al azar (DCA) utilizando el software spss.

Las hipótesis para este estudio fueron:

Hipótesis nula (H₀): las medias de los tratamientos son iguales

Hipótesis alterna (H_a): las medias de los tratamientos no son iguales

Se tiene en cuenta que todos aquellos valores que se encuentran por debajo de 0,05 darán el criterio para rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna.

Resultados

Resultado de Análisis de Suelos

De acuerdo con el resultado del análisis de suelos obtenido es posible mencionar que el suelo tiene un pH de 5,24 lo que indica que es necesario regular este índice al rango medio que es de 5.60 – 6.80 para aguacate. Por lo que se sugirió la aplicación de Cal Dolomita.

También se resalta la necesidad de corregir la deficiencia de hierro (Fe) ya que el resultado fue de 7.18 mg/kg, y el rango medio es de 20 – 100 mg/kg. Por lo que se sugirió la aplicación de sulfato de hierro.

Se encontró una deficiencia en Cobre (Cu), con resultado de 0,330 mg/kg y el rango medio recomendado para el cultivo de aguacate es de 1.25 – 2.50 mg/kg. Por lo que se sugirió la aplicación de sulfato de cobre.

Así mismo en cuanto al contenido en el nutriente Fosforo el resultado fue de 7.93 siendo este inferior al rango medio sugerido de 15 – 30 mg/kg. Por lo que se sugirió la aplicación de fosfato di amónico.

Por último, se logró identificar un contenido de 8.40 mg/kg de Azufre (S), que se encuentra por debajo del rango medio que es de 30.0 a 60.0 mg/kg. Por lo que se sugirió la aplicación de sulfato de amonio.

Efecto de implementación del Super Magro en cultivo de aguacate Hass (*Persea americana*), finca el Triunfo vereda La Florida, El Pital - Huila.

Se llevo a cabo el monitoreo y registro de las variables en la etapa de postcosecha y se obtuvo un registro por cada año, para evaluar el rendimiento en kilogramos del cultivo según la clasificación del fruto, luego de poner en práctica los tratamientos 1 y testigo.

Resultados tratamiento 1 (biofertilizante supermagro)

A continuación, se relaciona los resultados del tratamiento 1 teniendo en cuenta la clasificación del producto para evaluar el rendimiento por año.

Tabla 6

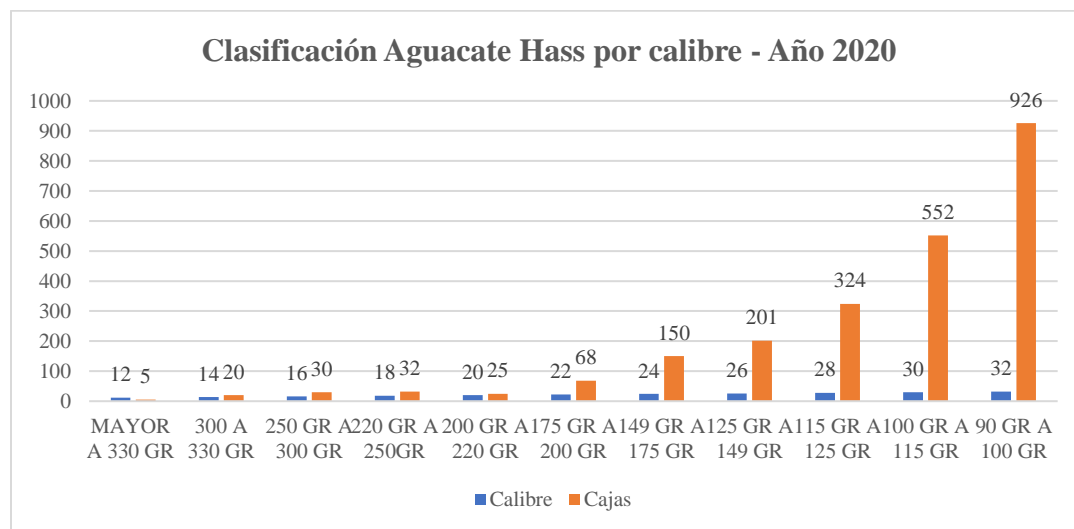
Resultado tratamiento 1 cultivo de aguacate – periodo 2020

Gramaje	Calibre	Periodo evaluado: año 2020		
		Cajas	Producción (Kg)	% Participación
Mayor a 330 GR	12	5	50	0%
300 a 330 GR	14	20	80	0%
250 GR a 300 GR	16	30	120	0%
220 GR a 250GR	18	32	128	0%
200 GR a 220 GR	20	25	100	0%
175 GR a 200 GR	22	68	272	1%
149 GR a 175 GR	24	150	1,500	4%
125 GR a 149 GR	26	201	2,010	5%
115 GR a 125 GR	28	324	3,240	8%
100 GR a 115 GR	30	552	5,520	14%
90 GR a 100 GR	32	926	9,260	23%
TOTAL			22,280	100%

Fuente. Autor

Figura 4

Clasificación Aguacate Hass por calibre - Año 2020



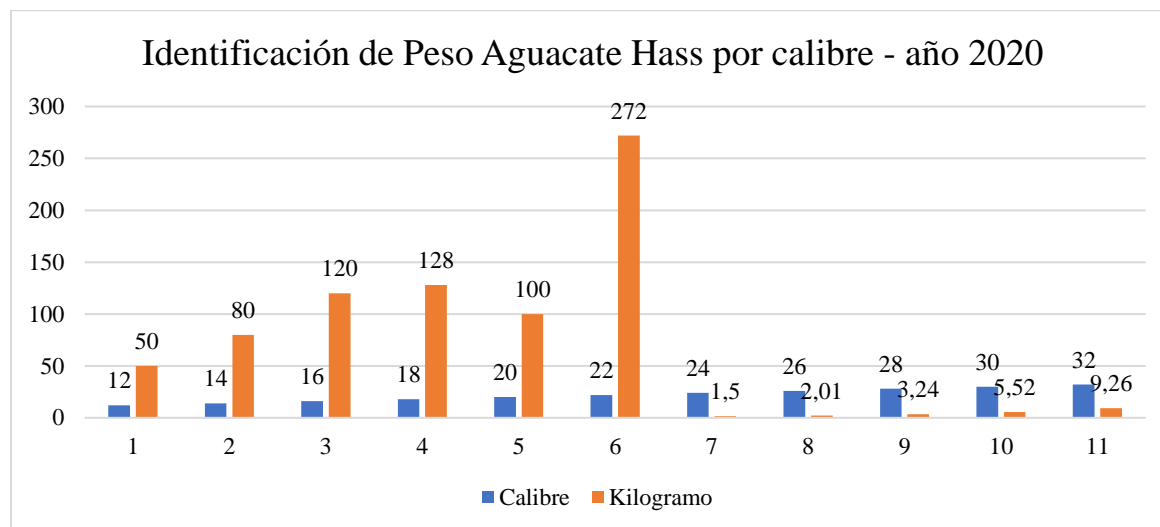
Fuente. Autor

La anterior figura permite apreciar que para el año 2020 la producción de aguacate para los calibres 20, 18, 16, 14 y 12 fueron bajas, debido a que se llenaron 25, 32, 30, 20 y 5 cajas de 4 kilogramos respectivamente. Estos calibres son los de mayor peso, que va desde 220 gramos a 330 gramos. Los calibres 32, 30, 28, 26, 24 y 22 fueron los de mayor producción de aguacate, debido a que se obtuvo para cada calibre, 926, 554, 234, 201, 150, y 68 cajas respectivamente. Estos últimos comprenden calibres que miden el peso del fruto entre los 90 a los 200 gramos.

En síntesis, es posible mencionar que se obtuvo una producción de aguacate con mayor cantidad para los calibres 32, 30, 28, 26, 24 y 22 que comprenden los pesos más bajos, 90 a 200 gramos.

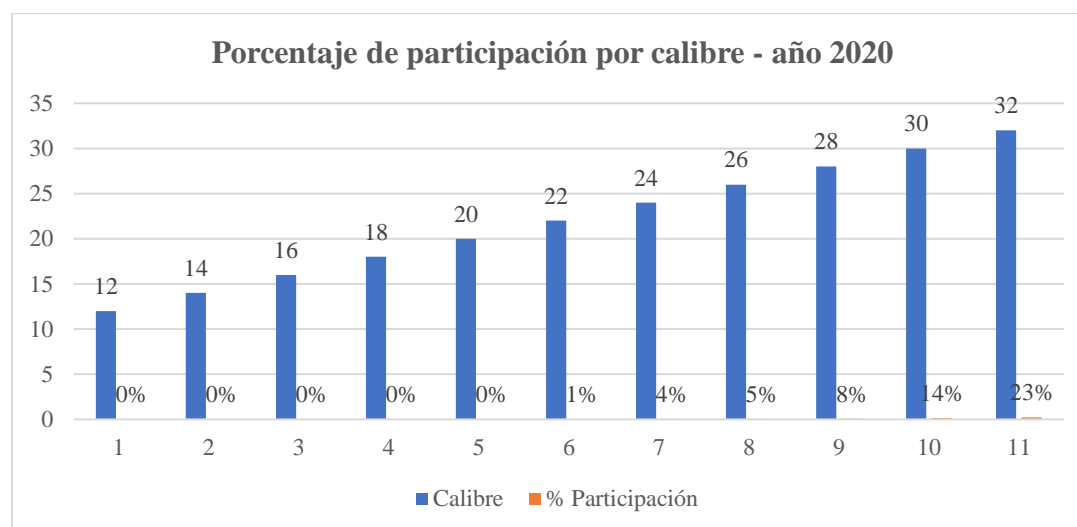
Figura 5

Identificación de Peso Aguacate Hass por calibre - año 2020



Fuente. Autor

De acuerdo con la anterior figura para el periodo 2020 se obtuvo un mayor rendimiento en kilogramos para los calibres 12, 14, 16, 18, 20 y 22. Con 50, 80, 120, 128, 100 y 272 kilogramos respectivamente. Calibres con mayor tamaño en el estándar de calidad, desde los 175 gramos a 330 gramos.

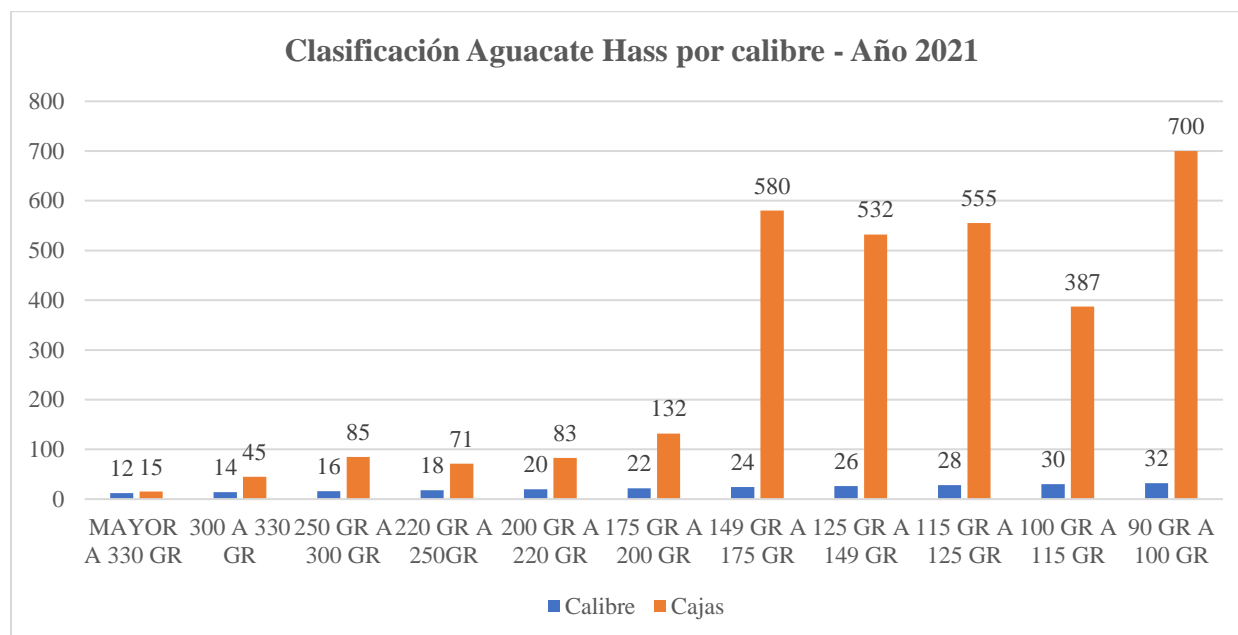
Figura 6*Porcentaje de participación por calibre - año 2020**Fuente. Autor*

Según la anterior figura el calibre con mayor participación en el periodo de evaluación del rendimiento 2020 en el cultivo de aguacate fue de los calibres, 26, 28, 30 y 32

Tabla 7*Resultado tratamiento 1 cultivo de aguacate – periodo 2021*

Gramaje	Periodo evaluado: AÑO 2021			% Participación
	Calibre	Cajas	Producción (kg)	
Mayor a 330 GR	12	15	150	1%
300 a 330 GR	14	45	180	0%
250 GR a 300 GR	16	85	340	1%
220 GR a 250GR	18	71	284	1%
200 GR a 220 GR	20	83	332	1%
175 GR a 200 GR	22	132	528	1%
149 GR a 175 GR	24	580	5.800	14%
125 GR a 149 GR	26	532	5.320	13%
115 GR a 125 GR	28	555	5.550	14%
100 GR a 115 GR	30	387	3.870	10%
90 GR a 100 GR	32	700	7.000	17%
TOTAL			29.354	100%

Fuente. Autor

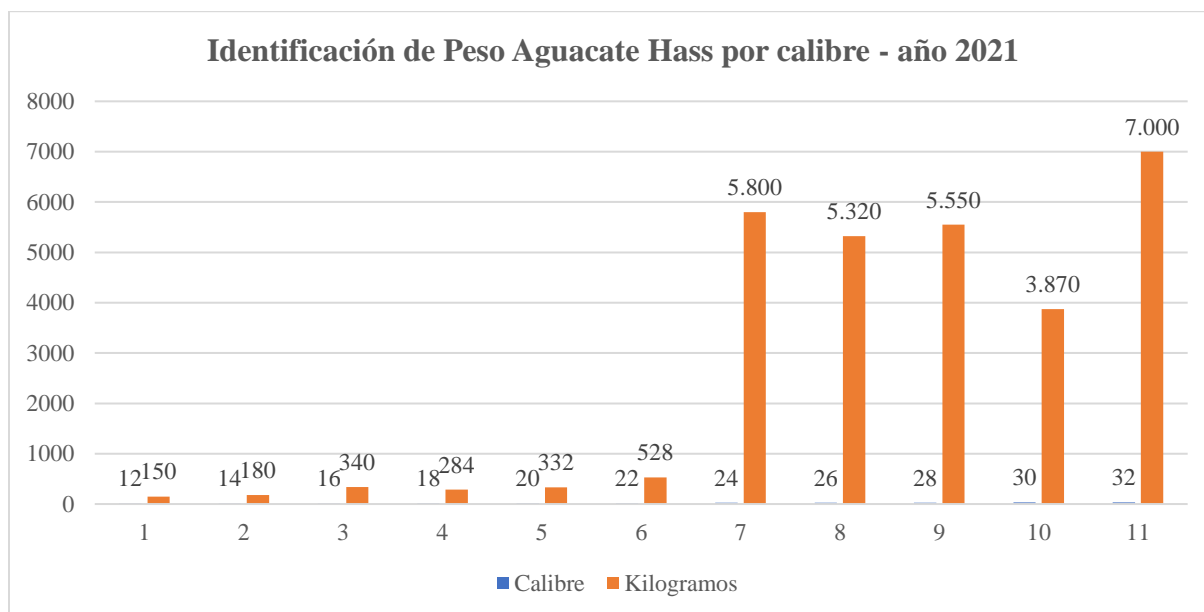
Figura 7*Clasificación Aguacate Hass por calibre - Año 2021*

Fuente. Autor

Con la anterior figura es posible mencionar que para el periodo 2021 se obtuvo una producción de aguacate con mayor rendimiento para los calibres 32, 30, 28, 26 y 24 que comprenden los pesos, 90 a 175 gramos. Por su parte para los calibres que comprenden desde 22 a 12, se evidencia un aumento en el rendimiento por cajas para cada calibre, comparado con el periodo 2020.

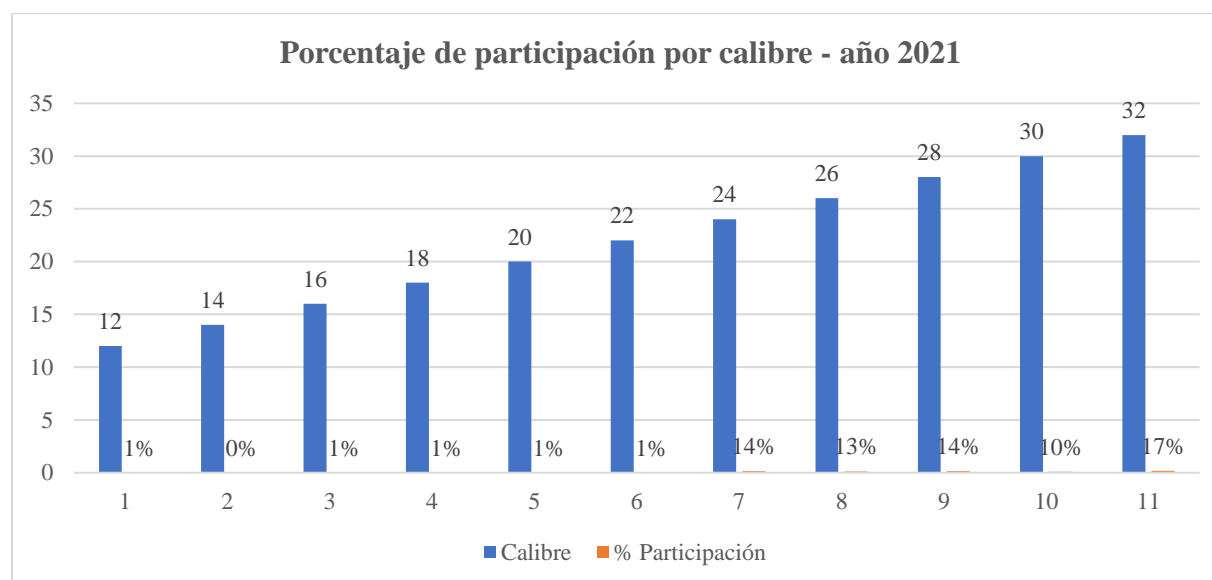
Figura 8

Identificación de Peso Aguacate Hass por calibre - año 2021



Fuente. Autor

De acuerdo con la anterior figura para el periodo 2021 se obtuvo un mayor rendimiento en kilogramos para los calibres 32, 30, 28, 26 y 24. Con 5800, 5320, 5550, 3870, 7000 kilogramos respectivamente. Estos calibres representan en el estándar de calidad el peso del fruto desde los 90 gramos hasta los 175 gramos.

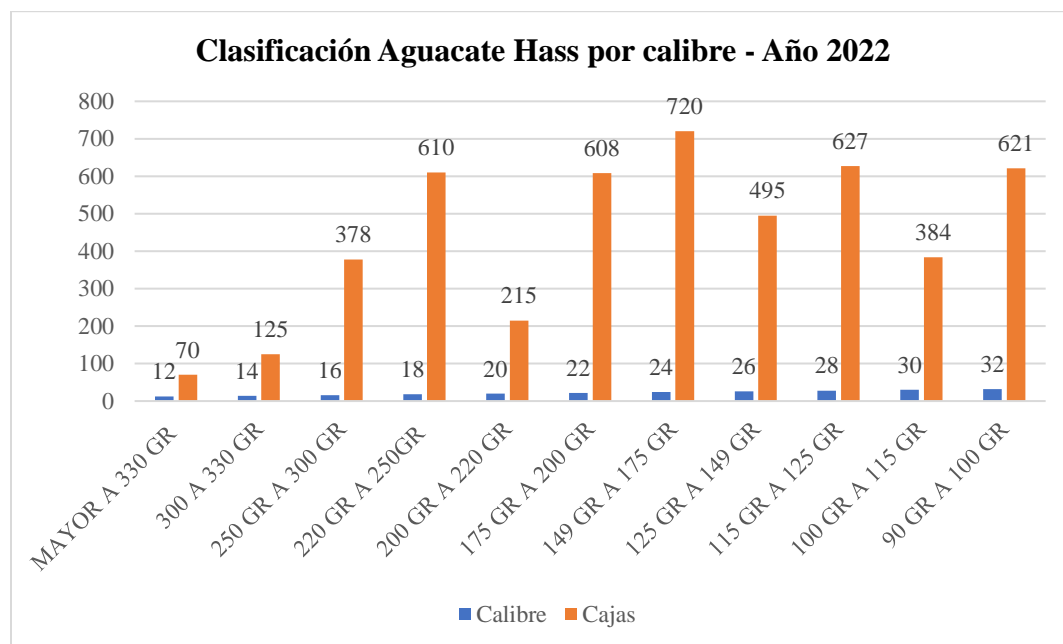
Figura 9*Porcentaje de participación por calibre - año 2021**Fuente. Autor*

Según la anterior figura el calibre con mayor participación en el periodo de evaluación del rendimiento 2021 en el cultivo de aguacate fue de los calibres, 24, 26, 28, 30 y 32

Tabla 8*Resultado tratamiento 1 cultivo de aguacate – periodo 2022*

Gramaje	Periodo evaluado: AÑO 2022			
	Calibre	Cajas	Producción (Kg)	% Participación
Mayor a 330 GR	12	70	700	2%
300 a 330 GR	14	125	500	1%
250 GR a 300 GR	16	378	1.512	4%
220 GR a 250GR	18	610	2.440	6%
200 GR a 220 GR	20	215	860	2%
175 GR a 200 GR	22	608	2.432	6%
149 GR a 175 GR	24	720	7.200	18%
125 GR a 149 GR	26	495	4.950	12%
115 GR a 125 GR	28	627	6.270	15%
100 GR a 115 GR	30	384	3.840	9%
90 GR a 100 GR	32	621	6.210	15%
TOTAL			36.914	100%

Fuente. Autor

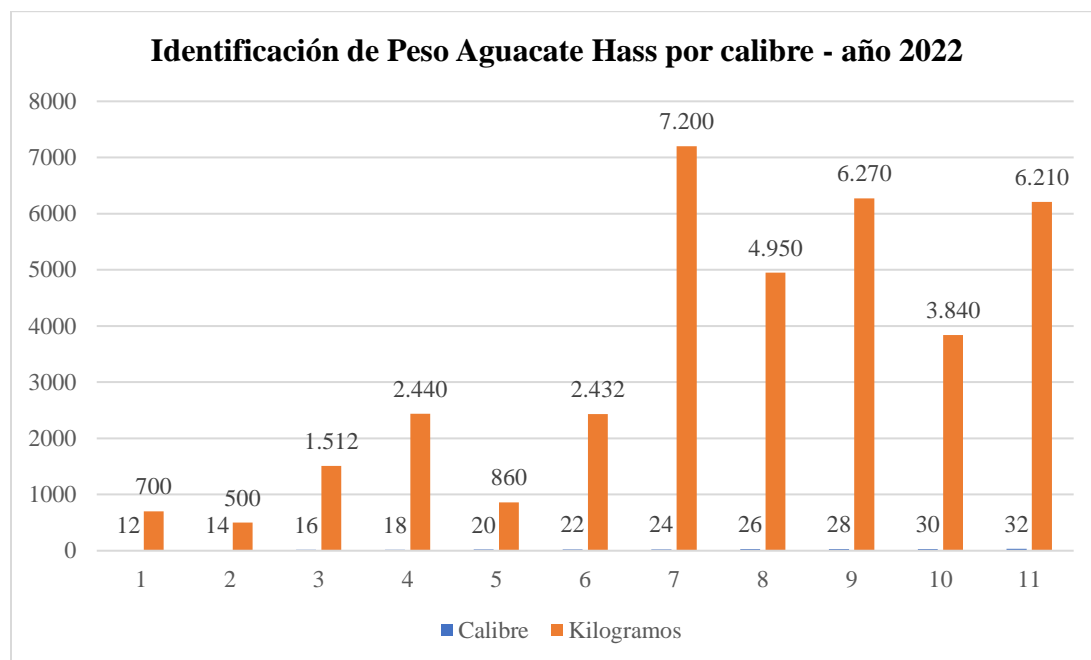
Figura 10*Clasificación Aguacate Hass por calibre - Año 2022**Fuente. Autor*

La anterior figura permite apreciar que para el año 2022 la producción de aguacate para los calibres 20, 18, 16, 14 y 12 que va desde los 220 gamos a 330 gramos, tuvieron un crecimiento en el rendimiento por cajas de 4 kilogramos, comparado con los periodos anteriores, siendo de 215, 610, 378, 125 y 70 kilogramos respectivamente.

Los calibres 32, 30, 28, 26, 24 y 22 también aumentaron su rendimiento con respecto a los periodos anteriores, debido a que se obtuvo para cada calibre, 621, 384, 627, 495, 720 y 608 cajas respectivamente.

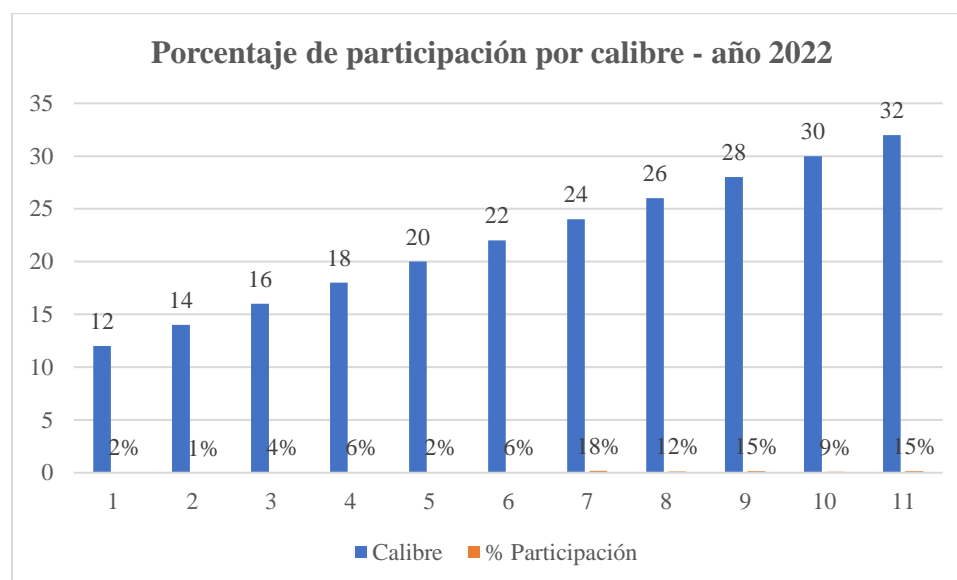
Figura 11

Identificación de Peso Aguacate Hass por calibre - año 2022



Fuente. Autor

De acuerdo con la anterior figura para el periodo 2022 se obtuvo un mayor rendimiento en kilogramos para los calibres 32, 30, 28, 26, 24, 22 y 18. Estos calibres representan en el estándar de calidad el peso del fruto que va desde los 90 gramos hasta los 250 gramos.

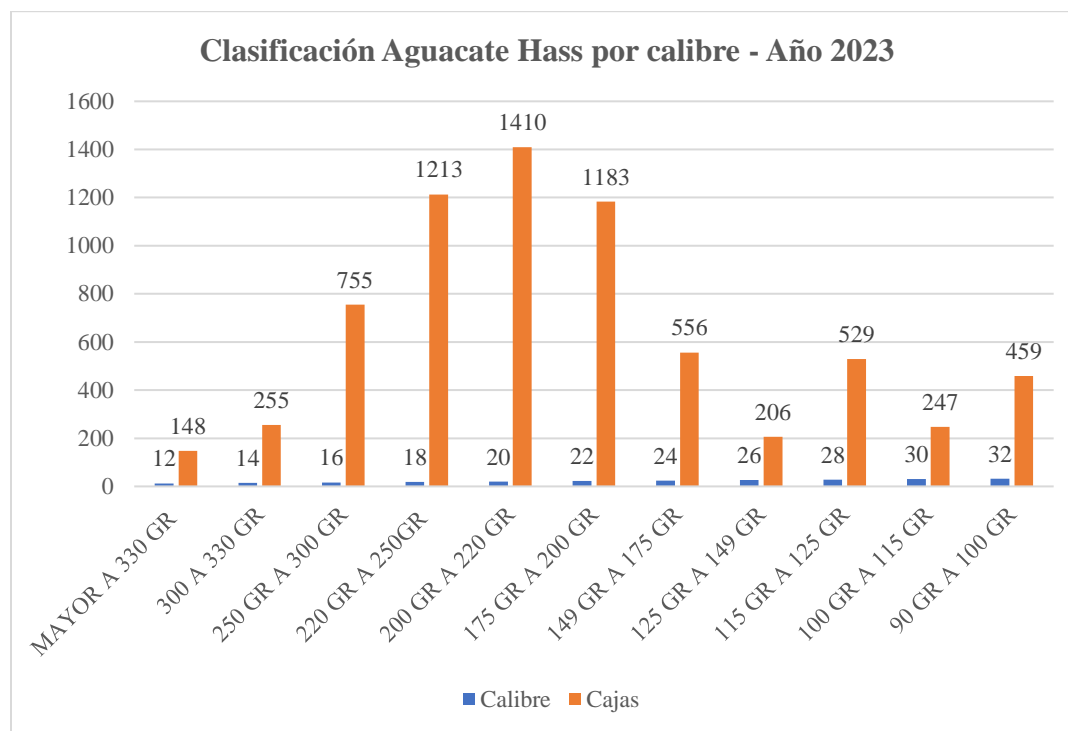
Figura 12*Porcentaje de participación por calibre - año 2022**Fuente. Autor*

Según la anterior figura el calibre con mayor participación en el periodo de evaluación del rendimiento 2022 en el cultivo de aguacate fue de los calibres, 18, 22, 24, 28, 30 y 32.

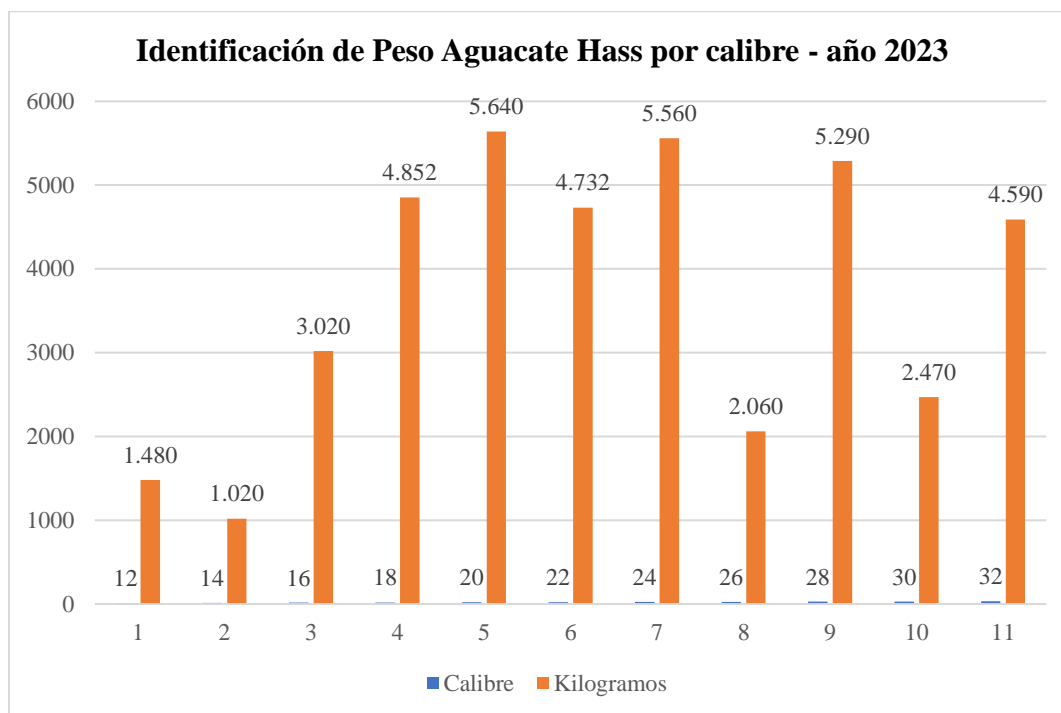
Tabla 9*Resultado tratamiento 1 cultivo de aguacate – periodo 2023*

Gramaje	Periodo evaluado: AÑO 2023			
	Calibre	Cajas	Producción (Kg)	% Participación
Mayor a330 GR	12	148	1.480	4%
300 a 330 GR	14	255	1.020	3%
250 GR a 300 GR	16	755	3.020	7%
220 GR a 250GR	18	1213	4.852	12%
200 GR a 220 GR	20	1410	5.640	14%
175 GR a 200 GR	22	1183	4.732	12%
149 GR a 175 GR	24	556	5.560	14%
125 GR a 149 GR	26	206	2.060	5%
115 GR a 125 GR	28	529	5.290	13%
100 GR a 115 GR	30	247	2.470	6%
90 GR a 100 GR	32	459	4.590	11%
TOTAL			40.714	100%

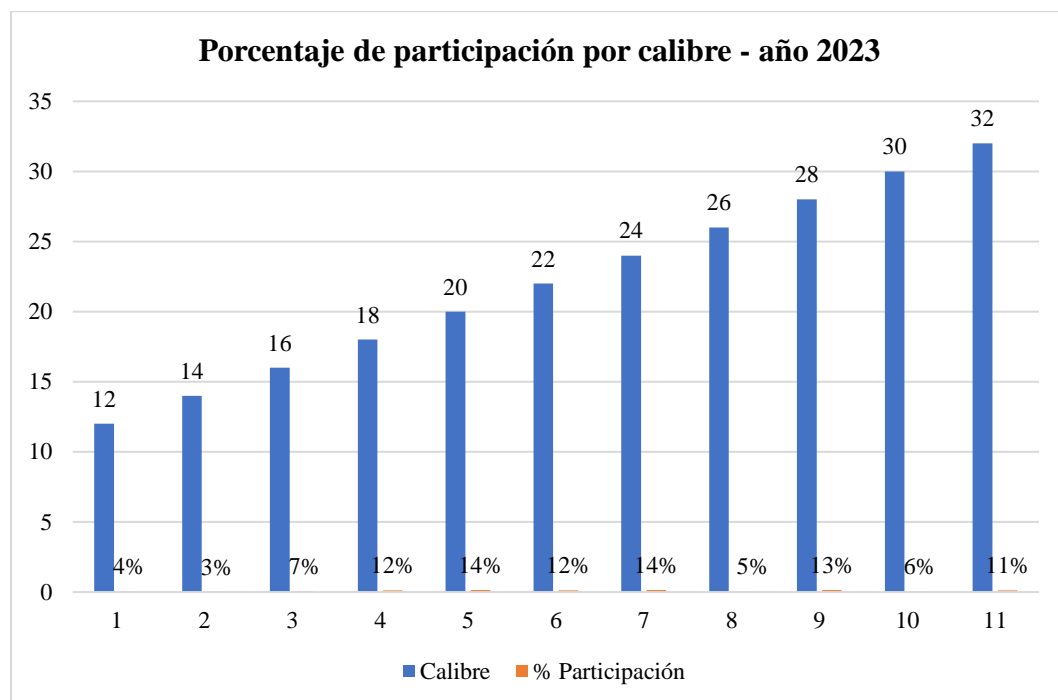
Fuente. Autor

Figura 13*Clasificación Aguacate Hass por calibre - Año 2023**Fuente. Autor*

Según la anterior figura la mayor producción obtenida para el periodo 2023 fue para los calibres 16, 18, 20, y 22, con 755, 1213, 1410, 1183 cajas de 4 kilogramos. Seguido los calibres 24, 28 y 32 con 556, 529, y 459 cajas de 4 kilogramos.

Figura 14*Identificación de Peso Aguacate Hass por calibre - año 2023**Fuente. Autor*

De acuerdo con la anterior figura para el periodo 2023 se obtuvo un mayor rendimiento en kilogramos para los calibres 32, 30, 28, 26, 24, 22, 20, 18, 16, 14 y 12. Estos calibres representan en el estándar de calidad el peso del fruto que va desde los 90 gramos hasta más de 330 gramos.

Figura 15*Porcentaje de participación por calibre - año 2023**Fuente. Autor*

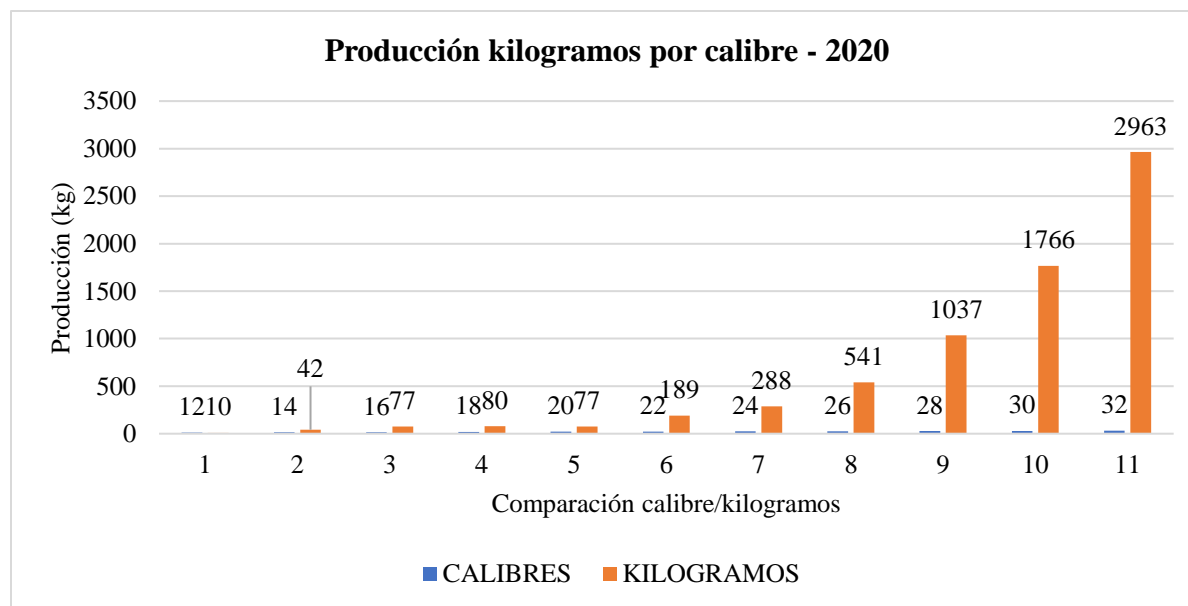
Según la anterior figura el calibre con mayor participación en el periodo de evaluación del rendimiento 2023 en el cultivo de aguacate fue de los calibres, 16, 18, 22, 24, 28, y 32

Resultados Testigo (control)

A continuación, se relaciona los resultados para el tratamiento testigo, teniendo en cuenta la evaluación del rendimiento en kilogramos para cada periodo evaluado.

Tabla 10*Resultado testigo cultivo de aguacate – periodo 2020*

Año 2020					
Gramaje	Calibre	Cajas	Producción (kg)	% Participación	
Mayor a 330 Gr		12	2	9,6	0%
300 a 330 Gr		14	10,4	41,6	1%
250 Gr a 300 Gr		16	19,2	76,8	1%
220 Gr a 250gr		18	20	80	1%
200 Gr a 220 Gr		20	19,2	76,8	1%
175 Gr a 200 Gr		22	47,2	188,8	3%
149 Gr a 175 Gr		24	72	288	4%
125 Gr a 149 Gr		26	135	540,8	8%
115 Gr a 125 Gr		28	259	1036,8	15%
100 Gr a 115 Gr		30	442	1766,4	25%
90 Gr a 100 Gr		32	740,8	2963,2	42%
Total				7.069	100%

*Fuente. Autor***Figura 16***Resultado producción kilogramos por calibre, testigo - 2020**Fuente. Autor*

En el año 2020, la producción de aguacates mostró una notable variabilidad en la contribución de los diferentes calibres al total de kilogramos producidos. Al observar estos datos, se puede identificar claramente cuáles fueron los calibres con mayor y menor participación.

El calibre 32, que corresponde a aguacates con un peso de entre 90 y 100 gramos, fue el más productivo, contribuyendo con un total de 2963 kilogramos, lo que representa el 42% de la producción total. Este calibre destaca de manera significativa sobre los demás, siendo el más dominante en términos de cantidad producida.

Tabla 11

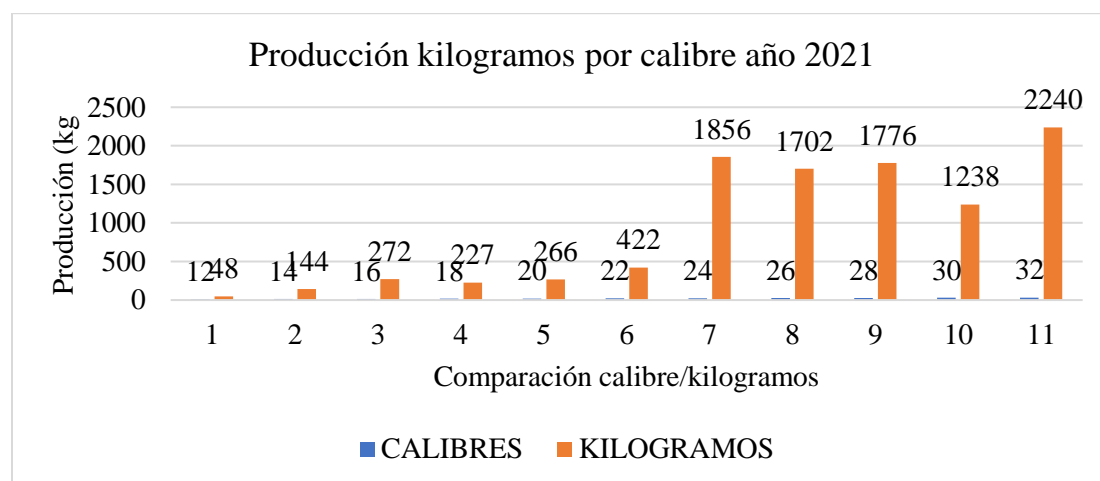
Resultado testigo cultivo de aguacate – periodo 2021

Gramaje	Calibre	Año 2021		
		Cajas	Producción (kg)	% Participación
Mayor a 330 Gr	12	12	48	0%
300 a 330 Gr	14	36	144	1%
250 Gr a 300 Gr	16	68	272	3%
220 Gr a 250gr	18	56,8	227	2%
200 Gr a 220 Gr	20	66,4	266	3%
175 Gr a 200 Gr	22	105,6	422	4%
149 Gr a 175 Gr	24	464	1856	18%
125 Gr a 149 Gr	26	425,6	1702	17%
115 Gr a 125 Gr	28	444	1776	17%
100 Gr a 115 Gr	30	309,6	1238	12%
90 Gr a 100 Gr	32	560	2240	22%
Total			10.192	100%

Fuente. Autor

Figura 17

Resultado producción kilogramos por calibre, testigo - 2021



Fuente. Autor

En el año 2021 el calibre 32, que abarca aguacates con un peso de entre 90 y 100 gramos, se destacó como el más productivo, contribuyendo con un total de 2240 kilogramos, lo que representa el 22% de la producción total.

Tabla 12

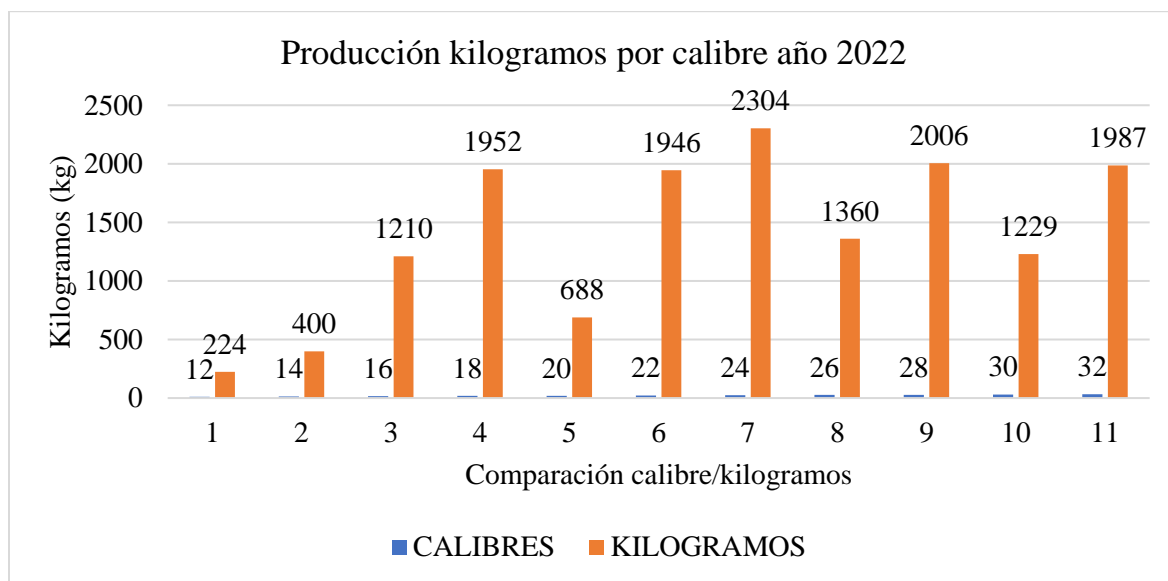
Resultado testigo cultivo de aguacate – periodo 2022

Gramaje	Calibre	Año 2022		
		Cajas	Producción (kg)	% Participación
Mayor a 330 Gr	12	56	224	1%
300 a 330 Gr	14	100	400	3%
250 Gr a 300 Gr	16	302,4	1209,6	8%
220 Gr a 250gr	18	488	1952	13%
200 Gr a 220 Gr	20	172	688	4%
175 Gr a 200 Gr	22	486,4	1945,6	13%
149 Gr a 175 Gr	24	576	2304	15%
125 Gr a 149 Gr	26	340	1360	9%
115 Gr a 125 Gr	28	501,6	2006,4	13%
100 Gr a 115 Gr	30	307,2	1228,8	8%
90 Gr a 100 Gr	32	496,8	1987,2	13%
Total			15.306	100%

Fuente. Autor

Figura 18

Resultado producción kilogramos por calibre, testigo - 2022

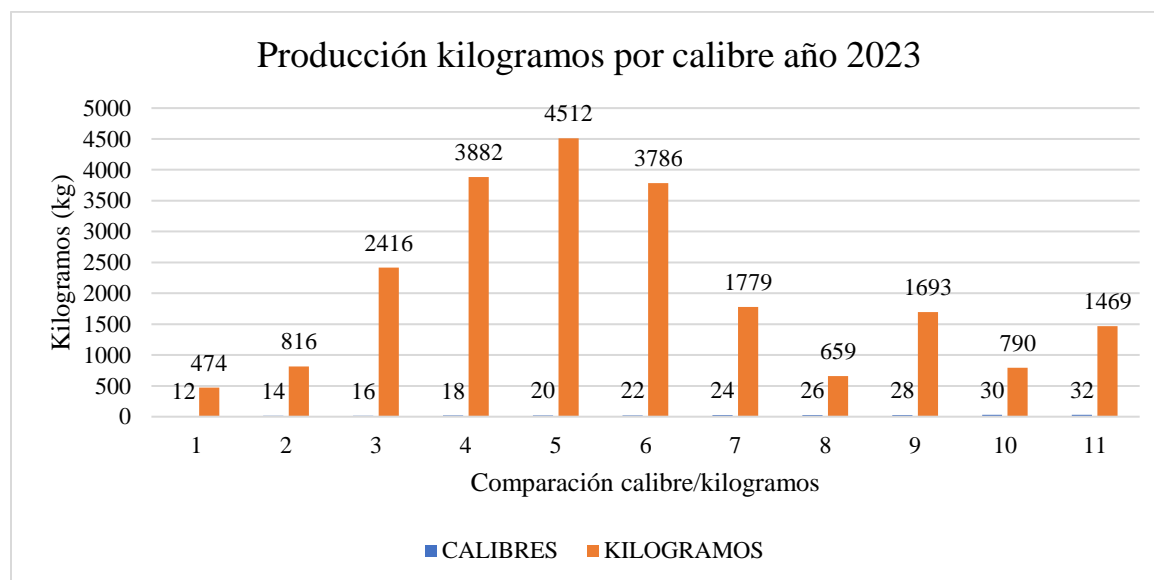


Fuente. Autor

En el año 2022 el calibre 24, que corresponde a aguacates con un peso de entre 149 y 175 gramos, fue el más productivo, contribuyendo con un total de 2304 kilogramos, lo que representa el 15% de la producción total. Este calibre se destaca como el más dominante en términos de cantidad producida para el periodo en mención.

Tabla 13*Resultado testigo cultivo de aguacate – periodo 2023*

Año 2023					
Gramaje	Calibre	Cajas	Producción (kg)	% Participación	
Mayor a 330 Gr	12	118,4	473,6	2%	
300 a 330 Gr	14	204	816	4%	
250 Gr a 300 Gr	16	604	2416	11%	
220 Gr a 250gr	18	970,4	3881,6	17%	
200 Gr a 220 Gr	20	1128	4512	20%	
175 Gr a 200 Gr	22	946,4	3785,6	17%	
149 Gr a 175 Gr	24	444,8	1779,2	8%	
125 Gr a 149 Gr	26	164,8	659,2	3%	
115 Gr a 125 Gr	28	423,2	1692,8	8%	
100 Gr a 115 Gr	30	197,6	790,4	4%	
90 Gr a 100 Gr	32	367,2	1468,8	7%	
Total			22.275	100%	

*Fuente. Autor***Figura 19***Resultado producción kilogramos por calibre, testigo - 2023**Fuente. Autor*

En el año 2023, el calibre 20, que corresponde a aguacates con un peso de entre 200 y 220 gramos, fue el más productivo, contribuyendo con un total de 4512 kilogramos, lo que representa el 20% de la producción total.

Calibres como el calibre 30 (100 a 115 gramos) y el calibre 14 (300 a 330 gramos), mostraron una participación más baja, con 790 kilogramos (4%) y 816 kilogramos (4%) respectivamente.

Comparación tratamientos

Tabla 14

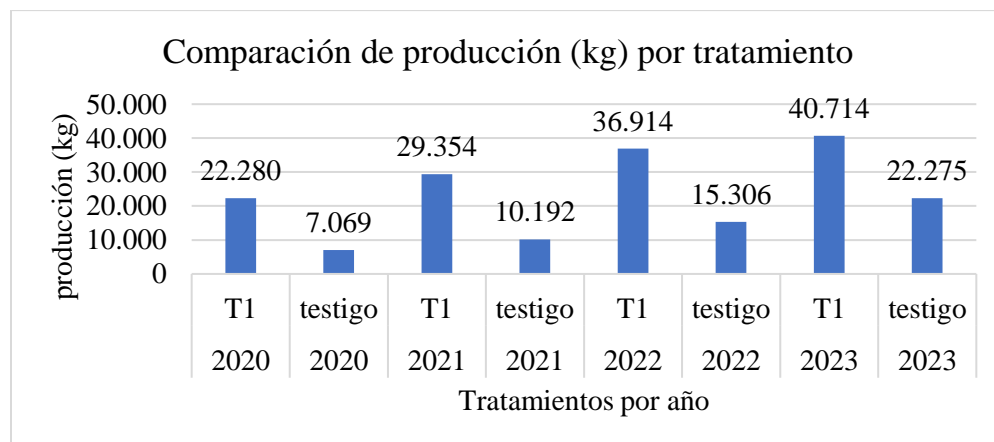
Comparación de tratamientos

Año	Tratamiento	Producción (kg)
2020	T1	22280
	testigo	7068,8
2021	T1	29354
	testigo	10192
2022	T1	36914
	testigo	15305,6
2023	T1	40714
	testigo	22275

Fuente. Autor

Figura 20

Comparación de producción (kg) por tratamiento



Fuente. Autor

Durante el período de 2020 a 2023, se evaluó la producción de aguacate en dos grupos distintos: uno tratado con el biofertilizante supermagro (T1) y otro grupo testigo sin tratamiento. Los resultados muestran una diferencia notable en la producción entre los dos grupos. En 2020, el grupo tratado (T1) produjo 22.280 kilogramos de aguacate, mientras que el grupo testigo produjo solo 7.069 kilogramos. En 2021, la producción en el grupo T1 aumentó a 29.354 kilogramos, comparado con los 10.192 kilogramos del grupo testigo. El año 2022 mostró una mayor producción en el grupo T1, con 36.914 kilogramos frente a los 15.306 kilogramos del grupo testigo. Finalmente, en 2023, el grupo T1 alcanzó los 40.714 kilogramos, en contraste con los 22.275 kilogramos del grupo testigo.

Este patrón revela que el biofertilizante supermagro tiene un efecto positivo significativo en la producción de aguacates. La diferencia en la producción se amplió con el tiempo, mostrando que el tratamiento con supermagro no solo aumenta la producción, sino que también puede mejorarla de manera más efectiva a lo largo de los años. En promedio, la producción anual del grupo tratado fue de 32.816 kilogramos, mientras que el grupo testigo produjo un promedio de 13.711 kilogramos.

A continuación, se presenta el análisis inferencial de ambos tratamientos para analizar la diferencia encontrada anteriormente entre ambos tratamientos. Con este análisis se busca responder la siguiente pregunta: ¿Existen diferencias en la producción de aguacate al realizar la aplicación del biofertilizante supermagro (T1) o no (testigo)?

Para responder la pregunta se realizó la comparación de las medias del resultado de producción en kilogramos de ambos tratamientos.

Se realizó la comparación de medias de los dos tratamientos o grupos, para esto primero se procedió a identificar si la variable de medición de rendimiento “producción” tiene una

distribución normal o no. Para lo que se aplicó un test estadístico en este caso fue el test de Kolmogorov-Smirnova debido a que la cantidad de casos supera el número de 50 datos.

Las hipótesis para la prueba de normalidad con el test de Kolmogorov-Smirnova para la variable “producción” fueron las siguientes.

Hipótesis Nula (H0): Los datos siguen una distribución normal.

Hipótesis Alternativa (H1): Los datos no siguen una distribución normal.

Tabla 15

Pruebas de normalidad

Pruebas de normalidad							
	Tratamiento	Kolmogorov-Smirnov^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Producción	T1	,145	44	,021	,900	44	,001
	Testigo	,134	44	,046	,889	44	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente. Autor

Teniendo en cuenta la prueba de normalidad donde el valor p (valor de probabilidad), con un valor de 0,001 y 0,00 para los tratamientos supermagro y testigo respectivamente se rechaza la hipótesis nula, esto significa que los datos no siguen una distribución normal, es decir que los datos corresponden a datos no paramétricos.

Teniendo en cuenta que los datos no siguen una distribución normal, a continuación, se realizó la prueba U de Mann Whitney para conocer si las medias son o no iguales, y para responder la pregunta.

Figura 21 Resultado prueba U de Mann Whitney

Estadísticos de prueba^a	
	Producción
U de Mann-Whitney	608,000
W de Wilcoxon	1598,000
Z	-3,004
Sig. asin. (bilateral)	,003

a. Variable de agrupación:
Tratamiento

Fuente. Autor

Teniendo en cuenta la anterior tabla sobre el resultado de la Prueba de Mann-Whitney pasamos a interpretar el p-valor “sig. Asintótica (bilateral)” que fue de 0,003, lo que significa que es menor a 0.05

Con lo anterior se concluye que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, donde se puede responder a la pregunta; de que si existe una diferencia estadísticamente significativa en el rendimiento de aguacate entre el tratamiento con la aplicación del fertilizante supermagro y el testigo.

Ventajas y desventajas del uso de Super Magro en Aguacate Hass (*Persea americana*), finca el Triunfo La Florida, del municipio El Pital – Huila

A continuación, se relaciona las ventajas y desventajas observadas tras el uso del biofertilizante Supermagro en el cultivo de aguacate Hass en la finca el triunfo.

Ventajas uso Supermagro

Obtención de un Producto más Sano. Con el uso del biofertilizante Supermagro se logró obtener un producto más sano y libre de ataque y presencia de patógenos. Lo anterior se encuentra alineado con los principios de la agricultura orgánica y regenerativa, que promueven la

salud del suelo y de los cultivos mediante prácticas que minimizan el uso de productos químicos sintéticos y fomentan la biodiversidad en el agroecosistema. Estudios han demostrado que la calidad nutricional de los alimentos puede mejorar cuando se utilizan enmiendas orgánicas y biológicas en lugar de fertilizantes químicos, lo que se traduce en un mejor perfil de nutrientes en los alimentos.

Figura 22

Producto de aguacate sin defectos en labor de cosecha – Finca El Triunfo



Fuente. Autor

Control Integrado de Plagas. Tras lograr reducir el uso de insumos químicos se ha contribuido a la gestión integrada de plagas que aboga por estrategias que minimizan el uso de pesticidas y herbicidas mediante el fomento de enemigos naturales de las plagas y el fortalecimiento de la resistencia de los cultivos. Al incorporar microorganismos antagonistas en el biofertilizante Supermagro, se promueve la salud de las plantas y se reduce la incidencia de enfermedades, lo que reduce la necesidad de pesticidas y fungicidas convencionales.

Figura 23

Árbol de aguacate libre de ataque o presencia de plagas



Fuente: Autor

Reducción en Costos de Producción. El productor manifestó la reducción en los costos de producción por la compra de insumos, lo que permitió enfocar la actividad agrícola hacia la eficiencia económica y agricultura sostenible, que reconoce que la reducción de la dependencia de insumos externos puede mejorar la rentabilidad a largo plazo de las explotaciones agrícolas. Al minimizar los costos asociados con la compra de productos químicos y la dependencia de asesores técnicos externos, los productores pueden mejorar su resiliencia económica y su autonomía.

Protección del Medio Ambiente. Con el uso del Supermagro se logra promover la protección del medio ambiente mediante el uso de sustancias biodegradables y de baja toxicidad, apoyando a los principios de la ecología, que resaltan la interconexión entre los organismos y su entorno. Al evitar la contaminación del suelo y del agua con productos químicos sintéticos, se

promueve la salud de los ecosistemas agrícolas y se preservan los servicios ambientales que proporcionan, como la regulación del clima y la conservación de la biodiversidad.

Desventajas uso Supermagro

A pesar de las numerosas ventajas que ofrece el uso del Supermagro en el cultivo de aguacate Hass en la finca EL Triunfo, también es importante considerar algunas desventajas y retos asociados con su aplicación. Estas desventajas pueden abordarse mediante una comprensión cuidadosa de los procesos de preparación y aplicación.

Falta de Planificación. En primer lugar, el proceso de elaboración del Supermagro debe ser laborioso y requiere de una planificación cuidadosa. Este proceso implica la recolección y preparación de los ingredientes necesarios, que pueden no estar disponibles durante todo el año. Esta limitación requiere que el productor planifique con anticipación y almacene los ingredientes de manera adecuada para garantizar un suministro continuo.

Posibles Efectos en la Salud. Además, el manejo del Supermagro requiere de precauciones especiales debido a la posibilidad de altas concentraciones de ciertos ingredientes que podrían ser perjudiciales para la salud humana por el uso o manipulación sin protección. Por lo que es necesario el uso de guantes y otras medidas de protección personal para evitar la exposición directa a estos componentes. Esta precaución refleja la importancia de la seguridad en el manejo de insumos agrícolas, que es un principio fundamental en la agricultura sostenible y la gestión de riesgos laborales.

Demanda de Personal Capacitado. También se identificó la necesidad de tiempo, mano de obra y espacio para la elaboración del Supermagro. La preparación del biofertilizante requiere de la manipulación de materiales orgánicos en descomposición, lo que puede generar olores

desagradables y atraer insectos no deseados, por lo que es necesario capacitar al productor o al empleado en el uso y manipulación de los insumos.

Riesgo de Contaminación. Por último, se identificó el riesgo de contaminación ambiental y del mismo cultivo si el Supermagro no se prepara correctamente. Se identificó cierta presencia de patógenos en la materia orgánica, esto puede afectar negativamente tanto a las plantas como al medio ambiente circundante. Este riesgo subraya la importancia de seguir prácticas de manejo adecuadas y garantizar la calidad y seguridad del producto final.

Discusión

Tras la realización del presente proyecto, que pretendió evaluar el rendimiento del cultivo de aguacate Hass tras la implementación del biofertilizante Supermagro frente al tratamiento testigo, es posible afirmar que los resultados obtenidos revelan una tendencia en la producción de aguacates en relación con los diferentes calibres a lo largo de los años evaluados. En primer lugar, se observó una variación en la producción según el tamaño del fruto, lo que indica que el rendimiento del cultivo está estrechamente relacionado con el tamaño y peso de los aguacates cosechados.

Tras la implementación del biofertilizante supermagro en el año 2020, la producción de aguacate mostró bajos rendimientos para los calibres de 12, 14, 16, 18 y 20, con solo 5, 20, 30, 32 y 25 cajas de 4 kilogramos, respectivamente. Estos calibres corresponden a aguacates que pesan entre 220 y 330 gramos. Por otro lado, los calibres 22, 24, 26, 28, 30 y 32, que comprenden frutos entre 90 y 200 gramos, mostraron una mayor producción con 68, 150, 201, 234, 554 y 926 cajas, respectivamente. En síntesis, se obtuvo una mayor cantidad de aguacates en los calibres con menor peso, lo que indica una tendencia hacia la producción de frutos más pequeños en este periodo.

Para el año 2021, la producción de aguacate aumentó para los calibres 24, 26, 28, 30 y 32, que abarcan pesos de 90 a 175 gramos. También se observó un incremento en los calibres más 22 a 12, en comparación con el año anterior, reflejando una mejora en el rendimiento general. En 2022, hubo un crecimiento significativo en la producción de los calibres 12, 14, 16, 18 y 20, con 70, 125, 378, 610 y 215 kilogramos, respectivamente. Asimismo, los calibres 22, 24, 26, 28, 30 y 32 continuaron mostrando altos rendimientos, con 608, 720, 495, 627, 384 y 621 cajas, respectivamente.

En el año 2023, la producción de aguacate alcanzó su punto máximo para los calibres 16, 18, 20 y 22, con 755, 1213, 1410 y 1183 cajas de 4 kilogramos. Los calibres 24, 28 y 32 también presentaron altos rendimientos, con 556, 529 y 459 cajas, respectivamente. Este aumento continuo en la producción a lo largo de los años sugiere una mejora significativa en el rendimiento de los aguacates tratados con el biofertilizante supermagro.

Tras la evaluación del tratamiento testigo sin la aplicación del biofertilizante en el año 2020, el calibre 32 (90-100 gramos) fue el más productivo con 2963 kilogramos, representando el 42% de la producción total. Este patrón continuó en 2021, con el calibre 32 produciendo 2240 kilogramos (22% de la producción total). En 2022, el calibre 24 (149-175 gramos) fue el más productivo con 2304 kilogramos (15% de la producción total). En 2023, el calibre 20 (200-220 gramos) fue el más productivo con 4512 kilogramos (20% de la producción total).

Este estudio revela que el biofertilizante supermagro tiene un efecto positivo significativo en la producción de aguacates. La diferencia en la producción se amplió con el tiempo, mostrando que el tratamiento con supermagro no solo aumenta la producción, sino que también puede mejorarla de manera más efectiva a lo largo de los años. En promedio, la producción anual del grupo tratado fue de 32.816 kilogramos, mientras que el grupo testigo produjo un promedio de 13.711 kilogramos.

Los anteriores resultados se pueden comparar con los obtenidos por el autor Bedoya, J., & Julca, O., (2021), que evaluó la aplicación de estiércol vacuno en aguacate, siendo este el mismo insumo utilizado en el biofertilizante del presente proyecto. Bedoya, et al., (2021), observó que para los frutos de calibre 10 y 12 (con un peso de 306-460 g/fruto), se evidenció un aumento del 3% en el peso de los frutos en los árboles que recibieron la dosis más alta de estiércol. Por su parte en el presente proyecto durante el último periodo evaluado de 2023, la

mayor producción bajo la aplicación de supermagro estuvo representada por los calibres 22, 20, 18, 16, 14 y 12, siendo aquellos frutos que oscilan entre los 175 gr hasta más de 330 gr.

Aunque los resultados muestran un aumento en la producción, es importante también evaluar la rentabilidad económica de la implementación del biofertilizante. Que según, Duran, N., (2020), es importante conocer la viabilidad tanto en lo económico como en los beneficios ambientales, Estos productos ayudan a mitigar los impactos negativos de la fertilización nitrogenada en la absorción, acumulación y disponibilidad de nutrientes. Además, se ha observado una mayor eficacia de los biofertilizantes en suelos con baja fertilidad. Es importante destacar que parte del nitrógeno aplicado al suelo puede contaminar las aguas superficiales y subterráneas a través de la escorrentía o los drenajes, lo que representa una amenaza para los organismos acuáticos.

Conclusiones

La producción anual de aguacates en el grupo tratado con supermagro mostró un incremento progresivo cada año. En 2020, la producción fue de 22.280 kilogramos, aumentando a 29.354 kilogramos en 2021, 36.914 kilogramos en 2022 y alcanzando 40.714 kilogramos en 2023. Este patrón de crecimiento indica una mejora sostenida en la productividad debido al uso del biofertilizante.

En todos los años evaluados, el grupo tratado con supermagro superó al grupo testigo en términos de producción. En 2020, el grupo testigo produjo 7.069 kilogramos, mientras que, en 2023, la producción fue de 22.275 kilogramos. Sin embargo, estos valores son considerablemente menores en comparación con los obtenidos en el grupo tratado con supermagro, lo que subraya la efectividad del fertilizante.

Para determinar si las diferencias en la producción entre los dos tratamientos fueron estadísticamente significativas, se realizó la prueba U de Mann-Whitney. Esta prueba se utilizó debido a que los datos no seguían una distribución normal, como se determinó mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov (valor $p = 0,001$ y $0,00$ para los tratamientos supermagro y testigo, respectivamente).

El resultado de la prueba U de Mann-Whitney mostró un valor p de $0,003$, indicando que es menor a $0,05$. Esto significa que existe una diferencia estadísticamente significativa en el rendimiento de aguacate entre el tratamiento con supermagro y el testigo.

Debido a que logró obtener un producto más saludable al garantizar la ausencia de patógenos y plagas, al fomentar la gestión de enemigos naturales y fortalecer la resistencia de los cultivos. Asimismo, el uso de Supermagro según el productor, permitió reducir los costos de producción al disminuir la necesidad de comprar insumos químicos. Por último, este

biofertilizante promovió la protección del medio ambiente al utilizar sustancias biodegradables y de baja toxicidad. Sin embargo, su aplicación también presenta desafíos y desventajas.

La elaboración del Supermagro puede ser laboriosa y requiere una planificación cuidadosa, mientras que su manejo implica precauciones especiales para evitar efectos negativos en la salud humana. Además, se necesita personal capacitado y tiempo, mano de obra y espacio para su preparación. Finalmente, existe un riesgo potencial de contaminación ambiental y del cultivo si el Supermagro no se prepara correctamente, lo que resalta la importancia de seguir prácticas de manejo adecuadas.

Recomendaciones

Aunque los resultados muestran un aumento en la producción, también se considera importante para futuros proyectos evaluar la rentabilidad económica de la implementación del biofertilizante. Esto incluye considerar el costo de adquisición y aplicación del fertilizante en comparación con el aumento en la producción y la calidad del cultivo.

Se sugiere para futuras investigaciones investigar más a fondo el impacto del Supermagro en la calidad nutricional de los aguacates, comparando su perfil de nutrientes con aquellos cultivados con métodos convencionales.

Aunque el estudio se centró en la producción y el impacto del fertilizante, se destaca la importancia de considerar los registros climatológicos de los semestres A y B de cada año. Estos datos pueden proporcionar información adicional sobre cómo las condiciones climáticas influyen en la efectividad del fertilizante y la producción de aguacates.

Dado que se identificó la necesidad de personal capacitado para la preparación y aplicación del Supermagro, se recomienda proporcionar programas de capacitación y asesoramiento técnico a los agricultores interesados en adoptar este biofertilizante. Esto ayudará a garantizar que se utilice de manera segura y eficaz, minimizando los riesgos para la salud humana y el medio ambiente.

Se recomienda explorar la posibilidad de integrar el uso del Supermagro con otras prácticas agroecológicas, como la rotación de cultivos, el uso de abonos verdes y la conservación del suelo. Esta integración puede potenciar los beneficios tanto agronómicos como ambientales, promoviendo sistemas agrícolas más resilientes y sostenibles a largo plazo.

Referencias

- Ángel, R. (2022, 5 de julio). *Cómo funciona el biofertilizante Super Magro - TvAgro por Juan Gonzalo Angel Restrepo* [Video]. YouTube.
https://www.youtube.com/watch?v=H3L_2MC8pQw
- Anaya, R., Vergara, M., Mora, G. (2020). *Cartilla De Procesos Productivos Del Cultivo De Aguacate En La Asociación Asproagricol De Guarne*. Asproagricol.
<https://coa.org.co/wp-content/uploads/2023/02/Cartilla-aguacate-2.pdf>
- Balcázar, A. (2023). Transformaciones En La Agricultura Colombiana Entre 1990 Y 2002. *Revista de Economía Institucional*, 5 (9), 1-18.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-59962003000200006
- Bedoya, J., & Julca, O. (2021). Efecto de la materia orgánica en el cultivo de palto variedad Fuerte en Moquegua, Perú. *Revista de Economía Institucional*, 39 (4), 111-119.
http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292021000400111
- Bernal, E., & Díaz, D. (2020). Actualización tecnológica y buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo de aguacate. *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA*. 1-777. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7403831>
- Balcázar, (2023). *Granja Agrosostenible Como Modelo De Mitigación De Impactos Ambientales Que Se Generan Por La Producción De Fertilizantes Industrializados*. [Tesis de Ingeniería, Universidad Santo Tomás]. Repositorio USTA.
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/52266/2023mariabalcazar.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Benavides, V., & Tulcan, G. (2015). *Efecto De la Utilización del Caldo Supermagro Como Fertilizante Foliar de Praderas, de La Finca “El Portal” Vereda Cubijan Alto –*

- Corregimiento de Catambuco, Pasto – Nariño*. [Monografía, Universidad de Nariño].
Repositorio institucional UDENAR. <https://sired.udenar.edu.co/1079/1/90730.pdf>
- Cardozo, A., El Mujtar, V., & Álvarez, V. (2021). *Manual para la elaboración de biofertilizante a partir de desechos agropecuarios*. Fontagro. 1-15.
https://www.fontagro.org/new/uploads/productos/16680_-_Producto_5.pdf
- Cuervo., V. (2012). *Documentación el proceso de certificación GlobalGap en cultivos de aguacate variedad Hass en el Oriente*. [Tesis de grado, Corporación Universitaria Minuto De Dios]. Repositorio institucional UNIMINUTO.
https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/5700/1/TAE_CuervoVallejoAngelDeJesus_2012.pdf
- Concejo Municipal de El Pital Huila, (2024). Pital. <http://www.concejoelpital-huila.gov.co/transparencia>
- Duran, N. (2020). *Fortalecimiento productivo y económico en la vereda Tambillo, municipio de Palermo (Huila), mediante el establecimiento técnico de un cultivo de frijol calima (Phaseolus vulgaris L.)*. [Tesis de ingeniería, Universidad de la Salle]. Repositorio Institucional LASALLE.
https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1197&context=ingenieria_agronomica
- Rojas, E. (2023, 13 de febrero). Informalidad dentro de la producción de aguacate podría traer graves consecuencias para el Huila. Diario del Huila.
<https://diariodelhuila.com/informalidad-dentro-de-la-produccion-de-aguacate-podria-traer-graves-consecuencias-para-el-huila/>

- Gutiérrez, S., & Orrego, P., (2023). Estrategia sostenible biotecnológica para disminuir los Agroquímicos en la producción del café en la vereda la Mercedes del pital huila. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7 (2), 1-28.
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5823
- Gobernación del Huila, (2018). Municipio del Pital.
<https://www.huila.gov.co/salud/loader.php?lServicio=Tools2&lTipo=descargas&lFuncion=descargar&idFile=50061>
- ICA, (2023). Desde el ICA aportamos para afianzar a Colombia como “Territorio Aguacate” de exportación. <https://www.ica.gov.co/noticias/ica-trabaja-afianzar-colombia-exportador-aguacate>
- INIFAP, (2020). Manuales Prácticos Para La Elaboración De Bioinsumos, Supermagro.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/737330/3_Supermagro.pdf
- ICA, (2018). Productores de aguacate de Pitalito conocieron plan de implementación para exportaciones. <https://www.ica.gov.co/noticias/ica-huila-plan-exportacion-aguacate>
- Monje., G. (2021, 13 de febrero). El Huila entra en el ‘boom’ del aguacate Hass. Diario del Huila. <https://diariodelhuila.com/el-huila-entra-en-el-boom-del-aguacate-hass/>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2023). Informes de Rendición de Cuentas 2022-2023. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia.
https://www.minagricultura.gov.co/planeacion-control-gestion/Gestin/INFORMES_RENDICION_DE_CUENTAS/Rendici%C3%B3n%20de%20Cuentas/Informe_de_Rendicion_de_Cuentas_2022_2023.pdf
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, (2024). 1.500 toneladas de aguacate Hass colombiano le pondrán sabor al Super Bowl, el más grande evento deportivo de Estados

- Unidos. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia.
<https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/1-500-toneladas-de-aguacate-Hass-colombiano-le-pondra%20en-sabor-al-Super-Bowl,-el-mas-grande-evento-deportivo-de-Estados-Unido.aspx#:~:text=Ya%20la%20logr%C3%B3%20en%20los,se%20exporta%20esta%20variedad%20de>
- Ruiz, A., Junqueira, M., & Mejía, M. (2016). Estabilidade do biofertilizante Supermagro. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 1(2), 152-156. <https://revistas.aba-agroecologia.org.br/rbagroecologia/article/view/16195/12284>
- Sánchez, M., Navarro, N., Hernández, D., González, A., Núñez, S. (2018). *Certificación De Buenas Prácticas Agrícolas*. [Tesis de ingeniería, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia]. Repositorio Institucional UPT.
https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/handle/001/6308/certificacion_buenas_practicas_agricolas.pdf;jsessionid=B99348FB9B6FF99E87DE3A31B8A6D65A?sequence=1
- Torres, C., & Trochez, G. (2023). El mercado del aguacate en Colombia. *Apuntes del Cenec*, 42(75), 273-292. <https://doi.org/10.19053/01203053.v42.n75.2023.15286>
- UNAD, (2014). Líneas de Investigación: desarrollo rural.
<https://academia.unad.edu.co/component/content/article/751-lineas-de-investigacion-cier?catid=85&Itemid=740>

Apéndices

Apéndice A

Resultado laboratorio fisicoquímico muestra de biofertilizante Supermagro

Página 1 de 2

FUNDASES INFORME DE RESULTADOS LABORATORIO FISCOQUIMICO INFO-LQA-76 VERSION: 95

TPO DE MUESTRA: Identificación: S382-1074-2022
 MATRIZ: Material orgánico líquido Fecha de emisión del informe: 2023-01-31

DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE: WILLIAM VEGA ESCALANTE	DIRECCIÓN: VEREDA LA FLORIDA
TELÉFONO: 3202104575	CUIDAD: EL PITAL
SITIO DE MUESTREO: N.A.	CORREO: www.100776@gmail.com
DATOS DE LA MUESTRA	
PUNTO DE MUESTREO: N.A.	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: S382-1074-2022
TIPO DE SUELO: MATERIAL ORGÁNICO LÍQUIDO	FECHA DE MUESTREO: 2022-11-28
TIPO DE MUESTREO: N.A.	FECHA EJECUCIÓN ANÁLISIS: 2023-01-23 A 2023-01-31
MUESTREO REALIZADO POR: CLIENTE -	FECHA RECEPCIÓN MUESTRA: 2022-11-29
CONDICIONES AMBIENTALES: N.A.	No PLAN DE MUESTREO: N.A.
OBSERVACIONES MUESTRA: RAZÓN SOCIAL: WILLIAM VEGA ESCALANTE - NIT: 12106785- MUNICIPIO: EL PITAL - PREDIO: EL TRUFINO- NOMBRE DEL PRODUCTO: BIOFERTILIZANTE ORGÁNICO MINERAL	

RESULTADOS

VARIABLES	METODO	UNIDAD	RESULTADO	REFERENCIA NORMATIVA	VERIFICACIÓN	FECHA EJECUCIÓN ANÁLISIS
Azúfre Soluble (S)	NTC 5187 / turbidimetría	g/L	8.97	Reportar	N.A.	2023-01-26
Calcio Soluble (CaO)	NTC 5187 / SM 3411 D- Absorción atómica	g/L	1.38	Reportar	N.A.	2023-01-30
Carbono Oxidable Total	NTC 5187 / gravimetría volumétrica	g/L	74.4	> 20	CONFORME	2023-01-27
Cobres Soluble	NTC 5187 - Absorción atómica	mg/L	0.25	Reportar	N.A.	2023-01-25
Densidad Líquidos	NTC 5187 / Gravimétrico	g/cm3	1.06	Reportar	N.A.	2023-01-24
Fosforo Soluble (P2O5)	NTC 5187/ NTC 5350 - Colorimétrico	mg/L	22	Mínimo 15 g/L	CONFORME	2023-01-24
Hierro Soluble	NTC 5187 - Absorción atómica	mg/L	66.8	Reportar	N.A.	2023-01-26
Magnesio Soluble (MgO)	NTC 5187 / SM 3111 B - Absorción atómica	g/L	3.24	Reportar	N.A.	2023-01-31
Manganeso Soluble	NTC 5187 - Absorción atómica	mg/L	1833	Reportar	N.A.	2023-01-25
Nitrogeno Total (N)	NTC 5187 / Volumétrico Kjeldahl	g/L	0.27	Mínimo 15	NO CONFORME	2023-01-30
Nitrogeno amoniacal	NTC 5565 / Destilación - Volumétrica	mg N-NH ₄ /L	465	Reportar	N.A.	2023-01-30
Nitrogeno Nitrico	NTC 5565 / Destilación - Volumétrica	mg N-NO ₃ /L	<0.01	Reportar	N.A.	2023-01-30
pH	NTC 5187 / Potenciométrico	Unidades	6.44	Máximo 8.5	CONFORME	2023-01-23
Potasio Soluble (K ₂ O)	NTC 5187/SM 3509A-B- Absorción atómica	g/L	32	Mínimo 15	CONFORME	2023-01-27

Este documento no tiene validez si no posee las firmas del personal autorizado de FUNDASES.
 Los resultados expresados en este informe, corresponden únicamente a la muestra analizada. Prohíbida la reproducción parcial o total de este informe, sin la aprobación escrita del laboratorio.
 Bogotá D.C Calle 89 No 87A-90 Piso 2 Parque de Innovación Social Tel 7593785-7983774-3212039902 E-mail: Serviciocliente@fundases.com

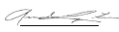

Página 2 de 2

FUNDASES INFORME DE RESULTADOS LABORATORIO FISCOQUIMICO INFO-LQA-76 VERSION: 95

Sodio Soluble	NTC 5187 - Absorción atómica	g/L	6.81	Máximo 10	CONFORME	2023-01-26
SÍO ₂ FUNDABLES en Agua	NTC 5187 / Gravimetría	g/L	0.37	Máximo 40	CONFORME	2023-01-24
Zinc Soluble	NTC 5187 - Absorción atómica	mg/L	2790	Reportar	N.A.	2023-01-25

Identificación: S382-1074-2022
 Fecha de emisión del informe: 2023-01-31

Observaciones:
 Ensayos realizados conforme a las normas:
 NTC 5167 Productos para la industria agrícola. Productos orgánicos, inorgánicos como abonos o fertilizantes y enmiendas o acondicionadores de suelo.
 Los resultados de la muestra analizada se compararon con la tabla de requisitos para abono orgánico líquido estabilizado, obtenido por fermentación o por adición de agua al tipo sólido orgánico, orgánico mineral sólido o mezcla de los anteriores, con posterior extracción al que puede o no, añadirse un fertilizante mineral.
 De acuerdo con la norma citada los valores para Fosforo Soluble, Nitrogeno Total y Potasio Soluble, se encuentra fuera de especificación.
 El resultado de nitrógeno total hace referencia a nitrógeno orgánico. El nitrógeno amoniacal y nitrógeno nítrico hace referencia a nitrógeno inorgánico o mineral.

Persona que autoriza el informe:  Verifica: 

Director Técnico LQZ Director Calidad FUNDASES

Fuente: Fundases (2023)

Apéndice B

Análisis de Suelos Cultivo Aguacate Hass, finca El Triunfo, El Pital - Huila

Informe N°		19778-V1-2023		N° de Laboratorio		ASU-06639-2023	
INFORME DE RESULTADOS							
ÁREA DE ANÁLISIS DE SUELOS							
Información del Cliente							
Remitente	WILLIAM VEGA ESCALANTE			Responsable		ING. HAROL YALIER VEGA LISCAND	
Propietario	SR. WILLIAM VEGA ESCALANTE			email contacto		hays125620@gmail.com; wive150674@gmail.com	
Fecha Ingreso	12-05-2023			Fecha Emisión		30-05-2023	
Información de la Muestra enviada por el cliente							
Cultivo / Variedad	AGUACATE - HASS			Lote / Bloque		1	
Municipio/Departamento/Finca	PITAL - HUILA		EL TRIUNFO		N° Contrato		N.A.
Información adicional	EDAD 9.5 AÑOS			Condiciones recepción		CONFORME	
ANÁLISIS CONVENCIONAL DE SUELO CAMPO*							
Descripción Física de la Muestra		SÓLIDO PARDOS OSCURO					
Variable	Expresión /Sigla	Resultados	Unidades	Rango Medio		Extractante/Técnica/Referencia	
pH	pH	5.24	pH_unt	5.80	6.80	Pesta de saturación / Conductimétrico / USDA Safety Laboratory	
Conductividad Eléctrica	CE	0.38	dSm	N.R.	N.R.	Pesta de saturación / Conductimétrico / USDA Safety Laboratory	
Capacidad de Intercambio Catiónica Efectiva	CICE	8.74	meq/100g	N.R.	N.R.	Cálculo	
Saturación de Humedad Media	N.A.	41.0	%	20.0	40.0	Pesta de saturación / Gravimétrico / USDA Safety Laboratory	
Carbono Orgánico Oxidable	CO _{ox}	7.52	%	2.0	4.0	Sin. Dicromato de Potasio / Colorimétrico / NTC 5423 Walkley-Black	
Materia Orgánica	MO	13.0	%	N.R.	N.R.	Cálculo	
Nitrogeno Total	N Total	0.627	%	N.R.	N.R.	Cálculo	
Densidad Aparente	d.a.	0.777	g/cm3	N.R.	N.R.	Cálculo	
Determinación de Textura							
Arcilla	Tex.	18.0		%		Análisis directo / Método de Bouyoucos	
arena	Tex.	20.0		%		Análisis directo / Método de Bouyoucos	
Limo	Tex.	62.0		%		Análisis directo / Método de Bouyoucos	
Textura	Tex.	Franco Limoso		Adimensional		Análisis directo / Método de Bouyoucos	
Variable	Expresión	Resultado (mg/kg)	Resultado (meq/100g)	Rango medio		Extractante / Técnica / Referencia	
Potasio Intercambiable	K	196	0.501	N.R.	N.R.	Sin. Acetato de Amonio / ICP-OES / P-ASU-630 V3	
Calcio Intercambiable	Ca	1250	6.25	3.00	6.00	Sin. Acetato de Amonio / ICP-OES / P-ASU-630 V3	
Magnesio Intercambiable	Mg	181	1.49	1.5	3	Sin. Acetato de Amonio / ICP-OES / P-ASU-630 V3	
Sodio Intercambiable	Na	18.8	0.082	0.04	0.48	Sin. Acetato de Amonio / ICP-OES / P-ASU-630 V3	
Acidez Intercambiable	Ac. Inter.	38.0	0.422	0.20	0.40	Sin. HCl 1N / Volumétrico / NTC 5263	
Hierro	Fe	7.18	N.A.	20	100	Sin. Acido Muriático / ICP-OES / NTC 5528-Método Interno	
Manganeso	Mn	36.9	N.A.	10.0	50.0	Sin. Acido Muriático / ICP-OES / NTC 5528-Método Interno	
Variable	Expresión	Resultado (mg/kg)	Resultado (meq/100g)	Rango medio		Extractante / Técnica / Referencia	
Cobre	Cu	0.330	N.A.	1.25	2.50	Sin. Acido Muriático / ICP-OES / NTC 5528-Método Interno	
Zinc	Zn	7.99	N.A.	2.00	5.00	Sin. Acido Muriático / ICP-OES / NTC 5528-Método Interno	
Boro	B	1.33	N.A.	0.50	1.00	Sin. Fosfato Monobásico de Calcio / Colorimétrico / Método Interno	
Fósforo	P	7.93	N.A.	15	30	Sin. Bray II / Colorimétrico / NTC 5330	
Azufre	S	8.40	N.A.	30.0	60.0	Sin. Fosfato Monobásico de Calcio / Turbidimétrico / Método Interno	
RELACIONES MATEMÁTICAS							
Variable	Expresión	Resultado	Unidades	Extractante / Técnica / Referencia			
Saturación de Magnesio	Sat. Mg	17.0	%	Cálculo			
Saturación de Sodio	Sat. Na	0.938	%	Cálculo			
Saturación de Aluminio	Sat. Al	4.83	%	Cálculo			
Saturación de Potasio	Sat. K	5.73	%	Cálculo			
Saturación de Calcio	Sat. Ca	71.5	%	Cálculo			
Relación Calcio/Magnesio	Ca/Mg	4.19	Adimensional	Relación matemática			
Relación Calcio/Potasio	Ca/K	12.5	Adimensional	Relación matemática			
Relación Magnesio/Potasio	Mg/K	2.97	Adimensional	Relación matemática			
Relación (Ca+Mg)/K	(Ca+Mg)/K	15.4	Adimensional	Relación matemática			
Observaciones a los resultados:		Convenciones:					
El resultado de Boro fue verificado		N.R. No registrado / N.A. No Aplica / Sin. Solución / N.S. No Suministrada / N.D. No Detectado / A.C. Análisis al límite de cuantificación del método / MfM Mineralización Via Húmeda / M.I. Muestra Insuficiente / CAA Espectroscopía de Absorción Atómica / CAA Espectroscopía de Emisión Atómica / ICP-OES Espectroscopía de Emisión Óptica de plasma acoplado inductivamente					

Autorizado por:



Edna Rojas de Ariza
Directora Técnica Operativa - Química - PQ 1081

Revisado por:



Adriana Navarro
Coordinadora de Área Lit. en Química

---- Fin del Informe ----

Fuente: Agrilab (2023)

Apéndice C

Cultivo de Aguacate Hass en producción finca El Triunfo, El Pital - Huila



Fuente: Autor

Apéndice D

Canasta con frutos de Aguacate Hass finca El Triunfo, El Pital - Huila



Fuente: Autor

Apéndice E

Pesaje de Fruto de Aguacate Hass finca El Triunfo, El Pital – Huila



Fuente: Autor

Apéndice F

Fruto de aguacate Hass en etapa de maduración



Fuente: Autor