

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE ALTO AMAZONAS
FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA



TESIS

Efecto de la fertilización y protección de frutos en la producción de guanábana
(*Annona muricata* L.) en San Martín

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo

PRESENTADO POR:

Lirio Reátegui Vásquez
(ORCID: 0009-0004-1619-1777)

ASESOR:

PhD. Enrique Arévalo Gardini
(ORCID 0000 0002 1725 6788)

Yurimaguas - Perú
2026

MDJ-02. DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Dr. **Marco Antonio Mathios Flores** coordinador de la facultad de Ingeniería y Ciencias,

Programadas de Estudios de Ingeniería Agrónoma, de la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas.

DECLARO:

Que el presente informe de Investigación titulado: “**Efecto de la Fertilización y Protección de Frutos en la Producción de Guanábana (Annona mucicata L.) en San Martín**”, constituye la memoria que presenta el Bachiller **Lirio Reategui Vásquez** para aspirar al Título de profesional en **Ingeniería Agrónoma** ha sido realizado en la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente Constancia en Yurimaguas, a los 18 días del mes de mayo del año 2026.



Ph.D. Enrique Arévalo Gardini

Asesor

DNI: 22996339

Efecto de la fertilización y protección de frutos en la producción de **Guanábana** (*Annona muricata L.*) en san Martín.

TESIS

Presentada para optar el Título de Ingeniero Agrónomo

JURADO CALIFICADOR



Dra. Magaly Alejandra
Brousett Minaya
Presidente



Dr. Hipolito Murga Orillo
Miembro



Dr. Juan Daniel Villacís
Fajardo
Miembro



Ph.D. Enrique Arévalo
Gardini
Asesor

Yurimaguas 18 de mayo del 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE ALTO AMAZONAS

**FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**

TESIS

Efecto de la fertilización y protección de frutos en la producción de guanábana
(*Annona muricata* L.) en San Martín

Para optar el Título Profesional de Ingeniería Agrónoma

PRESENTADO POR:

Bach. Lirio Reátegui Vásquez

ASESOR:

PhD. Enrique Arévalo Gardini

Yurimaguas – Perú

2026

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicado a mi familia por su apoyo constante económicamente y moralmente, a mis hijos por ser el gran motivo de esfuerzo y perseverancia para lograr mis objetivos y poder ser un profesional que contribuya por el engrandecimiento de mi Distrito, Provincia y país.

A mi madre, Zadith Vázquez Coral, por ser ejemplo de perseverancia, dedicación y esfuerzo constante.

A mi pareja, Tatiana Murayari Caballero, por su apoyo incondicional, comprensión y compañía en cada etapa, tanto en los momentos de alegría como en los de dificultad.

A mis hijos, Lirio, María, Bianca y Fátima de los Ángeles por ser mi motivo para seguir adelante y cumplir mis sueños para dales una vida digna y ser su ejemplo.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento:

A Dios, por concederme vida, salud y fortaleza; por iluminar mi camino en los momentos de dificultad y guiarme siempre con sabiduría para crecer personal y profesionalmente.

A la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas (UNAAA), en especial a la Facultad de Ingeniería y Ciencias y a la Escuela Profesional de Agronomía, por brindarme una sólida formación académica y la oportunidad de forjarme como un profesional al servicio de la sociedad.

Al Instituto de Cultivos Tropicales (ICT), por las facilidades otorgadas para la realización de esta investigación, así como a todo su equipo técnico y profesional, cuyo apoyo fue fundamental en el desarrollo de las actividades de campo.

A mi asesor, Ph.D. Enrique Arévalo Gardini, por su orientación, paciencia y valiosos aportes al logro de los objetivos planteados en este trabajo.

A los miembros de mi jurado, Dra. Magaly Alejandra Brousett Minaya, Dr. Hipólito Murga Orillo y al Dr. Juan Daniel Villacis Fajardo por sus observaciones, recomendaciones y acompañamiento durante el proceso de revisión y mejora de mi tesis.

Al Ingeniero Jimmy W. Chupillon Cubas por su asesoramiento y apoyo para la elaboración de mi tesis.

A mis compañeros de estudio y a todas las personas que, de una u otra manera, contribuyeron a la culminación de este trabajo académico.

RESUMEN

La presente investigación evaluó el efecto de la fertilización y la protección física de frutos sobre el rendimiento y la calidad del cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.) en el Instituto de Cultivos Tropicales, distrito de La Banda de Shilcayo, región San Martín. El estudio experimental se desarrolló bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con arreglo factorial 2×2 más un testigo absoluto, evaluando dos niveles de fertilización (alta: 200-50-250 kg/ha de N-P-K; baja: 100-25-150 kg/ha) y dos tipos de protección del fruto (bolsa de papel kraft y bolsa de polietileno). Se trabajó con 300 plantas distribuidas en tres bloques, con distanciamiento de 3 m × 3 m, seleccionando 20 plantas por tratamiento y 6 plantas como unidades de observación. Los resultados demostraron que la fertilización alta incrementó significativamente el número, peso, diámetro y longitud de los frutos, así como el rendimiento total. El embolsado con papel kraft mejoró la retención y calidad mediante protección contra plagas y modificación del microclima. El tratamiento óptimo (fertilización alta + kraft) alcanzó rendimientos de 18.56 t/ha, 3.7 veces superiores al testigo sin manejo, representando incrementos de hasta 270%. La ausencia de interacción significativa entre factores indica que actúan de forma independiente, con efectos aditivos. El estudio confirma que la fertilización y protección física son factores determinantes de la productividad y calidad de la guanábana, demostrando el enorme potencial productivo bajo manejo tecnificado, contribuyendo significativamente a mejorar la rentabilidad y competitividad del cultivo en mercados nacionales e internacionales.

Palabras clave: Guanábana, fertilización, embolsado, rendimiento, calidad del fruto.

ABSTRACT

This research evaluated the effect of fertilization and physical fruit protection on the yield and quality of soursop (*Annona muricata* L.) cultivation at the Institute of Tropical Crops, La Banda de Shilcayo district, San Martín region. The experimental study was conducted under a Randomized Complete Block Design (RCBD) with a 2×2 factorial arrangement plus an absolute control, evaluating two fertilization levels (high: 200-50-250 kg/ha of N-P-K; low: 100-25-150 kg/ha) and two types of fruit protection (kraft paper bag and polyethylene bag). The study involved 300 plants distributed in three blocks, with 3 m × 3 m spacing; 20 plants per treatment and 6 plants per observation unit were selected. Results demonstrated that high fertilization significantly increased fruit number, weight, diameter, and length, as well as total yield. Bagging with kraft paper improved fruit retention and quality by providing pest protection and modifying the microclimate. The optimal treatment (high fertilization + kraft) achieved a yield of 18.56 t/ha, 3.7 times that of the unmanaged control, representing an increase of up to 270%. The absence of significant interaction between factors indicates they act independently with additive effects. The study confirms that fertilization and physical protection are determining factors of soursop productivity and quality, demonstrating the substantial productive potential under technical management and contributing significantly to improving the crop's profitability and competitiveness in national and international

Keywords: Soursop, fertilization, bagging, yield, fruit quality.

INTRODUCCIÓN

La guanábana (*Annona muricata* L.) es una de las especies frutales tropicales más importantes de la Amazonía y del mundo, reconocida por su valor económico, nutricional y medicinal. Originaria de las zonas húmedas de América tropical, su cultivo se ha ampliado debido a la creciente demanda de fruta fresca y de productos procesados de alto valor agregado.

En la Amazonía peruana, particularmente en la región San Martín, la guanábana ha adquirido relevancia como cultivo de interés comercial y social, destacando por su buena adaptación a suelos ácidos y climas cálidos húmedos. No obstante, los rendimientos promedio en campo se mantienen por debajo del potencial genético de la especie, principalmente debido a la escasa aplicación de tecnologías agronómicas basadas en evidencia científica.

En este contexto, la fertilización racional y la protección física del fruto mediante técnicas de embolsado emergen como herramientas clave para optimizar el rendimiento y mejorar la calidad del producto. La fertilización adecuada permite suplir los requerimientos nutricionales del cultivo, favoreciendo el crecimiento vegetativo, la floración y el llenado del fruto; mientras que el embolsado actúa como una barrera protectora frente a insectos, enfermedades y daños mecánicos, además de generar un microclima estable que mejora las condiciones de maduración. Por ello, la presente investigación se planteó con el propósito de evaluar el efecto de dos fertilizaciones y de dos tipos de protección física del fruto sobre el rendimiento y la calidad de la guanábana en condiciones tropicales del Instituto de Cultivos Tropicales (ICT), región San Martín.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
INTRODUCCIÓN.....	vii
ÍNDICE.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
CAPÍTULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	13
1.1. Identificación y determinación del problema.....	13
1.2. Delimitación de la investigación.....	15
1.3. Formulación del problema.....	16
1.3.1. Problema general.....	16
1.3.2. Problemas específicos.....	16
1.4. Formulación de objetivos.....	16
1.4.1. Objetivo general.....	16
1.4.2. Objetivos específicos.....	16
1.5. Justificación de la investigación.....	17
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	19
2.1. Antecedentes de estudio.....	19
2.2. Bases teóricas.....	24
2.3. Definición de términos básicos.....	29
2.4. Formulación de hipótesis.....	31
2.5. Identificación de variables.....	31

2.6. Operacionalización de variables.....	33
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	34
3.1. Tipo de investigación	34
3.2. Nivel de investigación.....	34
3.3. Métodos de investigación.....	34
3.4. Diseño de investigación	35
3.5. Población y muestra	39
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	40
3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos	41
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	42
3.9. Tratamiento estadístico	42
3.10. Orientación ética, filosófica y epistemológica	44
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	45
4.1. Resultados	45
4.2. Discusión de resultados.....	57
CONCLUSIONES	66
RECOMENDACIONES	68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
ANEXOS.....	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dimensiones e indicadores de variable independiente.....	32
Tabla 2. Dimensiones e indicadores de variable dependiente.....	32
Tabla 3. Matriz de operacionalización de variables.....	33
Tabla 4. Tratamientos aplicados.....	38
Tabla 5. Técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de datos	41
Tabla 6. Análisis de la Varianza para el Número de Frutos Cosechados de Guanábana.....	45
Tabla 7. Efectos Independientes de la Fertilización y la Protección de Frutos en el Número de Frutos Cosechados.....	46
Tabla 8. Número de Frutos Cosechados por Tratamiento.....	47
Tabla 9. Análisis de la Varianza para el Peso de Frutos (kg) de Guanábana.....	48
Tabla 10. Efectos independientes de la fertilización y la protección de frutos en el peso de frutos de guanábana.....	48
Tabla 11. Peso de Frutos por Tratamientos Aplicados a la Guanábana.....	49
Tabla 12. Análisis de la Varianza para el Diámetro del Fruto de Guanábana	49
Tabla 13. Efectos independientes de la fertilización y la protección de frutos en el diámetro de frutos de guanábana.....	50
Tabla 14. Diámetro de Fruto (kg) por Tratamientos Aplicados a la Guanábana	51
Tabla 15. Análisis de la Varianza para la Longitud del Fruto (cm) de Guanábana	52
Tabla 16. Efectos Independientes de la Fertilización y la Protección de Frutos en la Longitud del Fruto (cm) de Guanábana	53
Tabla 17. Longitud de Fruto (cm) por Tratamientos Aplicados a la Guanábana.....	53
Tabla 18. Análisis de la Varianza para el Rendimiento de la Guanábana (kg/ha).....	54
Tabla 19. Efectos Independientes de la Fertilización y la Protección de Frutos en el Rendimiento de Frutos de Guanábana por Planta y por Hectárea	55

Tabla 20. Rendimiento de Frutos de Guanábana por Tratamientos Aplicados.....	57
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de parcela experimental “Juan Bernito” del Instituto de Cultivos Tropicales, ciudad de Tarapoto, Link https://maps.google.com/	38
Figura 2. Disposición de los tratamientos en los tres bloques experimentales, cada uno conformado por cinco parcelas (T ₀ a T ₄) distribuidas al azar.....	39
Figura 3. Esquema representativo de la parcela experimental: los puntos rojos representan las plantas evaluadas.....	39

CAPÍTULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

El manejo agronómico integral constituye un factor determinante de la productividad de los cultivos frutales tropicales. En el caso de la guanábana, perteneciente a la familia Annonaceae, ha crecido por la amplia gama de compuestos bioactivos con potencial nutracéutico y farmacológico, así como por la creciente demanda de fruto fresco en mercados nacionales e internacionales (Rajeswari, Ilango, & Narayanasamy, 2012). Esta tendencia impulsa a fortalecer los sistemas de producción en regiones tropicales como San Martín, donde el cultivo se adapta favorablemente, pero aún presenta rendimientos por debajo de su potencial.

En el contexto peruano, la guanábana representa una alternativa importante para la diversificación agrícola y la sostenibilidad económica de los agricultores amazónicos. No obstante, los rendimientos promedio registrados en plantaciones comerciales de la región oscilan entre 3279,63 kg/ha, valores inferiores a los observados en sistemas tecnificados de otros países tropicales, donde la aplicación racional de fertilizantes y el manejo fitosanitario contribuyen a maximizar la productividad (Marmolejo et al., 2020). Esta brecha productiva refleja una gestión agronómica aún empírica, en la cual las dosis de nutrientes y las labores culturales se definen sin un sustento experimental local.

La fertilización constituye uno de los pilares fundamentales para el desarrollo fisiológico y reproductivo del cultivo, dado que el suministro equilibrado de nitrógeno, fósforo y potasio favorece la actividad fotosintética, la floración y el llenado de frutos (Sánchez, 2023). Sin embargo, en la mayoría de plantaciones de San Martín se aplican dosis no estandarizadas que conllevan deficiencias nutricionales, frutos de bajo peso y madurez desinforme

Asimismo, la práctica del embolsado del fruto empleando materiales como papel kraft o polietileno se ha posicionado como una técnica de protección física que reduce el daño por insectos, la incidencia de enfermedades y las pérdidas mecánicas, además de mejorar la apariencia externa del fruto. Investigaciones recientes en frutales como cítricos han demostrado que el embolsado modifica el microclima alrededor del fruto, mejora la coloración de la cáscara y mantiene la calidad durante la maduración (Kumar et al., 2021). No obstante, para guanábana, los estudios sobre la interacción entre el tipo de bolsa de protección y la fertilización son aún escasos.

El ICT, ubicado en la localidad de La Banda de Shilcayo, región San Martín, identificó la necesidad de generar información científica sobre el efecto combinado de la fertilización y la protección del fruto en la productividad de la guanábana. La ausencia de investigaciones sistemáticas limita la formulación de recomendaciones agronómicas adaptadas a las condiciones edafo-climáticas del valle tropical. Ante esta situación, se planteó la presente investigación con el propósito de determinar la influencia de ambos factores sobre las variables productivas del cultivo, contribuyendo a optimizar su manejo y a fortalecer la competitividad de los sistemas frutícolas amazónicos.

1.2. Delimitación de la investigación

Delimitación espacial: La investigación se realizó en la estación experimental ICT, ubicados en el distrito de La Banda de Shilcayo, provincia y región San Martín, Perú ($06^{\circ} 28' S$; $76^{\circ} 22' O$; altitud ≈ 350 m s. n. m.). El ICT constituye un centro de referencia para la investigación aplicada y conservación de germoplasma de especies tropicales, representativo de las condiciones agroecológicas del valle del Huallaga.

Delimitación temporal. El estudio se desarrolló durante el periodo enero – diciembre de 2024, abarcando las etapas fenológicas de floración, cuajado, desarrollo y madurez fisiológica del fruto. Las evaluaciones de las variables productivas se realizaron en la fase de cosecha comercial.

Delimitación temática: El trabajo comprendió dos factores experimentales: niveles de fertilización (alta y baja) y tipos de bolsa de protección (kraft y polietileno), además de un tratamiento testigo sin aplicación. Se evaluaron cinco variables dependientes: número de frutos por planta, peso promedio del fruto, diámetro, longitud y rendimiento total por planta. No se incluyeron análisis de calidad poscosecha ni evaluaciones químicas o sensoriales del fruto.

Delimitación metodológica: Se utilizó un diseño en bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial $2 \times 2 + 1$, empleando cuatro repeticiones por tratamiento. La investigación tuvo un enfoque cuantitativo, de nivel experimental aplicado, orientado a establecer relaciones causa-efecto y formular recomendaciones técnicas para mejorar la productividad del cultivo de guanábana en la Amazonía peruana.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál es el efecto de los niveles de fertilización y del tipo de protección física del fruto sobre el crecimiento, rendimiento y calidad de la guanábana en las condiciones edafoclimáticas del I C T, región San Martín?

1.3.2. Problemas específicos

1. ¿Cómo varía el rendimiento productivo de la guanábana en función de dos fertilizaciones y de dos tipos de protección de los frutos?
2. ¿Qué efecto tiene la fertilización y la protección sobre el crecimiento y las características físicas del fruto (peso, diámetro y longitud)?
3. ¿Existe interacción significativa entre la fertilización y la protección del fruto que influya en la productividad y calidad del cultivo de guanábana en el ICT, región San Martín?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de dos tipos de fertilizaciones y de dos tipos de protección física del fruto sobre el crecimiento, rendimiento y calidad de la guanábana en las condiciones edafoclimáticas del I.C.T, región San Martín.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar el rendimiento productivo del cultivo de guanábana bajo diferentes niveles de fertilización y tipos de protección del fruto.
- Analizar la influencia de la fertilización y de la protección del fruto en las variables morfométricas del fruto: peso, diámetro y longitud.

- Identificar la interacción entre la fertilización y la protección en el rendimiento de los frutos de guanábana.

1.5. Justificación de la investigación

La guanábana, es una especie frutal de alto potencial económico y social en la Amazonía peruana, cuyo cultivo se ha extendido en los últimos años debido a la creciente demanda nacional e internacional de su fruto fresco y procesado. Sin embargo, su productividad en campo continúa siendo limitada por la escasa adopción de prácticas agronómicas basadas en evidencia científica. Entre los factores más determinantes destacan la nutrición mineral insuficiente y la falta de métodos eficaces de protección del fruto durante su desarrollo, que ocasionan pérdidas de rendimiento y disminución de la calidad comercial.

La aplicación de programas de fertilización racional constituye un componente esencial para optimizar el crecimiento y la productividad de los frutales tropicales, al garantizar el equilibrio nutricional y el adecuado funcionamiento fisiológico de la planta. Del mismo modo, el uso de técnicas de protección del fruto, como el embolsado con materiales kraft o polietileno, contribuye a reducir el daño causado por insectos, enfermedades y factores ambientales, además de mejorar las condiciones microclimáticas durante el llenado y maduración. A pesar de los beneficios demostrados en otros cultivos, en guanábana estas prácticas no han sido validadas experimentalmente en las condiciones agroecológicas de la región San Martín.

El presente estudio adquiere relevancia porque aborda, de manera simultánea, la influencia de la fertilización y de la protección del fruto sobre variables cuantitativas directamente relacionadas con la productividad, como el número de frutos por planta, el peso promedio, el diámetro, la longitud y el rendimiento total. Al emplear un diseño experimental

factorial, la investigación permitirá identificar posibles interacciones entre ambos factores, generando información precisa y estadísticamente sustentada.

Desde el punto de vista científico, los resultados contribuirán a ampliar el conocimiento sobre la fisiología productiva de la guanábana bajo condiciones tropicales húmedas, aportando evidencia que pueda orientar futuras investigaciones en nutrición y manejo del cultivo. En el plano práctico, los hallazgos permitirán establecer recomendaciones técnicas aplicables al manejo agronómico del cultivo, optimizando el uso de insumos, mejorando la calidad del fruto y promoviendo la sostenibilidad económica de los productores locales.

Asimismo, el estudio está orientado a fortalecer la investigación aplicada y la innovación tecnológica para el desarrollo agrícola regional. En conjunto, la investigación representa un aporte significativo al fortalecimiento de la cadena de valor de la guanábana en la Amazonía peruana, contribuyendo a la seguridad alimentaria, la diversificación productiva y la generación de ingresos sostenibles para las comunidades rurales.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Quezada Heredia (2022) desarrolló la investigación titulada “Efecto de la aplicación de diferentes nutrientes en el amarre de flores y frutos del cultivo de guanábana en Milagro, Guayas”, con el objetivo de mejorar el amarre de flores y frutos de guanábana mediante la aplicación foliar y edáfica de micronutrientes complementarios. El estudio se realizó en el cantón Milagro (provincia del Guayas) bajo un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, evaluando combinaciones de nutrientes como (Calcio + Boro), (Arnes + Xeltron), (Menores + Citokin) y (Complefol).

Las variables analizadas incluyeron número de días a la floración, número inicial de flores, días a la formación de frutos, número de flores cuajadas, porcentaje de cuaje, flores abortadas y porcentaje de aborto de flores.

Los resultados mostraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, destacando T1 (Edáfica + Calcio + Boro) como el más eficiente, logrando un promedio de 31.8 días a la floración, 7 flores iniciales por planta, 16.6 flores cuajadas y 40.48 % de cuaje. Se concluyó que el uso de calcio y boro como enmiendas a la fertilización edáfica favorece el desarrollo floral y el cuajado del fruto, recomendándose su aplicación como complemento en programas de fertilización del cultivo.

Villarreal-Fuentes et al. (2020) desarrollaron la investigación titulada “Caracterización *in situ* (*Annona muricata* L.) en Región, Chiapas, México”, con el propósito de evaluar la variabilidad morfológica, física y química de frutos de guanábana cultivados en cuatro municipios de la región del Soconusco (Tapachula, Mazatán, Cacahoatán y Huehuetán), a fin de identificar materiales con potencial comercial y nutracéutico.

Se evaluaron características físicas y bioquímicas tales como peso del fruto, de la pulpa, cáscara, raquis y semillas; número de semillas; longitud y diámetro del fruto; parámetros de color (luminosidad, cromaticidad y matiz); sólidos solubles totales ($^{\circ}$ Brix), acidez titulable, azúcares totales, fenoles totales y actividad antioxidante (métodos DPPH, ABTS y FRAP). Los datos se analizaron mediante estadística descriptiva, análisis de conglomerados jerárquicos (Ward) y análisis discriminante canónico, utilizando el software SAS v.8.0.

Los resultados revelaron una alta variabilidad fenotípica y química entre los genotipos evaluados, con coeficientes de variación superiores al 60 % en peso de fruto y número de semillas. Se formaron cuatro grupos diferenciados: los grupos 1 y 2 (árboles de Tapachula y Huehuetán) presentaron frutos de mayor tamaño y peso promedio (1.5–3.2 kg), orientados al consumo en fresco; mientras que los grupos 3 y 4 (árboles de Mazatán y Cacahoatán) destacaron por mayor contenido de fenoles totales (hasta 4.4 mg EAG \cdot 100 g $^{-1}$), azúcares (22.1 g \cdot 100 g $^{-1}$) y elevada actividad antioxidante, con valores máximos de 136.6 mg EAA \cdot 100 g $^{-1}$ (DPPH).

Kome et al. (2024) desarrollaron la investigación titulada “Requisitos edáficos básicos de guanabana (*Annona muricata* L.)”, con el objetivo de identificar los requerimientos edáficos y climáticos óptimos para el cultivo, a fin de establecer criterios de manejo de suelo que favorezcan su crecimiento y productividad. El estudio consistió en una revisión

bibliográfica exhaustiva y el análisis comparativo de estudios de campo realizados en América, África y Asia, integrando información sobre condiciones ambientales, propiedades físicas y químicas del suelo, y prácticas agronómicas recomendadas.

El estudio evidenció que, aunque la guanábana puede adaptarse a distintos tipos de suelo, su rendimiento potencial se alcanza únicamente bajo condiciones de fertilidad media a alta, buena aireación y drenaje adecuado. Además, se resaltó la necesidad de realizar ensayos de campo a largo plazo para validar las recomendaciones y ajustar las dosis de fertilización según las condiciones edafo-climáticas específicas de cada región tropical. Los autores concluyeron que la falta de información local sobre requerimientos nutricionales limita la formulación de programas de fertilización precisos y que, por tanto, la investigación en manejo del suelo y nutrición mineral del cultivo debe ser prioritaria para optimizar su productividad sostenible.

Leite, Souza, Souza, Fonseca y Zanuncio (2012) desarrollaron la investigación titulada “El ensacado de los frutos de *Annona crassiflora* para controlar los barrenadores de frutos”, con el objetivo de evaluar la efectividad del ensacado de frutos en el control del barrenador del fruto *Cerconota* sp. (Lepidóptera: Oecophoridae) en el estado de Minas Gerais, Brasil. El estudio se realizó en la comunidad rural de Olhos D’Água, a 990 m s. n. m., con condiciones climáticas de temperatura promedio de 25 °C, bajo un diseño experimental completamente al azar con tres tratamientos: frutos embolsados con bolsas plásticas transparentes, frutos embolsados con bolsas de papel kraft y un testigo sin embolsar.

En total se evaluaron 300 frutos distribuidos en cinco categorías de diámetro inicial (0.5–1.99; 2.00–3.99; 4.00–7.90; 8.00–11.90 y 12.00–16.00 cm), con 20 frutos por categoría y tratamiento. Los frutos embolsados se inspeccionaron semanalmente para registrar el número de frutos perforados, número de larvas por fruto y variación en diámetro y altura. Los

resultados demostraron que el embolsado con bolsas plásticas perforadas redujo significativamente el ataque de *Cerconota* sp. en comparación con el testigo, con 0 % de infestación en frutos embolsados menores de 2 cm de diámetro, mientras que en frutos no embolsados la infestación alcanzó el 100 % al final del ciclo. Además, los frutos embolsados mostraron mayor diámetro y altura promedio, evidenciando una mejora morfológica asociada a la protección física. Por el contrario, las bolsas de papel kraft resultaron ineficientes debido a su degradación por humedad y lluvias durante el desarrollo del fruto. Los autores concluyeron que el ensacado temprano (cuando los frutos tienen menos de 2 cm de diámetro) constituye una práctica eficaz, económica y sostenible para el control de barrenadores, recomendando su adopción en sistemas de producción de anonáceas. Este antecedente resalta la importancia del embolsado como herramienta de manejo integrado que, además de reducir daños entomológicos, mejora la apariencia y el tamaño del fruto, resultados extrapolables al cultivo de guanábana.

Le et al. (2024) desarrollaron la investigación titulada “Evaluación de cambios en la calidad del producto y la actividad antioxidante de la guanabana seca (*Annona muricata* L.) durante el almacenamiento del producto”, con el objetivo de evaluar los efectos de diferentes materiales de embalaje y temperaturas de almacenamiento sobre la calidad fisicoquímica, microbiológica y antioxidante de la guanábana deshidratada. El estudio se llevó a cabo en el Instituto de Tecnología Aplicada y Desarrollo Sostenible de la Universidad Nguyen Tat Thanh (Vietnam), aplicando un diseño completamente aleatorizado con cuatro tipos de envase, bolsa de papel (P), bolsa de papel combinada con polietileno (P/PE), bolsa de aluminio combinada con PE (Al/PE) y frascos de tereftalato de polietileno (PET) y cuatro temperaturas de almacenamiento (5, 15, 30 y 45 °C) durante cuatro semanas. Los frutos de *A. muricata* fueron cosechados en el distrito de Tan Phu Dong, provincia de Tien Giang, a las 12 semanas de madurez fisiológica, deshidratados mediante secado por bomba de calor (35 °C,

50 Hz) hasta un contenido final de humedad menor al 15 %. Posteriormente se evaluaron las variaciones en color (parámetros L*, a*, b* y ΔE), humedad, contenido total de ácido ascórbico (TAA), polifenoles (TPC), flavonoides (TFC), y actividad antioxidante mediante los métodos DPPH y ABTS, además de análisis microbiológicos conforme a las normas TCVN 6507, 6404 y 4884. Los resultados mostraron que la combinación de envase PET y temperatura de 15 °C conservó de manera óptima las propiedades del producto, reteniendo 63.4 % de TAA, 64.8 % de TPC, 75 % de TFC y hasta 84 % de actividad antioxidante ABTS tras 4 semanas, con humedad promedio de 22.97 ± 0.09 %. En contraste, el almacenamiento a 30–45 °C o en bolsas de papel produjo oscurecimiento ($\Delta E > 20$) y pérdidas superiores al 50 % de compuestos fenólicos.

Se concluyó que el tipo de envase y la temperatura son factores determinantes para preservar la estabilidad de los compuestos bioactivos del fruto; destacaron que el envase PET a 15 °C proporciona la mejor conservación de calidad, prolongando la vida útil y valor funcional de la guanábana deshidratada. Este antecedente aporta evidencia relevante sobre la interacción entre condiciones de almacenamiento, propiedades antioxidantes y calidad nutracéutica de productos derivados de *A. muricata*, información esencial para el manejo postcosecha y procesamiento de la especie en regiones tropicales.

Dada et al. (2019) desarrollaron la investigación titulada “Efecto de diversas fuentes de nutrientes en el crecimiento de plántulas de *Annona muricata* Linn”, con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes fuentes de nutrientes —orgánicos, inorgánicos y combinados— sobre el crecimiento inicial de plántulas de guanábana. El estudio se realizó en el invernadero del Departamento de Ciencia y Biotecnología de Plantas de la Universidad Estatal de Ekiti, en Ado-Ekiti, Nigeria, bajo un diseño completamente aleatorizado con 21 tratamientos y tres repeticiones, durante un periodo de tres meses de evaluación. Los tratamientos incluyeron fuentes orgánicas (estiércol de vacuno, estiércol de aves y jacinto de agua) aplicadas a dosis

de 100 y 200 kg/ha, así como fertilizante inorgánico NPK (15-15-15) a las mismas concentraciones. Además, se evaluaron combinaciones de las fuentes orgánicas en proporciones 1:1, 1:2 y 2:1, junto con un testigo sin fertilización. Las variables analizadas fueron altura de planta, diámetro de tallo, área foliar y número de hojas, tomando mediciones semanales. Los datos fueron procesados mediante análisis de varianza (ANVA) y comparación de medias por prueba de Duncan (DMRT) al 5 % de probabilidad. Los resultados evidenciaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre tratamientos. Las plántulas fertilizadas con NPK a 200 kg/ha alcanzaron los mayores valores promedio en área foliar (32.75 cm^2), diámetro de tallo (2.25 cm) y número de hojas (31), seguidas de las tratadas con estiércol de aves (23.5 cm de altura) y estiércol de vacuno (23.0 cm).

Asimismo, resaltaron que el enriquecimiento del suelo con materia orgánica favorece la retención de humedad y la disponibilidad de macronutrientes esenciales (N, P y K), mejorando la uniformidad de crecimiento y la productividad potencial del cultivo.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Variable: fertilización y protección del fruto

2.2.1.1. Agricultura

La agricultura moderna constituye una disciplina científica que integra conocimientos biológicos, físicos y tecnológicos orientados a la producción sostenible de alimentos, fibras y materias primas (FAO, 2023). Su objetivo es optimizar los sistemas agrícolas mediante el uso racional de recursos naturales, la conservación del suelo y la aplicación eficiente de nutrientes (González, 2022). En regiones tropicales, la agricultura desempeña un papel crucial en la seguridad alimentaria y en el desarrollo rural, siendo la fruticultura una alternativa estratégica para la diversificación productiva (Marmolejo et al., 2020).

2.2.1.2. Fertilización

La fertilización es el proceso mediante el cual se suministran nutrientes esenciales al suelo o directamente a las plantas para mantener la fertilidad y maximizar la productividad agrícola (Havlin et al., 2021). Los elementos esenciales para el crecimiento vegetal se clasifican en macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S) y micronutrientes (Zn, B, Fe, Mn, Cu, Mo y Cl), siendo los macronutrientes primarios nitrógeno, fósforo y potasio (Sánchez, 2023).

En frutales tropicales, una adecuada nutrición mineral incrementa la capacidad fotosintética, la floración, el cuajado y la calidad de los frutos (Marschner, 2012). Además, el equilibrio entre fertilización orgánica e inorgánica mejora la estructura del suelo, la retención de agua y la disponibilidad de nutrientes (Dada et al., 2019).

2.2.1.3. Nutrientes NPK

El conjunto de nutrientes **NPK** —nitrógeno, fósforo y potasio— constituye la base de los programas de fertilización agrícola.

- **Nitrógeno (N):** Es un elemento esencial en la síntesis de aminoácidos y proteínas. Estimula el crecimiento vegetativo, incrementa la superficie foliar y la capacidad fotosintética de la planta (Orchardson, 2020).
- **Fósforo (P):** Participa en la formación de ATP y fosfolípidos, promoviendo el desarrollo radicular y la floración (Sembralia, 2022).
- **Potasio (K):** Regula la apertura estomática, la osmorregulación celular y el transporte de carbohidratos; además, mejora la resistencia a estrés abiótico y la calidad del fruto (Bautista & Aguilera, 2023).

En el cultivo de guanábana, el suministro balanceado de NPK se traduce en frutos más grandes, uniformes y con mayor contenido de sólidos solubles totales (Quezada Heredia, 2022).

2.2.1.4. Protección de frutos

La protección física del fruto es una práctica preventiva destinada para minimizar el daño causado por insectos, hongos, radiación solar o contacto mecánico. Entre las técnicas más empleadas se encuentra el embolsado, que consiste en cubrir los frutos en desarrollo con materiales como papel kraft, polietileno o tela no tejida (Kumar et al., 2021).

Estudios realizados en anonáceas han demostrado que el embolsado reduce la incidencia de plagas perforadoras, mejora el color de la cáscara, incrementa el diámetro y la longitud del fruto, y mantiene la calidad externa e interna durante la maduración (Leite et al., 2012). Asimismo, esta técnica crea un microclima estable alrededor del fruto, reduciendo las pérdidas por evaporación y el ataque de moscas de la fruta (*Anastrepha spp.*) y escamas (*Coccus spp.*), frecuentes en zonas tropicales (FAO, 2022).

2.2.2. Variable dependiente: rendimiento y calidad de fruto

El rendimiento de un cultivo está determinado por la interacción entre factores genéticos, edáficos y de manejo. En guanábana, el equilibrio nutricional y la protección del fruto influyen directamente sobre la cantidad y calidad de la producción (Kome et al., 2024).

La fertilización adecuada incrementa el número de flores cuajadas, el tamaño del fruto y el contenido de sólidos solubles, mientras que la protección física contribuye a mantener la sanidad y apariencia del fruto, mejorando su aceptación comercial (Le et al., 2024). Estas prácticas integradas constituyen estrategias sostenibles para optimizar la productividad y minimizar el uso de agroquímicos.

2.2.3. Descripción botánica de la guanábana (*Annona muricata* L.)

2.2.3.1. Taxonomía Según Torres Luna, Cabrera Rodríguez, y Pérez Pérez, 2024)

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Orden	: Magnoliales
Familia	: Annonaceae
Género	: Annona
Especie	: Muricata L.

La guanábana pertenece a la familia Annonaceae, que incluye cerca de 130 géneros y más de 2 000 especies distribuidas en regiones tropicales (Torres Luna, Cabrera Rodríguez, & Pérez Pérez, 2024). El género *Annona* comprende frutales de alto valor económico como la chirimoya (*A. cherimola*), el guanábano (*A. muricata*), y el anón (*A. squamosa*).

2.2.3.2. Morfología

Árbol: El guanábano es un árbol perenne, de copa densa y forma piramidal, que alcanza entre 4 y 10 metros de altura. Su tronco es recto, de corteza rugosa color pardo grisáceo. Presenta ramas alternas y hojas simples, elípticas, coriáceas, de 6–20 cm de largo y 2–7 cm de ancho, con olor característico al ser estrujadas (Villarreal-Fuentes et al., 2020).

Flores: Las flores son solitarias o en pares, de 4–5 cm de longitud, con tres sépalos y seis pétalos amarillos o verdosos. La especie presenta floración protógina dicógama, lo que promueve la polinización cruzada (Osaigbovo et al., 2023).

Fruto: El fruto es una baya compuesta, de forma ovalada u ovoide, con epicarpio verde oscuro y espinas suaves, de 10–30 cm de longitud y peso entre 1,5 y 4,5 kg. La pulpa es blanca, fibrosa y jugosa, con sabor agridulce y aroma característico. Contiene entre 60 y 200 semillas negras, elipsoides, de 1–2 cm de largo (Torres Luna, Cabrera Rodríguez, & Pérez Pérez, 2024).

Semilla: Las semillas poseen tegumento duro y brillante; en su interior se encuentra un embrión pequeño rodeado de endospermo aceitoso. Contienen alcaloides y acetogeninas con propiedades bioactivas (Rajeswari, Ilango, & Narayanasamy, 2012).

2.2.4. Factor Abiótico del cultivo

El guanábano es una especie tropical húmeda que requiere temperaturas medias de 22 a 28 °C, precipitaciones entre 1 200 y 2 500 mm anuales y suelos francos, profundos y bien drenados con pH entre 5,5 y 6,5 (Kome et al., 2024). Es sensible a la sequía y al encharcamiento prolongado. Su floración es continua, aunque se acentúa durante los meses de transición entre estaciones lluviosas y secas.

La planta demanda una nutrición equilibrada, principalmente en nitrógeno y potasio, para el desarrollo de hojas y frutos; el fósforo es determinante para la floración y el cuajado. Durante la maduración, el potasio favorece la translocación de azúcares hacia el fruto, mejorando su dulzor y textura (Marmolejo et al., 2020).

El ciclo fenológico comprende las fases de brotamiento, floración, fructificación y madurez fisiológica. El fruto alcanza su tamaño máximo a los 100–120 días después de la floración, presentando cambios fisiológicos relacionados con la acumulación de azúcares, pérdida de acidez y ablandamiento del mesocarpio (Le et al., 2024).

2.2.5. Importancia económica y usos

La guanábana posee alto valor comercial tanto en el mercado local como internacional. Su pulpa se destina a la elaboración de jugos, néctares, yogures, helados y concentrados. Además, sus hojas y semillas se utilizan en la medicina tradicional por sus propiedades antiespasmódicas, antibacterianas y antioxidantes (Rajeswari, Ilango, & Narayanasamy, 2012).

En el Perú, su cultivo se considera una alternativa de diversificación rentable para pequeños productores amazónicos, por su buena adaptación a suelos ácidos y su demanda creciente en exportaciones hacia Estados Unidos, Chile y la Unión Europea (Agraria, 2024).

2.3. Definición de términos básicos

Fertilización: Proceso mediante el cual se suministran nutrientes minerales al suelo o a la planta para mejorar el crecimiento, la floración y el rendimiento del cultivo (Havlin et al., 2021).

NPK: Conjunto de macronutrientes esenciales (nitrógeno, fósforo y potasio) responsables del desarrollo vegetativo, radicular y reproductivo de las plantas (Sánchez, 2023).

Micronutrientes: Elementos requeridos en pequeñas cantidades como zinc, hierro, boro y manganeso, fundamentales en procesos enzimáticos y fisiológicos del cultivo (Havlin et al., 2021).

Protección física del fruto: Técnica agrícola que consiste en cubrir el fruto en desarrollo con materiales protectores (papel kraft, polietileno) para reducir daños por plagas, radiación solar y fricción (Kumar et al., 2021).

Embolsado: Práctica de manejo posfloración que genera un microclima controlado alrededor del fruto, disminuyendo la incidencia de insectos y mejorando la calidad comercial (Leite et al., 2012).

Guanábana (*Annona muricata* L.): Especie frutal tropical de la familia Annonaceae, productora de frutos grandes y carnosos con alto valor nutricional y bioactivo (Rajeswari, Ilango, & Narayanasamy, 2012)

Rendimiento del cultivo: Cantidad total de frutos o biomasa obtenida por planta o por unidad de superficie, expresada en kilogramos o toneladas por hectárea (Marmolejo et al., 2020).

Calidad del fruto: Conjunto de características físicas y químicas que determinan la aceptación comercial, como tamaño, peso, color y contenido de sólidos solubles (Le et al., 2024).

fruto: Etapa fisiológica posterior a la fecundación en la que el ovario floral se transforma en fruto, influenciada por la nutrición y las condiciones ambientales (Quezada Heredia, 2022).

Macronutriente: Los macronutrientes para las plantas son el nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) (primarios), y el calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S) (secundarios). Las plantas los necesitan en grandes cantidades para funciones vitales como el crecimiento, la fotosíntesis, la formación de proteínas y el desarrollo de las raíces y hojas.

Suelo: El suelo ideal para el cultivo de guanábana en Perú es uno suelto, profundo y con muy buen drenaje, preferiblemente arenoso o franco arenoso. Se recomienda que tenga un pH entre (5.5) y (6.5) y que se enriquezca con materia orgánica como compost, abono, estiércol de aves o humos para mejorar su fertilidad y retención de humedad.

Nutrientes: Los nutrientes esenciales para las plantas son elementos que las plantas necesitan para un crecimiento adecuado. Dieciséis elementos son considerados nutrientes esenciales para las plantas. Estos son carbono (C), oxígeno (O), hidrógeno (H), nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S), hierro (Fe).), manganeso (Mn), zinc (Zn), cobre (Cu), boro (B), molibdeno (Mo) y cloro (Cl).

Las plantas absorben el carbono y el oxígeno del aire a través de sus hojas, en la forma de dióxido de carbono (CO₂). En el proceso de fotosíntesis, las plantas transforman el dióxido

de carbono y el agua en hidrógeno, carbono y oxígeno. Todos los demás nutrientes son absorbidos a través del sistema radicular.

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La fertilización y la protección física del fruto influyen significativamente en el crecimiento, rendimiento y calidad de la guanábana (*A. muricata*) bajo las condiciones del Instituto de Cultivos Tropicales, región San Martín.

2.4.2. Hipótesis específica

1. Los diferentes niveles de fertilización generan diferencias significativas en el rendimiento productivo de la guanábana.
2. Los tipos de protección física del fruto (papel kraft y polietileno) influyen significativamente en las características físicas del fruto (peso, diámetro y longitud).
3. La interacción entre los niveles de fertilización y los tipos de protección del fruto afecta significativamente la calidad y el rendimiento total del cultivo.

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variable independiente

Fertilización y protección física del fruto

Definición conceptual: Corresponde al conjunto de prácticas agronómicas aplicadas al cultivo de guanábana, orientadas al suministro de nutrientes minerales esenciales y a la protección mecánica del fruto mediante embolsado, con el fin de optimizar su desarrollo y calidad (Havlin et al., 2021; Leão Demolin Leite et al., 2012).

Definición operacional: La variable se estructuró con dos niveles de fertilización (alta y baja) y dos tipos de protección del fruto (papel kraft y polietileno), además de un

tratamiento testigo sin aplicación. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con cuatro repeticiones.

En la Tabla 1 se muestran las dimensiones e indicadores de la variable independiente

Tabla 1. Dimensiones e indicadores de variable independiente

Dimensión	Indicador	Unidad de medida	Instrumento de registro
fertilización	Alta / Baja	kg de N-P ₂ O ₅ -K ₂ O / planta	Hoja de registro de campo
Tipo de embolsado	Kraft / Polietileno	Tipo de material	Observación directa
Interacción	Combinación de factores	Tratamientos 2×2 + 1	Diseño experimental DBCA

2.5.2. Variable dependiente

Rendimiento y calidad del fruto

Definición conceptual: Se refiere a la respuesta productiva y morfométrica del cultivo expresada en cantidad y características físicas del fruto (peso, diámetro, longitud y número de frutos), influenciada por el manejo nutricional y la protección física (Marmolejo et al., 2020; Le et al., 2024).

Definición operacional: Se cuantificó el número total de frutos por planta, el peso promedio, el diámetro, la longitud y el rendimiento total (kg/h) en el momento de cosecha, utilizando instrumentos de medición calibrados.

En la Tabla 2 se muestran las dimensiones e indicadores de la variable dependiente

Tabla 2. Dimensiones e indicadores de variable dependiente

Dimensión	Indicador	Unidad de medida	Instrumento de registro
Productiva	Número de frutos por planta	Frutos/planta	Conteo manual
Productiva	Rendimiento total	kg/planta	Balanza electrónica
Morfométrica	Peso promedio del fruto	g/fruto	Balanza digital
Morfométrica	Diámetro del fruto	cm	Vernier digital
Morfométrica	Longitud del fruto	cm	Cinta métrica

2.6. Operacionalización de variables

La operacionalización de variables permite establecer la correspondencia entre los conceptos teóricos y su medición práctica, mediante la definición de dimensiones, indicadores, unidades de medida, técnicas e instrumentos empleados para la recolección de datos se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Matriz de operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Indicador	Unidad de medida	Técnica de recolección	Instrumento de medición
Independiente Fertilización y protección física del fruto	Fertilización	Alta y baja de NPK)	kg/h	Observación directa	Registro de campo / plan de fertilización
	Tipo de embolsado	Kraft y Polietileno	Tipo de material	Observación	Hoja de control de tratamientos
	Interacción factorial	Combinación 2x2 + testigo	Código de tratamiento	Control experimental	Diseño DBCA
Dependiente Rendimiento y calidad del fruto	Producción	Número de frutos por planta	Frutos/planta	Conteo directo	Ficha de evaluación de campo
	Producción	Rendimiento total por planta	kg/ha	Pesaje	Balanza electrónica
	Calidad física	Peso promedio de fruto	g/fruto	Pesaje	Balanza digital
	Calidad física	Diámetro del fruto	cm	Medición directa	Vernier digital
	Calidad física	Longitud del fruto	cm	Medición directa	Cinta métrica
	Calidad comercial	Apariencia externa y sanidad	Escala cualitativa	Evaluación visual	Hoja de evaluación de calidad

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

El estudio fue experimental debido a que se manipularon deliberadamente las variables independientes, niveles de fertilización y tipos de protección del fruto, para observar su efecto en las variables dependientes, rendimiento y calidad del fruto en el cultivo de guanábana.

La investigación se desarrolló bajo condiciones de campo en el ICT, aplicando tratamientos definidos de manera controlada y sistemática, con el propósito de determinar diferencias estadísticas entre los niveles de fertilización y los tipos de embolsado. Este enfoque permitió evaluar el comportamiento fisiológico y productivo del cultivo ante la interacción de ambos factores.

3.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación fue aplicado.

3.3. Métodos de investigación

El estudio se sustentó en el método científico, como marco general de observación, formulación de hipótesis, experimentación y análisis de resultados, apoyado en los métodos experimental, comparativo, analítico y estadístico.

- **Método experimental:** permitió la manipulación controlada de las variables independientes (niveles de fertilización y tipos de protección del fruto) y la observación directa de sus efectos sobre el rendimiento y la calidad.
- **Método comparativo:** permitió contrastar los resultados obtenidos entre los tratamientos aplicados y el testigo, determinando diferencias estadísticas significativas.
- **Método analítico:** se empleó para descomponer las variables en componentes medibles (peso, diámetro, longitud, número de frutos y rendimiento por planta) y evaluar su comportamiento individual.
- **Método estadístico:** permitió procesar e interpretar los datos mediante ANVA y pruebas de comparación de medias, garantizando objetividad y validez en los resultados.

3.4. Diseño de investigación

El presente estudio se desarrolló en los campos de guanábana de la estación experimental “Juan Bernito” del Instituto de Cultivos Tropicales, ubicada en el distrito de La Banda del Shilcayo, en Tarapoto, provincia y departamento de San Martín.

La plantación de guanábana se encuentra en una terraza alta, de origen coluvial, con material residual antiguo proveniente de areniscas; taxonómicamente está clasificada como Inceptisol districo (Soil Survey Staff, 1994); con reacción fuertemente ácida (pH 4.74), condicionando la disponibilidad de Ca, Mg y P. Bajo contenido de materia orgánica (1.39 %), lo que limita la mineralización natural de nitrógeno y reduce la capacidad de intercambio catiónico. Contenido muy bajo de potasio disponible (32 ppm; 0.08 meq/100 g), un nutriente clave para el desarrollo del fruto en guanábana. Nivel bajo de nitrógeno total (0.06 %) y fósforo en nivel medio (14.64 ppm). Textura franco-arenosa, que implica una baja retención

de agua y de nutrientes, por lo que se requieren dosis relativamente superiores a las de suelos arcillosos (Arévalo Reátegui, 2012).

Estas condiciones revelan un suelo con escasez de nutrientes, especialmente de N y K, que son los nutrientes de mayor extracción en guanábana, y donde el K se asocia directamente con el tamaño, el llenado y la calidad del fruto. Debido a ello, se establecieron dos niveles contrastantes de fertilización: alto y bajo

El **estudio** se desarrolló bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con un arreglo factorial 2×2 más un testigo absoluto ($2 \times 2 + 1$), con el propósito de evaluar el efecto de la fertilización y la protección física del fruto sobre el rendimiento y la calidad del cultivo de guanábana,

Los factores en estudio fueron:

Factor A: fertilización (alta y baja).

Alto = 200 kgN – 50 kgP – 250 kgK

Baja = 100 kgN – 25 kgP – 150 kgK

Las dosis establecidas en este factor se justifican por las características físicoquímicas del suelo, que evidencian un pH ácido, bajo contenido de materia orgánica, nitrógeno total reducido y potasio disponible muy bajo, condiciones que limitan el crecimiento y el rendimiento del cultivo de guanábana. En este contexto, la Dosis Alta (200 kg N – 50 kg P – 250 kg K ha⁻¹) representa una estrategia de corrección nutricional y suficiencia, mientras que la Dosis Baja (100 kg N – 25 kg P – 150 kg K ha⁻¹) corresponde a un nivel de mantenimiento. Ambas permiten generar un contraste adecuado para evaluar la respuesta del cultivo ante diferentes disponibilidades de nutrientes.

Factor B: Tipo de protección del fruto (bolsa de papel kraft y bolsa de polietileno).

Este factor (tipo de protección del fruto) se justifica por la susceptibilidad de la guanábana a daños mecánicos, quemaduras solares y ataques de insectos, que reducen el rendimiento y la calidad comercial. La evaluación de bolsas de papel kraft y de polietileno permite comparar dos materiales ampliamente utilizados en frutales tropicales, que difieren en ventilación, control de la humedad, resistencia y capacidad de barrera física. Asimismo, existe poca información sobre su eficiencia específica en guanábana, por lo que su estudio permitirá identificar la opción más adecuada para mejorar la protección, la apariencia y la calidad final del fruto.

El tratamiento testigo (T_0) no recibió ni fertilización ni embolsado. En total, se conformaron cinco tratamientos (T_0 a T_4) distribuidos aleatoriamente dentro de tres bloques, garantizando homogeneidad en las condiciones de suelo, exposición solar y drenaje del terreno.

El distanciamiento entre plantas fue de $3\text{ m} \times 3\text{ m}$, con un total de 14 hileras establecidas, de las cuales 12 hileras fueron seleccionadas para el experimento, con 25 plantas por hilera, lo que resultó en un total de 300 plantas en evaluación.

Cada tratamiento estuvo conformado por 20 plantas, de las cuales 6 plantas fueron seleccionadas aleatoriamente como unidades de observación para la toma de datos productivos y morfométricos.

El área total del experimento fue de $2\,376\text{ m}^2$, con un ancho de 33 m y un largo de 72 m, delimitado dentro del área frutícola del ICT, ubicado en el distrito de La Banda de Shilcayo, región San Martín (Figura 1).



Figura 1. Ubicación de parcela experimental “Juan Bernito” del Instituto de Cultivos Tropicales, ciudad de Tarapoto, Link <https://maps.google.com/>

Tabla 4. Tratamientos aplicados

Código	Fertilización	Protección del fruto	Descripción
T ₀	Sin fertilización	Sin embolsado	Testigo absoluto
T ₁	Alta fertilización	Polietileno	Fertilización completa + embolsado PE
T ₂	Alta fertilización	Papel kraft	Fertilización completa + embolsado Kraft
T ₃	Baja fertilización	Polietileno	Fertilización reducida + embolsado PE
T ₄	Baja fertilización	Papel kraft	Fertilización reducida + embolsado Kraft

BLOQUE 1	T1	T2	T3	T4	T0
BLOQUE 2	T3	T4	T2	T1	T0
BLOQUE 3	T1	T2	T3	T4	T0

Figura 2. Disposición de los tratamientos en los tres bloques experimentales, cada uno conformado por cinco parcelas (T₀ a T₄) distribuidas al azar.

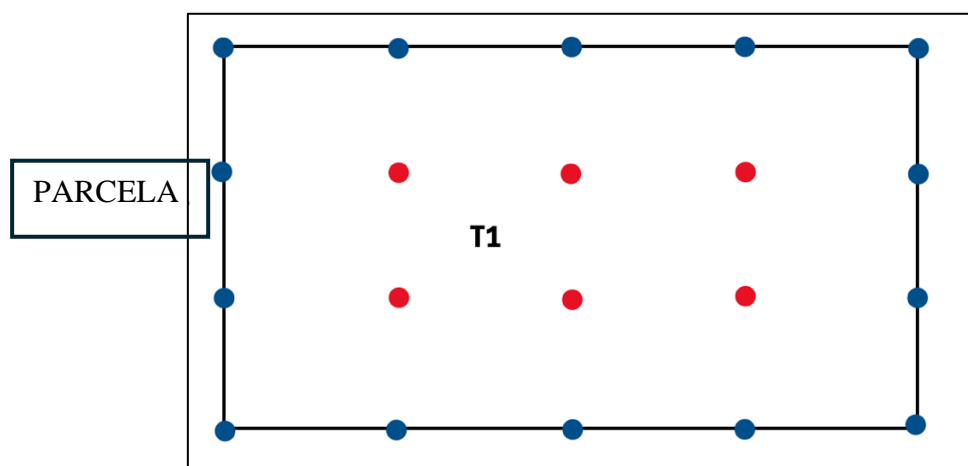


Figura 3. Esquema representativo de la parcela experimental: los puntos rojos representan las plantas evaluadas.

La Figura 3 ejemplifica la estructura interna de un bloque, donde los puntos rojos representan las plantas evaluadas, y los puntos azules corresponden a las plantas de borde, que se emplearon como aislamiento experimental para evitar el efecto de borde y garantizar precisión en la medición de las variables.

3.5. Población y muestra

La población estuvo conformada por todas las plantas productivas de guanábana establecidas en la parcela frutícola del Instituto de Cultivos Tropicales (ICT), distrito de La Banda de Shilcayo, región San Martín.

La muestra experimental se seleccionó considerando 300 plantas distribuidas en tres bloques bajo el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con un arreglo factorial $2 \times 2 + 1$ (testigo).

Cada tratamiento estuvo compuesto por 20 plantas, de las cuales 6 plantas interiores fueron las unidades de observación para la evaluación de variables de rendimiento y calidad del fruto (Figura 3)

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la obtención de la información se aplicaron técnicas de observación directa, registro de campo y medición cuantitativa, utilizando instrumentos calibrados que garantizaron la precisión y confiabilidad de los datos experimentales.

Las mediciones se realizaron en las fases de floración, desarrollo y cosecha, considerando las plantas seleccionadas según el tratamiento. Los registros se efectuaron de manera individual, siguiendo un cronograma de evaluación preestablecido.

Las principales técnicas aplicadas fueron:

Observación directa: para registrar la floración, el cuajado y el estado sanitario de los frutos.

Medición física: cuantificar el peso, el diámetro y la longitud del fruto mediante instrumentos de precisión.

Registro sistemático de datos: para anotar las variables productivas en fichas de control de campo y hojas de cálculo.

Tabla 5. Técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de datos

Variable	Dimensión evaluada	Indicador	Técnica de recolección	Instrumento utilizado	Unidad de medida
Fertilización (Variable independiente)	Fertilización	Alta / Baja	Observación y control de campo	Plan de fertilización y hoja de registro	kg de N-P ₂ O ₅ -K ₂ O/planta
Protección física del fruto (Variable independiente)	Embolsado	Papel kraft / polietileno	Observación directa	Hoja de control de tratamientos	Tipo de material
Rendimiento (Variable dependiente)	Productividad	Número de frutos por planta	Conteo manual	Hoja de registro	Frutos/planta
		Peso total por planta	Pesaje individual	Balanza electrónica	kg/h
		Peso promedio del fruto	Pesaje	Balanza digital	g/fruto
Calidad del fruto (Variable dependiente)	Morfometría	Diámetro del fruto	Medición directa	Vernier digital	cm
		Longitud del fruto	Medición directa	Cinta métrica	cm

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos

Se seleccionó la Ficha de Evaluación Productiva y Morfométrica como principal instrumento de recolección de datos, debido a su pertinencia para medir las variables de rendimiento y calidad física del fruto de guanábana.

La estructura de la ficha se elaboró tomando como base los protocolos experimentales de evaluación frutícola empleados Instituto de Cultivos Tropicales, complementados con las recomendaciones metodológicas de Le et al., (2024) y Marmolejo et al., (2020), quienes detallan indicadores morfométricos y productivos aplicados a frutales tropicales.

La validación del contenido se realizó mediante la revisión bibliográfica especializada y la supervisión técnica del asesor del ICT, garantizando la coherencia de los indicadores con los objetivos y variables del estudio.

Asimismo, se efectuó una prueba piloto con 10 plantas fuera del área experimental, lo que permitió ajustar la escala de medición y confirmar la operatividad de los instrumentos en condiciones de campo.

La confiabilidad se determinó por la consistencia interna y la repetibilidad de los datos, verificando que las mediciones fueran estables entre evaluadores y sesiones de muestreo, lo cual aseguró la precisión y la validez de los resultados.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Los datos recolectados mediante las fichas de evaluación de campo fueron organizados en una base digital elaborada en Microsoft Excel 2021, donde se sistematizaron los registros de rendimiento, peso, diámetro y longitud de frutos, así como los datos de las condiciones experimentales.

Posteriormente, la información fue procesada y analizada mediante el software estadístico Infostat (Di Rienzo, et al.,2020), aplicando estadística descriptiva para resumir las tendencias centrales (media, desviación estándar y rango) y detectar posibles valores atípicos.

3.9. Tratamiento estadístico

El análisis estadístico se realizó con el fin de determinar los efectos significativos de los tratamientos sobre las variables evaluadas del cultivo de guanábana, tales como el número de frutos cosechados, el peso promedio, el rendimiento total y las dimensiones morfométricas del fruto.

Los datos obtenidos fueron procesados mediante Infostat (Di Rienzo, et al.,2020), aplicando (ANVA) correspondiente al Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con arreglo factorial $2 \times 2 + 1$ (testigo).

El modelo aditivo lineal usado fue:

$$Y_{ij} = \mu + B_i + A_j + B_k + (AB)_{jk} + C_j + \varepsilon_{ij}$$

donde:

B_i : efecto del bloque i

A_j : efecto del factor A (Alta vs Baja)

B_k : efecto del factor B (Polietileno vs Kraft)

$(AB)_{jk}$: interacción A×B

C_j : contraste (media factorial 2×2) vs testigo

ε_{ij} : error experimental

El ANVA permitió identificar diferencias significativas entre los tratamientos a un nivel de confianza del 95 % ($p < 0,05$). Además, se calcularon el coeficiente de variación (CV) para evaluar la precisión experimental y los grados de libertad (gl), la suma de cuadrados (SC), el cuadrado medio (CM) y el valor F, según el modelo estadístico establecido.

Cuando se detectaron diferencias significativas entre tratamientos y a nivel de factores, se aplicó la prueba de comparación de medias de Scott-Knott ($p < 0,05$) para clasificarlos en grupos estadísticamente homogéneos.

Los resultados se presentaron en cuadros de análisis de varianza, tablas de medias y gráficos de barras, donde las letras iguales indicaron tratamientos sin diferencias estadísticas significativas y las diferentes reflejaron variaciones estadísticas relevantes

3.10. Orientación ética, filosófica y epistemológica

La investigación se desarrolló cumpliendo los principios éticos de responsabilidad ambiental y de respeto a los recursos fitogenéticos, garantizando que las plantas evaluadas permanecieran bajo el resguardo y cuidado del Instituto de Cultivos Tropicales.

No se ocasionaron daños al ecosistema ni se realizaron extracciones más allá de lo necesario para el desarrollo experimental.

Desde el enfoque filosófico, el estudio se sustentó en el realismo empírico al considerar los fenómenos productivos y fisiológicos del cultivo de guanábana como hechos observables, medibles y verificables en condiciones de campo.

En el plano epistemológico, se enmarcó en el paradigma positivista, con un enfoque cuantitativo y experimental, basado en la observación sistemática, el análisis estadístico y la comprobación empírica de las hipótesis planteadas.

Este enfoque permitió aplicar rigor científico y objetividad en la interpretación de los resultados, contribuyendo a la generación de conocimiento aplicable para mejorar el manejo agronómico del cultivo de guanábana en condiciones tropicales.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Resultados

4.1.1. Frutos cosechados

El ANVA para el número de frutos cosechados se presenta en la Tabla 6 en la que se muestra que existe diferencia estadística significativa ($P < 0.05$), para los factores fertilización, protección de frutos así como entre los tratamientos aplicados versus el testigo (sin fertilización ni protección de frutos). El coeficiente de variación ($CV = 7.2\%$) reflejó un nivel alto de precisión experimental, compatible con ensayos agronómicos en frutales perennes bajo condiciones de campo

Tabla 6. Análisis de la Varianza para el Número de Frutos Cosechados de Guanábana

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor*
Bloque	2	0.01	0.01	0.08	0.9208
Tratamientos	4	25.61	6.40	53.33	<0.0001
Fertilización	1	7.78	7.78	64.83	<0.0001
Protección	1	1.12	1.12	9.33	0.0157
Fertilización*Protección	1	0.01	0.01	0.08	0.7802
Testigo vs Resto	1	16.71	16.71	139.25	<0.0001
Error	8	0.97	0.12		
Total	14	26.59			

Nota: CV: 7.2%. gl = grados de libertad; SC = suma de cuadrados; CM = cuadrados medios; F = estadístico F; * p = valor de probabilidad. p-valor <0.05 se considera alta significación estadística en las fuentes de variabilidad experimental

El factor A (niveles de fertilización) presentó un efecto altamente significativo ($p < 0.0001$), lo que indica que el nivel de fertilización influye en la cantidad de frutos obtenidos

por planta. Por otro lado, el factor B (tipo de protección del fruto) también resultó significativo ($p= 0.0101$), lo que evidencia que el tipo de embolsado influyó en el cuajado, la retención y protección de frutos . Por el contrario, la interacción entre ambos factores ($A \times B$) no fue significativa ($p = 0.7599$), lo que indica que el efecto de la fertilización es independiente del tipo de protección física empleada.

En la Tabla 7 se muestra los efectos independientes de la fertilización y protección de frutos de guanábana, en el que se puede observar que la fertilización alta favoreció significativamente al número de frutos cosechados (6.17 frutos) y la protección de frutos fue significativamente mejor con las bolsas de papel Kraft (5.67 frutos). En ambos casos los tratamientos sin fertilización y sin protección alcanzaron el menor número de frutos cosechados (2.72 frutos)

Tabla 7. Efectos Independientes de la Fertilización y la Protección de Frutos en el Número de Frutos Cosechados

Factor A: Fertilización	Frutos Cosechados	Factor B: Protección	Frutos Cosechados
Alta	6.17 a*	Kraft	5.67 a*
Baja	4.56 b	Polietileno	5.06 b
Sin fert.	2.72 c	Sin protec.	2.72 c

* Promedio de seis repeticiones, promedios unidos por igual letra en columna no son significativos estadísticamente entre si según Scott-Knott ($\alpha = 0.05$).

Como se observa en el ANVA (Tabla 6) el testigo comparado con los tratamientos es altamente significativo por lo que al realizar la prueba de significación de medias de Scott-Knott ($\alpha = 0.05$) (Tabla 8) observamos que todos los tratamientos donde se aplica tecnología de fertilización y protección de frutos es estadísticamente altamente significativo mayor con respecto al testigo ($p < 0.0001$) que obtuvo el menor rendimiento (2.56 frutos). Los tratamientos con fertilización alta, tanto con polietileno (T1) como con kraft (T2), registraron

el mayor número de frutos, con promedios de 5.83 y 6.50 frutos por planta, respectivamente, y fueron estadísticamente superiores al resto de los tratamientos. Entre los niveles de fertilización baja, T4 (4.83 frutos) fue superior a T3 (4.28 frutos).

Tabla 8. Número de Frutos Cosechados por Tratamiento

Tratamientos		Frutos Cosechados
T0	Testigo	2.72 d*
T1	Fert. Alta-Polietileno	5.83 a
T2	Fert. Alta-Kraft	6.50 a
T3	Fert. Baja-Polietileno	4.28 c
T4	Fert. Baja-Kraft	4.83 b

*Promedio de tres repeticiones. Promedios unidos por igual letra no son significativos entre sí, según Scott-Knott ($\alpha = 0.05$)

4.1.2. Peso de frutos

En la Tabla 9 se muestra el ANVA para el peso de frutos, se observan diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0.0001$). La fertilización mostró un efecto marcado sobre esta variable ($p = 0.0003$), lo que indica que el incremento del nivel nutricional se asoció con frutos de mayor peso. De igual modo, el factor Protección presentó un efecto significativo ($p = 0.0085$), lo que demuestra que el tipo de material envolvente influyó en el desarrollo del fruto.

La interacción Fertilización \times Protección no fue significativa ($p = 0.1215$), lo que sugiere que ambos factores actuaron de manera independiente y aditiva sobre el peso de los frutos. Asimismo, la comparación entre el testigo y los tratamientos con tecnología (Testigo vs Resto) fue altamente significativa ($p < 0.0001$), lo que confirma que los tratamientos con manejo agronómico superaron ampliamente al tratamiento sin fertilización ni protección.

El efecto de Bloque también fue significativo ($p = 0.0123$), lo que indica una ligera variabilidad ambiental entre las unidades experimentales. Finalmente, el coeficiente de variación ($CV = 4.6\%$) refleja una excelente precisión experimental, validando la confiabilidad de los resultados obtenidos.

Tabla 9. Análisis de la Varianza para el Peso de Frutos (kg) de Guanábana

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor*
Bloque	2	0.16	0.08	8.00	0.0123
Tratamientos	4	1.52	0.38	38.00	<0.0001
Fertilización	1	0.37	0.37	37.00	0.0003
Protección	1	0.12	0.12	12.00	0.0085
Fertilización*Protección	1	0.03	0.03	3.00	0.1215
Testigo vs Resto	1	1.01	1.01	101.00	<0.0001
Error	8	0.08	0.01		
Total	14	1.77			

Nota: CV: 4.6%. gl = grados de libertad; SC = suma de cuadrados; CM = cuadrados medios; F = estadístico F; * p = valor de probabilidad. p-valor <0.05 se considera alta significación estadística en las fuentes de variabilidad experimental

En la Tabla 10 se presentan los efectos independientes de los factores estudiados. Para el Factor A (Fertilización), se observó que la dosis alta incrementó significativamente el peso del fruto (2.52 kg) en comparación con la dosis baja (2.17 kg). Asimismo, para el Factor B (Protección), el uso de bolsas de polietileno permitió alcanzar un peso promedio significativamente mayor (2.45 kg) que el de bolsas de papel kraft (2.24 kg). Por su parte el tratamiento sin fertilización y sin protección alcanzó en el menor peso de fruto (1.7 Kg)

Tabla 10. Efectos independientes de la fertilización y la protección de frutos en el peso de frutos de guanábana

Factor A: Fertilización	Peso de Fruto (kg)	Factor B: Protección	Peso de Fruto (kg)
Alta	2.52 a*	Kraft	2.25 b*
Baja	2.17 b	Polietileno	2.45 a
Sin fert.	1.70 c	Sin protec.	1.70 c

* Promedio de seis repeticiones, promedios unidos por igual letra en columna no son significativos estadísticamente entre sí según Scott-Knott ($\alpha = 0.05$).

La Tabla 11 muestra que el peso promedio de fruto varió significativamente entre los tratamientos aplicados y el testigo. Los tratamientos con mayor rendimiento fueron T1 (2.47 kg), T2 (2.57 kg) y T4 (2.32 kg), y no se observaron diferencias significativas entre sí. Estos resultados evidencian el efecto positivo de la fertilización alta y del uso del material kraft en el incremento del peso del fruto.

El tratamiento T3 (2.02 kg) presentó un valor intermedio, mientras que el testigo (1.70 kg) registró el menor peso promedio.

Tabla 11. Peso de Frutos por Tratamientos Aplicados a la Guanábana

Tratamientos		Peso de Fruto (kg)
T0	Testigo	1.70 c*
T1	Fert. Alta-Polietileno	2.47a
T2	Fert. Alta-Kraft	2.57a
T3	Fert. Baja-Polietileno	2.02 b
T4	Fert. Baja-Kraft	2.32a

*Promedio de tres repeticiones. Promedios unidos por igual letra no son significativos entre sí, según Scott-Knott ($\alpha = 0.05$)

4.1.3. Diámetro de frutos

El análisis de varianza para evaluar el efecto de la fertilización, la protección y su interacción sobre el diámetro del fruto de guanábana se presenta en la Tabla 12. Los tratamientos mostraron un efecto altamente significativo ($p = 0.0009$), explicando el 82.7% de la variación total (15.99 de 19.34 SC).

El análisis de efectos principales reveló que la fertilización incrementó significativamente el diámetro ($p = 0.0246$), al igual que la protección ($p = 0.0074$). La interacción entre ambos factores no fue significativa ($p = 0.7475$), sugiriendo efectos aditivos independientes.

El contraste ortogonal entre el testigo y el resto de los tratamientos fue altamente significativo ($p = 0.0003$), lo que indica que cualquier tratamiento (fertilización, protección o ambos) supera al control. El coeficiente de variación de 2.8% indica alta precisión experimental y control adecuado de la variabilidad ambiental

Tabla 12. Análisis de la Varianza para el Diámetro del Fruto de Guanábana

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor*
Bloque	2	1.21	0.61	2.26	0.1668

Tratamientos	4	15.99	4.00	14.81	0.0009
Fertilización	1	2.06	2.06	7.63	0.0246
Protección	1	3.42	3.42	12.67	0.0074
Fertilización*Protección	1	0.03	0.03	0.11	0.7475
Testigo vs Resto	1	10.48	10.48	38.81	0.0003
Error	8	2.14	0.27		
Total	14	19.34			

Nota: CV: 2.8%. gl = grados de libertad; SC = suma de cuadrados; CM = cuadrados medios; F = estadístico F; * p = valor de probabilidad. p-valor <0.05 se considera alta significación estadística en las fuentes de variabilidad experimental

En la Tabla 13 se muestran los efectos independientes de la fertilización y de la protección sobre el diámetro del fruto de guanábana. En el caso del Factor A (Fertilización), se observó que el nivel alto produjo un mayor diámetro promedio (19.58 cm), estadísticamente superior al nivel bajo (18.76 cm), según la prueba de Scott-Knott ($\alpha = 0.05$); el testigo sin fertilización alcanzó el valor más bajo (17.08 cm). Esto evidencia que un mayor aporte nutricional favorece significativamente el desarrollo del fruto en términos de tamaño.

En cuanto al Factor B (Protección), el material de polietileno presentó el mayor diámetro promedio (19.70 cm), mientras que el material kraft, el menor (18.64 cm). La falta de protección alcanzó un valor aún más bajo (17.08 cm). Estos resultados indican que el tipo de material envolvente utilizado durante el desarrollo del fruto influyó significativamente en su crecimiento final.

Tabla 13. Efectos independientes de la fertilización y la protección de frutos en el diámetro de frutos de guanábana

Factor A: Fertilización	Diámetro de fruto (cm)	Factor B: Protección	Diámetro de fruto (cm)
Alta	19.58 a*	Kraft	18.64 b*
Baja	18.76 b	Polietileno	19.70 a
Sin fert.	17.08 c	Sin protec.	17.08 c

* Promedio de seis repeticiones, promedios unidos por igual letra en columna no son significativos estadísticamente entre si según Scott-Knott ($\alpha = 0.05$).

En la Tabla 14 se presentan los promedios del diámetro de fruto de guanábana bajo los tratamientos en estudio. El tratamiento T2 con un diámetro de 20.07 cm, seguido por el T4 (19.34 cm) y el T1 (19.10 cm), superaron al testigo, sin diferencias significativas entre ellos.

Tabla 14. Diámetro de Fruto (kg) por Tratamientos Aplicados a la Guanábana

Tratamientos		Diámetro de fruto (cm)
T0	Testigo	17.08 b*
T1	Fert. Alta-Polietileno	19.10 a
T2	Fert. Alta-Kraft	20.07 a
T3	Fert. Baja-Polietileno	18.17 b
T4	Fert. Baja-Kraft	19.34 a

*Promedio de tres repeticiones. Promedios unidos por igual letra no son significativos entre sí, según Scott-Knott ($\alpha = 0.05$)

Estos resultados resaltan la importancia del tipo de protección, ya que el uso de bolsas Kraft (T4) permitió obtener diámetros de fruto competitivos incluso con niveles bajos de fertilización, superando al tratamiento equivalente con polietileno T3 (18.17 cm). Por último, el Testigo absoluto (T0) registró el valor más bajo (17.08 cm), lo que evidencia que la falta de manejo nutricional y de protección limita significativamente el crecimiento transversal del fruto.

4.1.4. Longitud de fruto

La Tabla 15 muestra el análisis de varianza para la longitud del fruto de guanábana. Se observaron diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p = 0.0004$), lo que indica que la combinación de fertilización y material de protección influyó de manera relevante sobre esta variable. Dentro de la fuente Tratamientos, el factor Fertilización presentó un efecto significativo ($p = 0.0227$), evidenciando que los niveles nutricionales aplicados favorecieron el crecimiento longitudinal del fruto. En cambio, el factor Protección mostró un efecto no significativo ($p = 0.0732$), aunque con una tendencia positiva hacia el incremento de la longitud. La interacción Fertilización \times Protección no fue significativa ($p = 0.6578$), lo que indica que los efectos de ambos factores son independientes y aditivos. Por otra parte, la

comparación entre el testigo y el resto de los tratamientos fue altamente significativa ($p < 0.0001$), lo que demuestra que cualquier manejo agronómico (fertilización y protección) incrementó notablemente la longitud del fruto en comparación con el testigo.

El factor Bloque también resultó significativo ($p = 0.0235$), lo que señala cierta heterogeneidad ambiental dentro del área experimental. El coeficiente de variación ($CV = 2.9\%$) confirma una excelente precisión experimental y respalda la confiabilidad de los resultados obtenidos.

Tabla 15. Análisis de la Varianza para la Longitud del Fruto (cm) de Guanábana

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor*
Bloque	2	6.45	3.23	6.21	0.0235
Tratamientos	4	40.23	10.06	19.35	0.0004
Fertilización	1	4.12	4.12	7.92	0.0227
Protección	1	2.21	2.21	4.25	0.0732
Fertilización*Protección	1	0.11	0.11	0.21	0.6578
Testigo vs Resto	1	33.8	33.8	65.00	<0.0001
Error	8	4.12	0.52		
Total	14	50.8			

Nota. CV: 2.9%. gl = grados de libertad; SC = suma de cuadrados; CM = cuadrados medios; F = estadístico F; * p = valor de probabilidad. p-valor <0.05 se considera alta significación estadística en las fuentes de variabilidad experimental

En la Tabla 16 se presentan los efectos independientes de la fertilización y la protección sobre la longitud del fruto de guanábana, y los resultados evidencian diferencias claras y estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados.

En el caso del Factor A (Fertilización), la fertilización alta generó los frutos más largos, con un promedio de 26.44 cm, que supera significativamente al obtenido con la fertilización baja, que alcanzó 25.27 cm. La ausencia de fertilización registró la menor longitud del fruto, con 22.10 cm, significativamente diferente del resto. Esta marcada diferencia refleja la importancia del nivel nutricional para impulsar el crecimiento longitudinal del fruto.

En el Factor B (Protección), el material kraft permitió alcanzar una longitud promedio mayor (26.29 cm), ligeramente superior a la obtenida con el polietileno (25.43 cm). Cuando no se aplicó protección, el fruto alcanzó solo 22.10 cm, lo que muestra que la protección física del fruto contribuye de manera importante a su desarrollo.

En conjunto, estos resultados indican que tanto una buena fertilización como el uso de materiales protectores adecuados favorecen el crecimiento en longitud de los frutos de guanábana.

Tabla 16. Efectos Independientes de la Fertilización y la Protección de Frutos en la Longitud del Fruto (cm) de Guanábana

Factor A: Fertilización	Longitud del fruto (cm)	Factor B: Protección	Longitud del fruto (cm)
Alta	26.44 a*	Kraft	26.29 a*
Baja	25.27 b	Polietileno	25.43 b
Sin fert.	22.10 c	Sin protec	22.10 c

* Promedio de seis repeticiones, promedios unidos por igual letra en columna no son significativos estadísticamente entre sí según Scott-Knott ($\alpha = 0.05$).

En la Tabla 17, se comparan los tratamientos combinados. El testigo (T0: 22.10 cm) es significativamente inferior a todos los tratamientos aplicados (T1-T4: 24.75-26.78 cm) según Scott-Knott ($\alpha = 0.05$).

No hay diferencias significativas entre T1 (26.11 cm), T2 (26.78 cm), T3 (24.75 cm) y T4 (25.79 cm), lo que sugiere que cualquier combinación de fertilización y protección supera al control, con kraft y fertilización alta destacando numéricamente.

En conjunto, los tratamientos mejoran la longitud del fruto en ~15-21% vs. testigo, con fertilización como factor clave y kraft como protección preferida.

Tabla 17. Longitud de Fruto (cm) por Tratamientos Aplicados a la Guanábana

Tratamientos	Longitud de fruto (cm)
---------------------	-------------------------------

T0	Testigo	22.10 b*
T1	Fert. Alta-Polietileno	26.11a
T2	Fert. Alta-Kraft	26.78a
T3	Fert. Baja-Polietileno	24.75a
T4	Fert. Baja-Kraft	25.79a

*Promedio de tres repeticiones. Promedios unidos por igual letra no son significativos entre sí, según Scott-Knott ($\alpha = 0.05$)

4.1.5. Rendimiento

Los resultados del ANVA para el rendimiento de la guanábana expresado en kg/ha, se presentan en la Tabla 18. Se encontraron diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0.0001$), lo que demuestra que las prácticas de fertilización y protección aplicadas tuvieron un impacto marcado en la productividad del cultivo.

Al descomponer la fuente Tratamientos, el factor Fertilización mostró un efecto altamente significativo ($p < 0.0001$), lo que indica que el nivel nutricional fue determinante en el incremento del rendimiento. De manera complementaria, el factor Protección también resultó significativo ($p = 0.0055$), lo que indica que el tipo de material empleado para proteger los frutos contribuyó a mejorar la producción por unidad de superficie.

La interacción Fertilización \times Protección no fue significativa ($p = 0.7991$), es decir, que los efectos de ambos factores fueron independientes y se sumaron de manera aditiva, sin modificar el efecto del otro. Por otra parte, la comparación entre el testigo y el resto de los tratamientos evidenció diferencias altamente significativas ($p < 0.0001$), lo que confirma que cualquier manejo agronómico aplicado (fertilización y protección del fruto) mejoró sustancialmente el rendimiento respecto de la condición sin manejo. El coeficiente de variación ($CV = 10.2\%$) se encuentra dentro de rangos aceptables para el rendimiento, lo que refleja una adecuada precisión experimental.

Tabla 18. Análisis de la Varianza para el Rendimiento de la Guanábana (kg/ha)

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor*
------	----	----	----	---	----------

Bloque	2	3.20	1.60	1.23	0.3420
Tratamientos	4	275.15	68.79	52.92	<0.0001
Fertilización	1	92.46	92.46	71.12	<0.0001
Protección	1	18.43	18.43	14.18	0.0055
Fertilización*Protección	1	0.09	0.09	0.07	0.7991
Testigo vs Resto	1	164.18	164.18	126.29	<0.0001
Error	8	10.36	1.30		
Total	14	288.71			

Nota: CV: 10.2%. gl = grados de libertad; SC = suma de cuadrados; CM = cuadrados medios; F = estadístico F; * p = valor de probabilidad. p-valor <0.05 se considera alta significación estadística en las fuentes de variabilidad experimental.

En la Tabla 19 se presentan los efectos principales de la fertilización y la protección de frutos sobre el rendimiento de guanábana, expresado tanto en kg/planta como en t/ha. Se observaron diferencias altamente significativas entre los niveles de fertilización, donde la fertilización alta obtuvo rendimientos mayores (15.56 kg/planta y 17.29 t/ha), significativamente diferentes a la fertilización baja, que presentó valores intermedios (10.01 kg/planta y 11.12 t/ha), mientras que la ausencia de fertilización mostró los rendimientos más bajos (4.51 kg/planta y 5.01 t/ha). Estos resultados evidencian el efecto determinante del nivel nutricional en la productividad del cultivo.

Respecto al Factor B (Protección), el material kraft obtuvo los mayores valores de rendimiento (14.02 kg/planta y 15.58 t/ha), siendo estadísticamente superior al polietileno (11.55 kg/planta y 12.83 t/ha). La ausencia de protección presentó nuevamente los valores más bajos, lo que coincide con la tendencia observada en la fertilización. Esto indica que el uso de materiales protectores en el fruto contribuye significativamente al incremento de la producción por planta y por unidad de superficie. Estos resultados reflejan adecuadamente la contribución de cada factor al rendimiento final.

Tabla 19. Efectos Independientes de la Fertilización y la Protección de Frutos en el Rendimiento de Frutos de Guanábana por Planta y por Hectárea

<u>Rendimiento</u>	<u>Rendimiento</u>
--------------------	--------------------

Factor A: Fertilización	kg/planta	t/ha	Factor B: Protección	kg/planta	t/ha
Alta	15.56 a	17.29 a	Kraft	14.02 a	15.58 a
Baja	10.01 b	11.12 b	Polietileno	11.55 b	12.83 b
Sin fert.	4.51 c	5.01 c	Sin protec.	4.51 c	5.01 c

* Promedio de seis repeticiones, promedios unidos por igual letra en columna no son significativos estadísticamente entre si según Scott-Knott ($\alpha = 0.05$).

En la Tabla 20 se muestra que los tratamientos aplicados influyeron de manera marcada en el rendimiento de la guanábana. Los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos T1, T2 y T4, estadísticamente significativos según la prueba de Scott-Knott ($\alpha = 0.05$).

Dentro de ellos, el tratamiento T2 (fertilización alta + protección kraft) alcanzó el rendimiento más alto del experimento, con 16.71 kg/planta y 18.56 t/ha, lo que evidencia una respuesta muy favorable de la planta cuando recibe una fertilización completa y un material de protección que acompaña bien el crecimiento del fruto.

El tratamiento T1 (fertilización alta + polietileno) también mostró rendimientos elevados, con 14.41 kg/planta y 16.00 t/ha. De igual manera, T4 (fertilización baja + kraft) logró 11.33 kg/planta y 12.59 t/ha, lo que indica que incluso con un nivel de fertilización más bajo, el material kraft contribuye positivamente a mejorar la producción.

En contraste, el tratamiento T3 (fertilización baja + polietileno) obtuvo valores intermedios (8.68 kg/planta y 9.64 t/ha). Esto sugiere que, aunque la protección con polietileno ayuda, el nivel de fertilización sigue siendo un factor clave para asegurar rendimientos óptimos.

Finalmente, el testigo (T0), que no recibió ni fertilización ni protección del fruto, mostró los valores más bajos del ensayo: 4.51 kg/planta y 5.01 t/ha, estadísticamente significativos al resto de tratamientos. Esto confirma que la ausencia de manejo agronómico limita significativamente la capacidad productiva de la guanábana.

En conjunto, los datos muestran un patrón consistente: la fertilización, especialmente la alta, y el uso de materiales de protección como el kraft, ejercen un efecto determinante en el incremento del rendimiento. Las diferencias entre grupos estadísticos refuerzan que estos efectos son reales y estadísticamente significativos.

Tabla 20. Rendimiento de Frutos de Guanábana por Tratamientos Aplicados

Tratamientos		Rendimiento de frutos	
		kg/planta	t/ha
T0	Testigo	4.51 D	5.01 D
T1	Fert. Alta-Polietileno	14.41 A	16.00 A
T2	Fert. Alta-Kraft	16.71 A	18.56 A
T3	Fert. Baja-Polietileno	8.68 C	9.64 C
T4	Fert. Baja-Kraft	11.33 B	12.59 B

*Promedio de tres repeticiones. Promedios unidos por igual letra no son significativos entre sí, según Scott-Knott ($\alpha = 0.05$)

4.2. Discusión de resultados

4.2.1. Efecto de la Fertilización en el Número de Frutos Cosechados

Los resultados del presente estudio demuestran que la fertilización alta incrementó significativamente el número de frutos cosechados (6.17 frutos) en comparación con la fertilización baja (4.56 frutos) y el testigo sin fertilización (2.72 frutos). Estos hallazgos son consistentes con la literatura científica reciente sobre el manejo nutricional de guanábana y otras anonáceas. Silva Sá et al. (2024) reportaron que la aplicación de dosis óptimas de NPK (95:285:143 mg dm⁻³ de N:P₂O₅:K₂O) en plántulas de guanábana bajo condiciones de baja salinidad promovió un mejor desarrollo vegetativo y mayor producción de fitomasa, lo que se traduce en una mayor capacidad de la planta para sostener un mayor número de frutos.

El efecto positivo de la fertilización sobre el número de frutos puede explicarse por varios mecanismos fisiológicos. El nitrógeno juega un papel fundamental en el desarrollo vegetativo y la formación de nuevos tejidos, lo que favorece la producción de estructuras

reproductivas (Dada et al., 2019). En estudios con *Annona squamosa*, Silva Sá et al. (2021) demostraron que combinaciones adecuadas de NPK (140:100:140% de la dosis recomendada) mejoraron la eficiencia fotosintética y el intercambio gaseoso, procesos directamente relacionados con la disponibilidad de fotoasimilados para el cuajado y desarrollo de frutos. Malta et al. (2019) confirmaron que la fertilización mineral incrementa los contenidos foliares de NPK en guanábana, lo que se asocia con una mejor capacidad de la planta para mantener frutos en desarrollo.

El incremento de 127% en el número de frutos entre la fertilización alta y el testigo observado en este estudio es superior al reportado por Dada et al. (2019), quienes encontraron que la aplicación de NPK (100-200 kg ha⁻¹) en plántulas de guanábana produjo incrementos significativos en área foliar y grosor de tallo, características que favorecen indirectamente la capacidad de fructificación. La diferencia puede atribuirse a las condiciones específicas del experimento y a la edad de las plantas evaluadas.

Es importante destacar que la interacción Fertilización × Protección no fue significativa ($p = 0.7802$), lo que indica que los efectos de ambos factores son independientes y aditivos. Este resultado sugiere que las mejoras en nutrición mineral actúan a nivel sistémico de la planta, mientras que la protección física opera localmente sobre el fruto en desarrollo, sin interferir con los procesos fisiológicos mediados por la fertilización.

4.2.2. Efecto de la Protección de Frutos en el Número de Frutos Cosechados

El uso de bolsas de papel kraft resultó significativamente superior (5.67 frutos) al de polietileno (5.06 frutos) y al de testigo sin protección (2.72 frutos). Aunque no se encontraron estudios específicos sobre embolsado en guanábana en la literatura revisada, los resultados son consistentes con investigaciones en otros frutales tropicales. En mango (*Mangifera indica*), Ventura et al. (2022) reportaron que el embolsado de frutos con papel encerado

incrementó el número de frutos comercializables (130.60) y el peso total por ensayo (34.21 kg) en comparación con frutos no embolsados.

Los mecanismos por los que el embolsado mejora la retención de frutos han sido ampliamente documentados. Kumar et al. (2019), en su revisión sobre embolsada precosecha, señalan que esta práctica mejora parámetros de calidad y reduce la incidencia de plagas y daños mecánicos mediante la modificación del microclima alrededor del fruto y la creación de una barrera física. En el caso específico de la guanábana, Hernández-Fuentes et al. (2022) documentaron más de 100 especies de insectos y ácaros fitófagos asociados al cultivo, lo que subraya la importancia de la protección física para prevenir daños causados por barrenadores, masticadores y chupadores que atacan los frutos en desarrollo.

La superioridad del papel kraft sobre el polietileno observada en este estudio coincide con los hallazgos de Islam et al. (2018) en mango, donde las bolsas de papel marrón aumentaron la retención de fruto (90.33%) y el peso medio (349.70 g) en comparación con el polietileno. El papel kraft permite una mejor transpiración y evita la acumulación excesiva de humedad y la condensación, que pueden favorecer el desarrollo de pudriciones, un problema común con materiales impermeables como el polietileno (Islam et al., 2018; Kumar et al., 2019).

El incremento de 108% en el número de frutos cosechados entre el tratamiento con kraft y el testigo sin protección evidencia la importancia crítica de esta práctica en el manejo comercial de la guanábana, especialmente considerando la alta presión de plagas documentada en este cultivo (Hernández-Fuentes et al., 2022).

4.2.3. Efecto de la Fertilización y Protección en el Peso de Frutos

El análisis reveló que tanto la fertilización ($p = 0.0003$) como la protección ($p = 0.0085$) influyeron significativamente en el peso de los frutos, con efectos independientes

(interacción no significativa, $p = 0.1215$). La fertilización alta produjo frutos de mayor peso (2.52 kg) que la fertilización baja (2.17 kg) y el testigo (1.70 kg), lo que representa un incremento del 48% respecto al testigo.

Estos resultados son coherentes con el papel del potasio en la acumulación de carbohidratos y en el llenado de frutos. Aunque la evidencia específica sobre el efecto del potasio en la guanábana es limitada en la literatura, Silva Sá et al. (2021) demostraron que combinaciones adecuadas de NPK mitigaron el estrés salino y mejoraron la producción en *Annona squamosa*, sugiriendo que el balance nutricional es determinante para el desarrollo óptimo del fruto. El nitrógeno favorece la síntesis de proteínas y enzimas necesarias para el metabolismo del fruto, mientras que el fósforo participa en procesos energéticos fundamentales durante el desarrollo (Silva Sá et al., 2021, 2024).

Respecto a la protección, el polietileno produjo frutos significativamente más pesados (2.45 kg) que el kraft (2.25 kg), aunque ambos superaron al testigo (1.70 kg). Este resultado contrasta parcialmente con estudios sobre mango, en los que el papel marrón produjo frutos de mayor peso que los del polietileno (Islam et al., 2018). La diferencia puede explicarse por las características específicas de la guanábana: el polietileno, al retener mayor humedad, podría favorecer la turgencia celular y la expansión del fruto durante las etapas de crecimiento rápido, aunque esta misma característica puede ser perjudicial en etapas posteriores al aumentar el riesgo de pudriciones.

El incremento del 48% en el peso del fruto entre la fertilización alta y el testigo es sustancial y tiene implicaciones económicas importantes. Cavalcante et al. (2021) reportaron que el riego suplementario y el uso de mulching incrementaron el rendimiento de guanábana en regiones semiáridas de Brasil, lo que sugiere que las prácticas de manejo agronómico integradas pueden potenciar significativamente la productividad del cultivo.

4.2.4. Efecto de la Fertilización y Protección en el Diámetro de Frutos

El diámetro del fruto fue significativamente afectado tanto por la fertilización ($p = 0.0246$) como por la protección ($p = 0.0074$), sin interacción significativa entre ambos factores ($p = 0.7475$). La fertilización alta produjo frutos con mayor diámetro (19.58 cm) que la fertilización baja (18.76 cm) y el testigo (17.08 cm), lo que representa un incremento del 14.6% respecto al control.

El diámetro del fruto es un indicador importante de calidad comercial y está directamente relacionado con la disponibilidad de nutrientes durante el desarrollo. Da Silva et al. (2018) reportaron que el crecimiento vegetativo de guanábana bajo diferentes fuentes de nitrógeno y salinidad del agua de riego afectó significativamente el intercambio gaseoso y la eficiencia fotosintética, procesos que determinan la capacidad de la planta para acumular biomasa en los frutos. La mayor disponibilidad de fotoasimilados en plantas bien fertilizadas favorece un mayor crecimiento transversal del fruto.

En cuanto a la protección, el polietileno produjo frutos con mayor diámetro (19.70 cm) que los del kraft (18.64 cm) y del testigo (17.08 cm). Este resultado es consistente con el mayor peso observado en frutos protegidos con polietileno y puede atribuirse a una mayor retención de humedad y a la creación de un microclima más favorable para la expansión celular durante las etapas de crecimiento activo (Kumar et al., 2019). El embolsado modifica las condiciones de temperatura y de humedad relativa alrededor del fruto, factores que influyen en la tasa de crecimiento y en la división celular (Kumar et al., 2019; Ventura et al., 2022).

El tratamiento T2 (fertilización alta + kraft) alcanzó el mayor diámetro (20.07 cm), lo que sugiere que la combinación de una nutrición óptima con protección física adecuada maximiza el potencial de crecimiento del fruto. Este resultado tiene implicaciones prácticas

importantes, ya que los frutos de mayor diámetro generalmente alcanzan mejores precios en el mercado.

4.2.5. Efecto de la Fertilización y Protección en la Longitud de Frutos

La longitud del fruto mostró un patrón similar al del diámetro, con efectos significativos de la fertilización ($p = 0.0227$) y una tendencia positiva de la protección ($p = 0.0732$), aunque esta última no alcanzó significancia estadística. La fertilización alta produjo frutos más largos (26.44 cm) comparados con la fertilización baja (25.27 cm) y el testigo (22.10 cm), representando un incremento del 19.6% respecto al control.

El crecimiento longitudinal del fruto depende tanto de la división celular en etapas tempranas como de la expansión celular posterior, ambos procesos altamente demandantes de energía y nutrientes (Silva Sá et al., 2021). Silva Sá et al. (2024) demostraron que dosis óptimas de NPK mejoraron significativamente el crecimiento de plántulas de guanábana, incrementando la altura, el diámetro del tallo y el área foliar, características que se correlacionan con una mayor capacidad de la planta para sostener frutos de mayor tamaño.

El material kraft permitió alcanzar una longitud promedio ligeramente mayor (26.29 cm) que el polietileno (25.43 cm), aunque la diferencia no fue estadísticamente significativa. Ambos materiales superaron ampliamente al testigo (22.10 cm). Este resultado sugiere que cualquier tipo de protección física favorece el desarrollo longitudinal del fruto, probablemente al reducir el estrés mecánico y los daños causados por plagas que pueden limitar el crecimiento (Hernández-Fuentes et al., 2022; Kumar et al., 2019).

Becerra-Zamorano et al. (2024) reportaron que la polinización manual combinada con aplicación de fungicida y poda aumentó el amarre de frutos y mejoró las dimensiones promedio en guanábana (diámetro 60.62 mm, longitud 103.88 mm), aunque estos valores son

menores a los obtenidos en el presente estudio, posiblemente debido a diferencias en las condiciones ambientales, la edad de las plantas y las prácticas de manejo aplicadas.

El incremento del 19.6% en longitud de fruto entre la fertilización alta y el testigo, junto con los incrementos observados en diámetro y peso, confirma que la fertilización adecuada es un factor determinante para maximizar el tamaño y la calidad comercial de los frutos de guanábana.

4.2.6. Efecto de la Fertilización y Protección en el Rendimiento

El rendimiento expresado en kg/planta y t/ha mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0.0001$), con efectos marcados tanto de la fertilización ($p < 0.0001$) como de la protección ($p = 0.0055$). El tratamiento T2 (fertilización alta + kraft) alcanzó el rendimiento más alto (16.71 kg/planta y 18.56 t/ha), seguido por T1 (14.41 kg/planta y 16.00 t/ha) y T4 (11.33 kg/planta y 12.59 t/ha), mientras que el testigo obtuvo apenas 4.51 kg/planta y 5.01 t/ha.

Estos rendimientos son notablemente superiores a los reportados en la literatura para sistemas de manejo tradicional. Cavalcante et al. (2021) reportaron incrementos en la producción de guanábana mediante riego suplementario y mulching en regiones semiáridas de Brasil, aunque no especificaron valores cuantitativos de rendimiento por hectárea. La producción nacional de México alcanzó 30,790 t en 2019, con el estado de Nayarit contribuyendo con aproximadamente 23,230 t (De los Santos-Santos et al., 2022), lo que sugiere que el rendimiento promedio nacional es considerablemente inferior al obtenido en este estudio bajo manejo tecnificado.

El incremento de 270% en el rendimiento entre el tratamiento T2 y el testigo evidencia el enorme potencial productivo de la guanábana cuando se aplican prácticas agronómicas adecuadas. Este resultado es particularmente relevante considerando que Silva Sá et al. (2021)

demonstraron que combinaciones óptimas de NPK no solo incrementan el crecimiento vegetativo, sino que también mejoran la eficiencia fotosintética y el intercambio gaseoso, procesos fundamentales para la acumulación de biomasa en los frutos.

La superioridad del kraft sobre el polietileno en el rendimiento final (15.58 vs. 12.83 t/ha) puede atribuirse a los efectos combinados de una mejor calidad del fruto y una mayor tasa de retención. Aunque el polietileno produjo frutos individuales más pesados, el kraft permitió una mayor cantidad de frutos comercializables, probablemente debido a su mayor capacidad de transpiración y a una menor incidencia de pudriciones (Islam et al., 2018; Kumar et al., 2019).

Es importante destacar que la interacción Fertilización \times Protección no fue significativa ($p = 0.7991$), lo que indica que los efectos de ambos factores son aditivos e independientes. Este hallazgo tiene implicaciones prácticas importantes: los productores pueden implementar cualquiera de estas tecnologías de manera independiente y esperar beneficios, aunque la combinación de ambas maximiza el rendimiento.

4.2.7. Precisión Experimental y Validación de Resultados

El coeficiente de variación (CV) obtenido en las diferentes variables evaluadas (7.2% para el número de frutos, 4.6% para el peso, 2.8% para el diámetro, 2.9% para la longitud y 10.2% para el rendimiento) refleja una excelente precisión experimental. Estos valores son consistentes con las prácticas experimentales recomendadas para frutales perennes. Silva Sá et al. (2021, 2024) y Veloso et al. (2018) emplearon diseños en bloques completos al azar con esquemas factoriales similares (2×5 o 5×4) en sus estudios con guanábana y *Annona squamosa*, y reportaron resultados confiables mediante ANOVA y pruebas de comparación múltiple.

El CV más bajo se observó en las variables de tamaño del fruto (diámetro y longitud), lo cual es esperable dada la menor variabilidad de estas características morfológicas. El CV ligeramente mayor en rendimiento (10.2%) es aceptable considerando la mayor variabilidad inherente a esta variable, que integra múltiples componentes (número de frutos y peso individual) y está sujeta a mayor influencia ambiental.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este estudio confirman que tanto la fertilización como la protección física de los frutos son factores determinantes de la productividad y la calidad de la guanábana.

La fertilización alta incrementó significativamente el número, peso, diámetro y longitud de los frutos, así como el rendimiento total, lo que puede atribuirse a mejoras en la eficiencia y la disponibilidad de nutrientes para el desarrollo de estructuras reproductivas.

El embolsado de frutos, particularmente con bolsas de papel kraft, mejoró la retención y calidad de los frutos mediante la creación de una barrera física contra plagas y la modificación del microclima alrededor del fruto.

El tratamiento T2 (fertilización alta + kraft) representa la mejor opción tecnológica, alcanzando rendimientos de 18.56 t/ha, más de 3.7 veces superiores al testigo sin manejo.

La ausencia de interacción significativa entre fertilización y protección indica que ambos factores actúan de manera independiente y sus efectos son aditivos, lo que facilita la implementación escalonada de estas tecnologías según las posibilidades económicas de los productores.

El coeficiente de variación obtenido en todas las variables evaluadas confirma la alta precisión experimental del estudio y la confiabilidad de los resultados.

Los incrementos de hasta 270% en el rendimiento respecto al testigo sin manejo demuestran el enorme potencial productivo de la guanábana bajo manejo tecnificado, lo que puede contribuir significativamente a mejorar la rentabilidad de los sistemas de producción y la competitividad del cultivo en los mercados nacionales e internacionales.

RECOMENDACIONES

La literatura científica específica sobre la guanábana presenta vacíos significativos. No se encontraron estudios que evalúen de manera factorial la interacción entre la fertilización y el embolsado en esta especie, lo que limita la capacidad de comparar los resultados obtenidos con investigaciones previas. La mayor parte de la evidencia disponible proviene de estudios en plántulas o de investigaciones en especies relacionadas, como *Annona squamosa*, y en otros frutales tropicales, como el mango.

Las investigaciones futuras deberían enfocarse en varios aspectos clave:

1. Optimización de la dosis de fertilización mediante la evaluación de curvas de respuesta para determinar las dosis óptimas y económicas de NPK, considerando el análisis del suelo y el estado nutricional de las plantas.
2. Comparación sistemática de materiales de embolsado, evaluando diferentes tipos de papel (kraft, encerado, blanco) y materiales sintéticos (polietileno de diferentes calibres, materiales biodegradables) para identificar la opción que optimice la relación costo-beneficio.
3. Determinar el momento óptimo de embolsado y su efecto en la calidad final del fruto.
4. Cuarto, realizar estudios de larga duración que evalúen el efecto acumulativo de estas prácticas sobre la productividad del huerto a lo largo de varios ciclos productivos.

5. Quinto, llevar a cabo análisis económicos que consideren los costos de implementación de estas tecnologías y los beneficios en términos de incremento del rendimiento y de la calidad del fruto.
6. Profundizar en el entendimiento de los mecanismos fisiológicos y bioquímicos mediante los cuales la fertilización y el embolsado afectan el desarrollo del fruto, utilizando técnicas de medición del intercambio gaseoso, de fluorescencia de clorofila y de análisis de expresión génica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agraria. (2024). Exportaciones peruanas de guanábana y potencial de mercado internacional. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego del Perú. <https://www.agraria.pe>
- Arévalo Reátegui, J. O. (2012). *Estimación de las pérdidas mediante la protección de frutos de guanábana contra el ataque del perforador de semilla (Bephratelloides maculicollis) (Hymenoptera: Eurytomidae)*. Tesis de título profesional, Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto. Facultad de Ciencias Agrarias. 85p
- Bautista, F. A., & Aguilera, A. (Comps.). (2023). *Propiedades del suelo y procesos* (Vol. 2). En F. Bautista & F. Ayala (Eds.), *Hacia un conocimiento global y multidisciplinario del recurso suelo* (289 pp.). Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo.
- Becerra-Zamorano, M. A., Balois-Morales, R., Jiménez-Zurita, J. O., Sumaya-Martínez, M. T., & Bello-Lara, J. E. (2024). Manual pollination, fungicide application and pruning increase fruit set in soursop (*Annona muricata* L.). *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 30(1), 45-58.
- Cavalcante, L. F., Silva-Matos, R. R. S., Souto, A. G. L., Gondim, S. C., Cavalcante, Í. H. L., Melo, A. S., Medeiros, S. A. S., & Brito, M. E. B. (2021). Soursop production under supplementary irrigation and mulching in the semiarid region of Brazil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 25(8), 522-528. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/AGRIAMBI.V25N8P522-528>

- Da Silva, E. M., Lima, G. S., Gheyi, H. R., Nobre, R. G., Sá, F. V. S., & Souza, L. P. (2018). Growth and gas exchanges in soursop under irrigation with saline water and nitrogen sources. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 22(11), 776-781. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/AGRIAMBI.V22N11P776-781>
- Dada, C. A., Kayode, J., Arowosegbe, S., & Olaniyi, T. A. (2019). Effect of various nutrient sources on seedling growth of *Annona muricata* Linn. *Journal of Biological Research*, 57, 57-63. <https://doi.org/10.32861/jbr.57.57.63>
- De los Santos-Santos, M. A., Balois-Morales, R., Jiménez-Zurita, J. O., Alia-Tejacal, I., López-Guzmán, G. G., & Bello-Lara, J. E. (2022). Soursop fruit storage: Edible coating based on *Hibiscus sabdariffa* mucilage. *Journal-General Economics*, 10(6), 29-34. <https://doi.org/10.35429/jge.2022.10.6.29.34>
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. (2020). InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- FAO. (2022). Manual de buenas prácticas agrícolas para la producción de frutas tropicales. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org>
- FAO. (2023). Sustainable crop production and soil management. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org>
- González, J. (2022). Agricultura sostenible y manejo racional del suelo. Editorial Trillas.
- Havlin, J. L., Tisdale, S. L., Nelson, W. L., & Beaton, J. D. (2021). Soil fertility and fertilizers: An introduction to nutrient management (9th ed.). Pearson Education.
- Hernández-Fuentes, L. M., Pacheco-Covarrubias, J. J., Urias-López, M. A., & Pineda-Hidalgo, K. V. (2022). Insectos y ácaros fitófagos asociados con la guanábana *Annona*

- muricata L.: Una revisión. *Southwestern Entomologist*, 47(3), 825-845.
<https://doi.org/10.3958/059.047.0325>
- Islam, M. N., Mian, M. A. K., Rahman, M. M., & Rahim, M. A. (2018). Effect of different bagging materials on fruit quality and shelf life of mango cv. BARI Aam 7. *Bangladesh Journal of Agricultural Research*, 43(3), 441-451.
- Kome, G. K., Enang, R. K., Silatsa, F. B. T., Yerima, B. P. K., & Van Ranst, E. (2024). *Baseline edaphic requirements of soursop (Annona muricata L.)*. *Tropical Plants*, 3, e022. <https://doi.org/10.48130/tp-0024-0023>
- Kumar, M., Ahamad, S., Jat, R., Singh, V. P., & Singh, A. (2021). *Pre-harvest fruit bagging for quality improvement in fruit crops: A review*. *Current Journal of Applied Science and Technology*, 40(6), 1–14. <https://www.researchgate.net/publication/357529098>
- Kumar, M., Singh, S., & Nath, V. (2019). Pre-harvest fruit bagging for quality improvement in fruit crops: A review. *Journal of Horticultural Sciences*, 14(1), 1-11.
- Le, T. N. Q., Do, Y. V., Nguyen, N. Q., Tran, T. Y. N., Huynh, B. L., Bach, L. G., Thao, B. T. T., & Dao, T. P. (2024). Assessment of changes in product quality and antioxidant activity of dried soursop (*Annona muricata* L.) during product storage. *Food Chemistry: X*, 21, 101062. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2023.101062>
- Leite, G. L. D., Souza, M. F., Souza, P. N. S., Fonseca, M. M., & Zanuncio, J. C. (2012). *The bagging of Annona crassiflora fruits to control fruit borers*. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 34(3), 255–260. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v34i3.14713>
- Malta, A. O., Pereira, W. E., Torres, M. N. N., Silva, F. G., Souza, A. P., & Cavalcante, Í. H. L. (2019). Teores foliares de NPK em gravioleira sob adubação orgânica e mineral. *PAGRO - Revista Brasileira de Agroecologia*, 2(1), 7-12.
<https://doi.org/10.33912/PAGRO.V2I1.215>

- Marmolejo Gutarra, D., López Orihuela, G., Marmolejo Gutarra, K. J., & Ingaruca Lopez, R. (2020). *Compatibilidad de multipatrón / yema y resistencia a antracnosis de guanábana (Annona muricata L.)*. *Agroindustrial Science*, 10(1), 29–35. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience>
- Marschner, H. (2012). *Mineral nutrition of higher plants* (3rd ed.). Academic Press.
- Orchardson, T. (2020). Essential plant nutrients and their role in crop physiology. *Journal of Agronomic Science*, 35(2), 101–113.
- Quezada Heredia, C. (2022). Efecto de la aplicación de diferentes nutrientes en el amarre de flores y frutos del cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.) en Milagro, Guayas [Tesis de licenciatura, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Digital UG. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/QUEZADA%20HEREDIA%20VALERIA%20ESTHER.pdf>
- Rajeswari, D., Ilango, S., & Narayanasamy, M. (2012). Phytochemical and pharmacological properties of *Annona muricata**: A review.* *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 4(2), 3–6. <https://www.researchgate.net/publication/280012402>
- Sánchez, D. (2023). *Manual técnico de fertilización racional en frutales tropicales*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Sembralía. (2022). *Fósforo en la agricultura: Importancia, funciones y manejo eficiente*. Sembralía Editorial. <https://www.sembralia.com>
- Silva Sá, F. V., Souto, L. S., Paiva, E. P., Araújo, E. B. G., Oliveira, F. A., Mesquita, E. F., Brito, M. E. B., Fernandes, P. D., & Dias, T. J. (2021). The right combination of NPK fertilization may mitigate salt stress in custard apple (*Annona squamosa* L.). *Acta Physiologiae Plantarum*, 43(4), 1-13. <https://doi.org/10.1007/S11738-021-03225-1>

- Silva Sá, F. V., Torres, S. B., Oliveira, F. C., Paiva, E. P., Brito, M. E. B., Souto, L. S., Medeiros, S. A. S., Souza, L. P., & Fernandes, P. D. (2024). Ecophysiology of soursop seedlings irrigated with fish farming effluent under NPK doses. *Sustainability*, 16(11), 4674. <https://doi.org/10.3390/su16114674>
- Soil Survey Staff. (1994). *Keys to soil taxonomy*, sixth ed. US Govt. Print. Office, Washington, D.C. 306 pp.
- Torres Luna, M. S., Cabrera Rodríguez, D. D., & Pérez Pérez, J. L. (2024). Caracterización morfológica y micrográfica de la especie endémica *Annona cubensis*. *Avances*, 26(2), 188–203. <http://avances.pinar.cu/index.php/publicaciones/article/view/824>
- Veloso, L. L. S. A., Nobre, R. G., Lima, G. S., Gheyi, H. R., Cavalcante, Í. H. L., & Soares, L. A. A. (2018). Quality of soursop (*Annona muricata* L.) seedlings under different water salinity levels and nitrogen fertilization. *Australian Journal of Crop Science*, 12(2), 277-284. <https://doi.org/10.21475/AJCS.18.12.02.PNE892>
- Ventura, C. E., Gaje, J. C., Dorado, M. A., & Merca, F. E. (2022). Effects of bagging of the panicles of Philippine Carabao mango using waxed paper bags. *Agricultural Science*, 4(2), 29-38. <https://doi.org/10.30560/as.v4n2p29>
- Villarreal-Fuentes, J. M., Alia-Tejacal, I., Hernández-Salvador, M. A., Hernández-Ortiz, E., Marroquín-Agreda, F. J., Núñez-Colín, C. A., & Campos-Rojas, E. (2020). *In situ* characterization of soursop (*Annona muricata* L.) in the Soconusco region, Chiapas, Mexico. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*, 26(3), 133–144. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2020.05.008>

ANEXOS

4.3. Anexo 1. Instrumentos aplicados

Instrumento de recolección de datos de tesis de guanábana (*Annona muricata* L.)

Nombre: _____

Fecha: ____/____/____

Bloque	Factor A (Dosis de fertilización)	Factor B (Tipo de protección de fruto)	Tratamiento	Código	N° de plantas evaluadas	Frutos cosechados (prom.)	Peso promedio de fruto (kg)	Diámetro de fruto (cm)	Longitud de fruto (cm)	Rendimiento (kg/planta)
Bloque I	Alta	Polietileno	T1	FaPk	6	7	2.53	20.5	28.9	17.71
Bloque I	Alta	Kraft	T2	FaPp	6	6	2.82	19.7	28.7	16.92
Bloque I	Baja	Polietileno	T3	FbPk	6	5	1.66	17.1	21.7	8.3
Bloque I	Baja	Kraft	T4	FbPp	6	5	2.83	18.3	29.4	14.15
Bloque II	Alta	Polietileno	T1	FaPk	6	7	2.16	20	22.7	15.12
Bloque II	Alta	Kraft	T2	FaPp	6	7	2.92	20	26.6	20.44
Bloque II	Baja	Polietileno	T3	FbPk	6	4	1.84	16.5	22	7,36
Bloque II	Baja	Kraft	T4	FbPp	6	5	1.88	17.7	24	9.4
Bloque III	Alta	Polietileno	T1	FaPk	6	4	2.29	19.5	26.8	9.16
Bloque III	Alta	Kraft	T2	FaPp	6	5	2.08	19.9	22.3	10.4
Bloque III	Baja	Polietileno	T3	FbPk	6	5	1.77	17	22.1	8.85
Bloque III	Baja	Kraft	T4	FbPp	6	6	2.38	20.6	25.9	14.25
Bloque I–III	—	—	T0	Testigo	6	3	1.64	16.5	20.5	4.62

Anexo 2. Fotografías de campo y laboratorio

	
<p>Foto N°1. Protección con papel crak</p>	<p>Foto N°2. Tratamiento con protección de bolsa polietileno</p>
	
<p>Foto N°3. Protección con papel crack</p>	<p>Foto N°4. con tipo de protección de Bolsa P.</p>
	
<p>Foto N° 5 Tratamiento de testigo de trabajo de tesis</p>	<p>Foto N°5 tratamiento de embolsado con bolsa de polietileno</p>

Anexo 3. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA
<p>Problema general: ¿Cuál es el efecto de los niveles de fertilización y del tipo de protección física del fruto sobre el crecimiento, rendimiento y calidad de la guanábana (<i>Annona muricata</i> L.) en las condiciones del Instituto de Cultivos Tropicales, región San Martín?</p> <p>Problemas específicos: 1. ¿Cómo varía el rendimiento productivo de la guanábana en función de los niveles de fertilización y del tipo de protección de los frutos? 2. ¿Qué efecto tienen los niveles de fertilización y los tipos de protección sobre las características físicas del fruto (peso, diámetro y longitud)? 3. ¿Existe interacción significativa entre la fertilización y la protección del fruto que influya en la productividad y calidad del cultivo de guanábana?</p>	<p>Objetivo general: Evaluar el efecto de los niveles de fertilización y del tipo de protección física del fruto sobre el crecimiento, rendimiento y calidad de la guanábana (<i>Annona muricata</i> L.) en las condiciones del Instituto de Cultivos Tropicales, región San Martín.</p> <p>Objetivos específicos: 1. Determinar el rendimiento productivo del cultivo de guanábana bajo diferentes niveles de fertilización y tipos de protección del fruto. 2. Analizar la influencia de la fertilización y de la protección del fruto en las variables morfológicas del fruto: peso, diámetro y longitud. 3. Identificar la interacción entre los niveles de fertilización y los tipos de protección en el rendimiento y calidad de los frutos de guanábana.</p>	<p>Hipótesis general: La fertilización y la protección física del fruto influyen significativamente en el crecimiento, rendimiento y calidad de la guanábana (<i>Annona muricata</i> L.) bajo las condiciones del Instituto de Cultivos Tropicales, región San Martín.</p> <p>Hipótesis específicas: 1. Los diferentes niveles de fertilización generan diferencias significativas en el rendimiento productivo de la guanábana. 2. Los tipos de protección física del fruto (papel kraft y polietileno) influyen significativamente en las características físicas del fruto (peso, diámetro y longitud). 3. La interacción entre los niveles de fertilización y los tipos de protección del fruto afecta significativamente la calidad y el rendimiento total del cultivo.</p>	<p>Variable independiente: Fertilización y protección física del fruto.</p> <p>Dimensiones: - Nivel de fertilización (alta y baja). - Tipo de embolsado (kraft y polietileno). - Interacción factorial (2×2 + testigo).</p> <p>Indicadores: Dosis de N-P₂O₅-K₂O, tipo de material de embolsado.</p> <p>Variable dependiente: Rendimiento y calidad del fruto.</p> <p>Dimensiones: - Productiva: número de frutos/planta, rendimiento total (kg/planta). - Morfológica: peso promedio (kg), diámetro (cm), longitud (cm).</p> <p>Indicadores: Valores promedio de cada variable medidos por instrumentos calibrados.</p>	<p>Tipo y diseño de investigación: Estudio experimental, de nivel aplicado, con diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial 2×2 + 1 (testigo).</p> <p>Población y muestra: Población: plantas de guanábana establecidas en el ICT – UNAAA. Muestra: 300 plantas distribuidas en tres bloques, con 5 tratamientos y 4 repeticiones.</p> <p>Instrumentos de recolección: Fichas de registro de campo, hoja de control de tratamientos y balanza digital.</p> <p>Técnicas de análisis de datos: Estadística descriptiva, análisis de varianza (ANVA), prueba de Scott-Knott ($\alpha = 0.05$) y contrastes ortogonales, mediante el software RStudio (v.4.3.2).</p>

Anexo 4. Análisis de Suelo Agrícola para el cultivo de Guanábana (*Anona muricata L.*)

Foto N° 01

Resultado “A”

	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL – DA CON REGISTRO N° LE - 229						
LABORATORIO AGRÍCOLA							
INFORME DE ENSAYO N° 295-2025							
Fecha de ensayo:		11/07/2025					
N° Item	Codigo de laboratorio	Codigo usuario	Prof.*	Peso de muestra (kg)	N° de perforaciones *	RESULTADOS	
						pH en agua (1:2)	Temperatura en suspensión °C
1	2851	M-1	0-20	1.00	12	6.71	24.70



* Datos proporcionados por el cliente
Nota: 1- Los resultados presentados pertenecen al ítem ensayado tal como se recibió por parte del cliente.
Nota: 2- Este informe no se puede reproducir sin la aprobación del laboratorio excepto cuando se reproduce en su totalidad.

INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES
TAMAYO - PERÚ
CAREY G. JIMENEZ INGENIERO, MSc
JEFE DE LABORATORIO

Anexo 5. Análisis de Suelo Agrícola para el cultivo de Guanábana (*Anona muricata L.*)

Foto N° 02

Resultado “A”

	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL – DA CON REGISTRO N° LE - 229	 Registro N° LE - 229												
<p>El Laboratorio Agrícola del Instituto de Cultivos Tropicales declara que todas las muestras fueron tratadas en las mismas condiciones y utilizando los mismos equipos que son especificadas a continuación:</p>														
METODOLOGIAS														
pH	ASTM- D4972-19. Standard Test Methods for pH of Soils. 2019. Metodo "A". Suspensión Acuosa													
		<table border="1"><thead><tr><th>EQUIPOS</th><th>CODIGO</th><th>MARCA</th><th>MODELO</th></tr></thead><tbody><tr><td>Balanza</td><td>EQL0335</td><td>Ohaus</td><td>PX224</td></tr><tr><td>Potenciometro</td><td>EQL0336</td><td>Ohaus</td><td>Starter 22100</td></tr></tbody></table>	EQUIPOS	CODIGO	MARCA	MODELO	Balanza	EQL0335	Ohaus	PX224	Potenciometro	EQL0336	Ohaus	Starter 22100
EQUIPOS	CODIGO	MARCA	MODELO											
Balanza	EQL0335	Ohaus	PX224											
Potenciometro	EQL0336	Ohaus	Starter 22100											
CONDICIONES AMBIENTALES														
Parametros	HR min	HR max	T° min	T° max										
pH	40.4	67.1	24.5	28.2										

-----FIN DEL DOCUMENTO -----

Anexo 6. Análisis de Suelo Agrícola para el cultivo de Guanábana (*Anona muricata L.*)

Foto N° 0 1

Resultado “B”



INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES

LABORATORIO AGRÍCOLA

Laboratorio acreditado NTP-ISO/IEC 17025:2017. Registro LE-229

INFORME DE ENSAYO N° 296-2025

Fecha de ensayo: 16/7/2025

N° Item	Codigo de laboratorio	Codigo usuario	CE	CaCO3	M.O.	N	P	K	CIC	CICef	Ca	Mg	K	Na	Al	Saturación de Bases	Saturación de Al	Arena	Limo	Arcilla	Clase textural
			dS/cm	%			mg/kg	cmolc/kg					%								
1	2851	M-1	0.02	0.00	1.44	0.07	13.85	44.00	10.59	4.59	3.50	0.83	0.11	0.15	0.00	43.34	0.00	66.72	6.24	27.04	Fra-Arc-Are

* Datos proporcionados por el cliente

Nota: 1- Los resultados presentados pertenecen al ítem ensayado tal como se recibió por parte del cliente.


Nota: 2- Este informe no se puede reproducir sin la aprobación del laboratorio excepto cuando se reproduce en su totalidad.

INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES
LIMA - PERU
Código: 2851
Código de Laboratorio: M-1

Anexo 7. Análisis de Suelo Agrícola para el cultivo de Guanábana (*Anona muricata L.*)

Foto N° 0 1

Resultado “B”

 INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES																												
El Laboratorio Agrícola del Instituto de Cultivos Tropicales declara que todas las muestras fueron tratadas en las mismas condiciones y utilizando los mismos equipos que son especificadas a continuación:																												
METODOLOGIAS		<table border="1"> <thead> <tr> <th>EQUIPOS</th> <th>CODIGO</th> <th>MARCA</th> <th>MODELO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Balanza</td> <td>EQL0335</td> <td>Ohaus</td> <td>PX224</td> </tr> <tr> <td>Potenciómetro</td> <td>EQL0336</td> <td>Ohaus</td> <td>Starter 22100</td> </tr> <tr> <td>Conductímetro</td> <td>EQL 0424</td> <td>Ohaus</td> <td>Aquasearcher α-AB33EC</td> </tr> <tr> <td>Espectrofotómetro de absorción visible</td> <td>EQL0118</td> <td>Thermo</td> <td>SPECTRONIC 20D+</td> </tr> <tr> <td>Espectrofotómetro de absorción atómica</td> <td>EQL 00115</td> <td>Varian</td> <td>SPECTRAA 55 B</td> </tr> </tbody> </table>			EQUIPOS	CODIGO	MARCA	MODELO	Balanza	EQL0335	Ohaus	PX224	Potenciómetro	EQL0336	Ohaus	Starter 22100	Conductímetro	EQL 0424	Ohaus	Aquasearcher α-AB33EC	Espectrofotómetro de absorción visible	EQL0118	Thermo	SPECTRONIC 20D+	Espectrofotómetro de absorción atómica	EQL 00115	Varian	SPECTRAA 55 B
EQUIPOS	CODIGO	MARCA	MODELO																									
Balanza	EQL0335	Ohaus	PX224																									
Potenciómetro	EQL0336	Ohaus	Starter 22100																									
Conductímetro	EQL 0424	Ohaus	Aquasearcher α-AB33EC																									
Espectrofotómetro de absorción visible	EQL0118	Thermo	SPECTRONIC 20D+																									
Espectrofotómetro de absorción atómica	EQL 00115	Varian	SPECTRAA 55 B																									
CE	NORMA Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis. 2002.																											
Carbonatos																												
Materia orgánica																												
Fosforo disponible																												
CIC																												
Cationes intercambiables (Ca, Mg, K, Na)																												
Acidez intercambiable																												
Textura																												
Azufre (S)																												
Boro (B) disponible																												
Cu, Fe, Mn y Zn disponible																												
Metales pesados (Cr, Ni)		EPA Method 3050B: Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Soils. 1996.																										
CONDICIONES AMBIENTALES																												
Parametros	HR min	HR max	T° min	T° max																								
CE	44.4	78.7	24.7	27.6																								
Carbonatos	44.4	78.7	24.7	27.6																								
Materia orgánica	44.4	78.7	24.7	27.6																								
Fosforo disponible	44.4	78.7	24.7	27.6																								
CIC	44.4	78.7	24.7	27.6																								
Cationes intercambiables (Ca, Mg, K, Na)	44.4	78.7	24.7	27.6																								
Al intercambiable	44.4	78.7	24.7	27.6																								
Azufre (S)	---	---	---	---																								
Boro (B) disponible	---	---	---	---																								
Cu, Fe, Mn y Zn disponible	---	---	---	---																								
Metales Pesados (Cr, Ni)	---	---	---	---																								
Textura	44.4	78.7	24.7	27.6																								
-----FIN DEL DOCUMENTO -----																												

Proyecto de tesis Lirio 11-08- Proyecto de tesis Lirio... Proyecto de tesis Lirio 11-08-25.docx

My Files

My Files

Universidad Nacional Autónoma de Abjo Amazona

Detalles del documento

Identificador de la entrega
1138848164236

Fecha de entrega
11 ago 2025, 6:09 p.m. GMT-5

Fecha de descarga
11 ago 2025, 6:12 p.m. GMT-5

Nombre de archivo
Proyecto de tesis Lirio 11-08-25.docx

Tamaño de archivo
283.2 KB

99 Páginas

938 Palabras

51.584 Caracteres



18% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el Informe

- Bibliografía

Fuentes principales

- 15% Fuentes de Internet
- 4% Publicaciones
- 19% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

Texto oculto

El carácter tachado en el N.º de página

El texto es añadido para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar coincidencias que permitan distinguir de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarse.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y lo revise.