

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE AGRONOMIA



T E S I S

**Efecto de dosis y fuentes de fosforo en el establecimiento del cultivo de
guanábana (*Annona muricata* L.) en el Anexo 14, distrito de San Ramón,
Chanchamayo, Junín**

**Para optar el título profesional de:
Ingeniero Agrónomo**

Autores:

Bach. Andrea Josselyn ORE BONIFACIO

Bach. Frankling Hugo BUENDIA CUEVA

Asesor:

M. Sc. Karina Jessica MARMOLEJO GUTARRA

La Merced – Perú - 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE AGRONOMIA



T E S I S

**Efecto de dosis y fuentes de fosforo en el establecimiento del cultivo de
guanábana (*Annona muricata* L.) en el Anexo 14, distrito de San Ramón,
Chanchamayo, Junín**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Carlos Adolfo DE LA CRUZ MERA
PRESIDENTE

Mg. Carlos RODRIGUEZ HERRERA
MIEMBRO

Mg. Julio IBAÑEZ OJEDA
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 040-2026/UIFCCAA/V

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

ORE BONIFACIO, Andrea Josselyn
BUENDIA CUEVA, Frankling Hugo

Escuela de Formación Profesional
Agronomía – La Merced

Tipo de trabajo

Tesis

Efecto de dosis y fuentes de fosforo en el establecimiento del cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.) en el Anexo 14, distrito de San Ramón, Chanchamayo, Junín

Asesor

MSc. MARMOLEJO GUTARRA, Karina Jessica

Índice de similitud

6 %

Calificativo

APROBADO

Se adjunta al presente el reporte de evaluación del software anti-plagio.

Cerro de Pasco, 16 de julio de 2026



Firmado digitalmente por HUANES
TOVAR Luis Antonio FAU
20154605046 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 16.07.2026 19:23:47 -05:00

Firma Digital
Director UIFCCAA

c.c. Archivo
FCPR/UIFCCAA

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo, en primer lugar, a Dios, por guiarnos en cada etapa de nuestra vida, brindarnos fortaleza, sabiduría y perseverancia para alcanzar esta importante meta profesional.

A nuestras familias, por su amor, apoyo incondicional, comprensión y confianza durante todo este proceso. Gracias por acompañarnos en este largo camino, alentarnos en los momentos difíciles y celebrar con nosotros cada avance y cada meta alcanzada.

Con gratitud y cariño, dedicamos este logro a quienes nos acompañaron durante este proceso, compartiendo nuestros esfuerzos, desafíos y alegrías hasta alcanzar este meta profesional.

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a Dios por brindarnos salud, fortaleza, sabiduría y perseverancia para superar cada desafío y culminar satisfactoriamente la presente investigación.

A nuestros padres y familiares, por su amor, apoyo incondicional, comprensión y constante motivación durante nuestra formación profesional y, especialmente, durante el desarrollo de esta tesis. Su confianza, paciencia y aliento fueron fundamentales para alcanzar esta importante meta académica.

A nuestra asesora, M. Sc. Karina Marmolejo, por su orientación, dedicación, paciencia y valiosos conocimientos compartidos a lo largo de la ejecución de la investigación. Su asesoramiento y acompañamiento fueron esenciales para el desarrollo y culminación exitosa de este trabajo.

A los señores Flavio F. Alayo Huaman y Gabino A. Gutiérrez Torres, personal de campo de la Estación Experimental Esperanza "Anexo 14"- San Ramón de la Universidad Nacional del Centro del Perú, por su apoyo incondicional en las labores de campo en la ejecución del trabajo de investigación.

A mi Co-asesora, M. Sc. Doris Marmolejo Gutarra, docente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional del Centro del Perú, por su orientación durante el desarrollo de la tesis y facilitarnos el campo experimental en el marco del proyecto “Fertilización, podas y control fitosanitario en plantas francas y clones de guanábana (*Annona muricata* L.) en condiciones agroclimáticas de la EEA San Ramón-UNCP”.

Un agradecimiento especial al M. Sc. José Antonio Sánchez Escalante, especialista en suelos, por su invaluable orientación técnica, criterio agronómico y dedicación en la conducción de campo. su claridad conceptual y aporte metodológico fueron fundamentales para el desarrollo y culminación exitosa del trabajo de investigación.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias, por contribuir a nuestra formación profesional mediante sus enseñanzas, experiencia y compromiso académico.

Asimismo, agradecemos a todas las personas que colaboraron en la ejecución de las actividades de campo, así como a quienes brindaron apoyo técnico y logístico durante el desarrollo del experimento realizado en el distrito de San Ramón, provincia de Chanchamayo.

Finalmente, expresamos nuestro agradecimiento a todas aquellas personas que, de manera directa o indirecta, contribuyeron al logro de este importante objetivo académico y profesional.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de diferentes dosis y fuentes de fósforo en el establecimiento del cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.) en el Anexo 14, distrito de San Ramón, provincia de Chanchamayo, Junín. El estudio se desarrolló bajo condiciones de campo definitivo utilizando un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), conformado por 10 tratamientos, 3 bloques y 270 plantas evaluadas. Los tratamientos estuvieron constituidos por diferentes dosis de roca fosfórica, superfosfato triple y Yaramila, evaluándose variables biométricas, fisiológicas y radicales como altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas, peso fresco, peso seco, fotosíntesis, volumen radicular, área foliar y fósforo disponible en el suelo. Asimismo, se realizó un análisis económico mediante un índice de eficiencia económica basado en la relación entre biomasa seca y costo total de producción. Los resultados mostraron que las variables peso seco y fotosíntesis presentaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, destacando el tratamiento T10 con el mayor peso seco (138,84 g) y el tratamiento T8 con el mayor valor de fotosíntesis (67,42 SPAD). En cuanto al fósforo disponible en el suelo, los mayores contenidos se registraron en los tratamientos T8 y T4, con valores de 90,06 y 67,69 mg/kg, respectivamente. Por otro lado, el tratamiento T5 presentó el mayor índice de eficiencia económica con 15,25 g/S/, representando la mejor relación entre rendimiento vegetativo y costo de producción. Se concluye que las diferentes fuentes y dosis de fósforo influyeron parcialmente en el establecimiento inicial del cultivo de guanábana, destacando especialmente sobre la acumulación de biomasa seca, actividad fotosintética y disponibilidad de fósforo en el suelo. Asimismo, el tratamiento T5 representó la alternativa más eficiente desde el punto de vista económico bajo las condiciones del presente estudio.

Palabras clave: fósforo, guanábana, fertilización fosfatada, biomasa seca, fotosíntesis, eficiencia económica.

ABSTRACT

The present research aimed to determine the effect of different phosphorus doses and sources on the establishment of soursop (*Annona muricata* L.) in Annex 14, San Ramón District, Chanchamayo Province, Junín Region. The study was conducted under permanent field conditions using a Randomized Complete Block Design (RCBD), consisting of 10 treatments, 3 blocks, and 270 evaluated plants. The treatments consisted of different doses of phosphate rock, triple superphosphate, and Yaramila. Biometric, physiological, and root variables were evaluated, including plant height, stem diameter, number of leaves, fresh weight, dry weight, photosynthesis, root volume, leaf area, and available phosphorus in the soil. Likewise, an economic analysis was carried out through an economic efficiency index based on the relationship between dry biomass and total production cost. The results showed that the variables dry weight and photosynthesis presented statistically significant differences among treatments, with treatment T10 showing the highest dry weight (138.84 g) and treatment T8 showing the highest photosynthesis value (67.42 SPAD). Regarding available phosphorus in the soil, the highest contents were recorded in treatments T8 and T4, with values of 90.06 and 67.69 mg kg⁻¹, respectively. On the other hand, treatment T5 presented the highest economic efficiency index, with 15.25 g/S/, representing the best relationship between vegetative performance and production cost. It is concluded that the different phosphorus sources and doses partially influenced the initial establishment of the soursop crop, particularly regarding dry biomass accumulation, photosynthetic activity, and phosphorus availability in the soil. Likewise, treatment T5 represented the most efficient alternative from an economic point of view under the conditions of the present study.

Keyword: phosphorus, soursop, phosphate fertilization, dry biomass, photosynthesis, economic efficiency.

INTRODUCCIÓN

La guanábana (*Annona muricata* L.) es un cultivo tropical de importancia económica y agroalimentaria, impulsado por una creciente demanda de sus frutos en los mercados tanto nacional como de exportación. Este fruto es altamente valorado por sus atributos organolépticos y su perfil fitoquímico, rico en ácido ascórbico, compuestos antioxidantes y minerales esenciales, constituyendo una alternativa productiva de alto valor para las zonas tropicales del Perú. En la Selva Central, específicamente en la provincia de Chanchamayo, las condiciones edafoclimáticas son propicias para el desarrollo de este frutal; no obstante, la productividad y el óptimo establecimiento de las plantaciones comerciales se encuentran severamente limitados por las restricciones químicas inherentes a la fertilidad de los suelos de la región.

Uno de los factores limitantes críticos en los Ultisoles y Oxisoles (suelos tropicales ácidos) es la baja disponibilidad fitonutriente del fósforo (P), elemento esencial en el metabolismo energético intracelular (síntesis de ATP), la fotosíntesis, la división celular y la acumulación de biomasa. En estos agroecosistemas, el P soluble experimenta una rápida fijación o retrogradación mediante procesos de absorción química en la superficie de los óxidos e hidróxidos de hierro (Fe) y aluminio (Al), reduciendo drásticamente su fracción lábil en la solución del suelo. Esta restricción nutricional compromete el desarrollo ontogénico inicial y el anclaje de las plántulas de *A. muricata*, una fase fenológica crítica donde el requerimiento de P esencial para la morfogénesis radicular y el vigor vegetativo.

Diversas investigaciones en el ámbito de la nutrición vegetal de especies tropicales ratifican que la fertilización fosfatada optimiza los parámetros alométricos, la acumulación de materia seca y la dinámica del P en la rizosfera. Al respecto, Krüger y Meurer (2009) reportaron que la incorporación de superfosfato triple incrementó significativamente las fracciones de P disponible, optimizando su flujo de difusión hacia el sistema radical. Paralelamente, Fernández

y Meza (2003) señalaron que la reactividad de las fuentes fosfatadas modula la desorción del ion ortofosfato en suelos con alta capacidad de fijación, estimulando el crecimiento vegetal. Asimismo, estudios conducidos por Torrente (2014), Abanto (2016) y Pérez (2022) coligen que la interacción entre la solubilidad de la fuente y la dosis de fertilización determina la eficiencia agronómica de recuperación del nutriente en diversos cultivos de la vertiente amazónica.

A pesar de la trascendencia del P en la fisiología del desarrollo de los frutales tropicales, en la provincia de Chanchamayo existe un vacío de información científica respecto al manejo integrado de fuentes y dosis de fósforo en el cultivo de guanábana. Esta carencia de datos experimentales locales relega la gestión agronómica a un plano empírico, donde los productores aplican fertilizantes fosfatados sin un criterio técnico fundamentado en el poder tampón del suelo, la cinética de la fuente o el retorno económico de la inversión.

Frente a este escenario, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes dosis y fuentes de fósforo en el establecimiento inicial de *Annona muricata* L. en el Anexo 14, distrito de San Ramón, Chanchamayo, Junín. Para tal fin, se cuantificaron variables biométricas (altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas, área foliar, peso fresco de raíz , peso seco de raíz y volumen radicular), índices fisiológicos (fotosíntesis), indicadores de rentabilidad económica y la dinámica del P disponible (método Bray II) en el estrato edáfico, orientados a identificar el tratamiento con mayor eficiencia técnica y económica bajo las condiciones agroecológicas de la Selva Central.

Los resultados derivados de este estudio proporcionan una línea base técnico-científica sobre la cinética y fraccionamiento de la fertilización fosfatada en el cultivo de guanábana, proveyendo alternativas de manejo nutricional eficientes y sustentables que optimicen la productividad de los sistemas agrofrutícolas de la región.

INDICE

Página.

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INDICE

INDICE DE TABLAS

INDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema	1
1.2.	Delimitación de la investigación.....	2
1.3.	Formulación del problema	3
1.3.1.	Problema general	3
1.3.2.	Problemas específicos.....	3
1.4.	Formulación de objetivos.....	4
1.4.1.	Objetivo general.....	4
1.4.2.	Objetivos específicos	4
1.5.	Justificación de la investigación	4
1.6.	Limitaciones de la investigación.....	5
CAPITULO II		7
2.	MARCO TEORICO.....	7
2.1.	Antecedentes de estudio.....	7
2.2.	Bases teóricas – científicas	12
2.3.	Definición de términos básicos	23
2.4.	Formulación de hipótesis	24
2.4.1.	Hipótesis general.....	24
2.4.2.	Hipótesis específica	24
2.5.	Identificación de variables	24
2.6.	Definición Operacional de variables e indicadores	24

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación.....	27
3.2.	Nivel de Investigación	27
3.3.	Métodos de investigación	27
3.4.	Diseño de investigación.....	28
3.5.	Población y muestra.....	29
	3.5.1. Población.....	29
	3.5.2. Muestra	29
3.6.	Técnicas e instrumentos recolección de datos	29
3.7.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	30
3.8.	Tratamiento estadístico	39
3.9.	Orientación ética filosófica y epistémica.....	40

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del trabajo de campo.....	42
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados	46
4.3.	Prueba de hipótesis	72
4.4.	Discusión de resultados.....	73

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANEXOS

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de la ficha técnica de Yaramila Complex.....	22
Tabla 2. Definición operacionalización de variables.	25
Tabla 3. Tratamientos y dosis de fósforo.....	28
Tabla 4. Modelo del análisis de Varianza (ANVA).....	40
Tabla 5. Análisis de varianza (ANOVA) para la altura de planta	46
Tabla 6. Prueba de comparaciones múltiples (Duncan 0.05) para altura de planta	47
Tabla 7. Análisis de varianza (ANOVA) para diámetro de tallo.....	49
Tabla 8. Prueba de comparaciones múltiples (Duncan 0.05) para diámetro de tallo.....	49
Tabla 9. Análisis de varianza (ANOVA) para número de hojas.....	51
Tabla 10. Prueba de comparaciones múltiples (Duncan 0.05) para número de hojas	52
Tabla 11. Análisis de varianza (ANOVA) para área foliar.....	54
Tabla 12. Prueba de comparaciones múltiples (Duncan 0.05) para área foliar	55
Tabla 13. Análisis de varianza (ANOVA) para volumen radicular.....	57
Tabla 14. Prueba de comparaciones múltiples (Duncan 0.05) para volumen radicular	58
Tabla 15. Análisis de varianza (ANOVA) para peso fresco de raíz.	60
Tabla 16. Prueba de comparaciones múltiples (Duncan 0.05) para peso fresco de raíz.....	60
Tabla 17. Análisis de varianza (ANOVA) para peso seco de raíz.....	62
Tabla 18. Prueba de comparaciones múltiples (Duncan 0.05) para peso seco de raíz	63
Tabla 19. Análisis de varianza (ANOVA) para fotosíntesis.....	64
Tabla 20. Prueba de comparaciones múltiples (Duncan 0.05) para fotosíntesis	65
Tabla 21. Contenido de fósforo disponible en el suelo al inicio y final del experimento según método analítico empleado.....	67
Tabla 22. Índice de eficiencia económica (g/S/).	70
Tabla 23. Resultados de la prueba de hipótesis para las variables evaluadas.....	72
Tabla 24. Ficha de evaluación a los 30 días.....	108
Tabla 25. Ficha de evaluación a los 60 días.....	109
Tabla 26. Ficha de evaluación a los 90 días.....	110
Tabla 27. Costos generales de producción durante el establecimiento del cultivo de guanábana	111
Tabla 28. Costos de fertilización por tratamiento.....	111
Tabla 29. Índice de eficiencia económica de los tratamientos evaluados.....	112

INDICE DE FIGURAS

	Página.
Figura 1. Ubicación del experimento en el Anexo 14, San Ramón	42
Figura 2. Croquis del área experimental	44
Figura 3. Croquis del área experimental por tratamientos	45
Figura 4. Curva de progreso de la altura de planta a los 30, 60 y 90 días después de la siembra.....	48
Figura 5. Curva de progreso del diámetro de tallo a los 30, 60 y 90 días después de la siembra.....	50
Figura 6. Curva de progreso del número de hojas a los 30, 60 y 90 días después de la siembra.....	53
Figura 7. Curva de progreso del área foliar a los 30, 60 y 90 días después de la siembra	56
Figura 8. Curva de progreso del volumen de raíz a los 30, 60 y 90 días después de la siembra.....	59
Figura 9. Curva de progreso del peso fresco de raíz a los 30, 60 y 90 días después de la siembra.....	61
Figura 10. Curva de progreso del peso seco de raíz a los 30, 60 y 90 días después de la siembra.....	63
Figura 11. Curva de progreso de la fotosíntesis a los 30, 60 y 90 días después de la siembra	66
Figura 12. Determinación de fósforo	68
Figura 13. Índice de eficiencia económica de los tratamientos evaluados	71
Figura 14. Selección de frutos maduros y extracción de semillas	92
Figura 15. Preparación de semillas para germinación	92
Figura 16. Proceso de germinación en cama germinadora	93
Figura 17. Repique de plántulas a bolsas de vivero.....	93
Figura 18. Producción de plantones adicionales para reposición	93
Figura 19. Mezcla de sustrato utilizado en vivero	94
Figura 20. Proceso de llenado de bolsas	94
Figura 21. Acondicionamiento de bolsas de vivero.....	94
Figura 22. Limpieza y acondicionamiento del terreno	97
Figura 23. Demarcación del área experimental	97

Figura 24. Elaboración de hoyos de 30 x 30 x 30 cm.....	97
Figura 25. Elaboración de terrazas para evitar encharcamiento	98
Figura 26. Trasplante de plántulas al campo definitivo	98
Figura 27. Aplicación de tratamientos fosfatados.....	98
Figura 28. Colocación de mulch	99
Figura 29. Limpieza de parcela.....	99
Figura 30. Reposición de plantas perdidas	99
Figura 31. Monitoreo fitosanitario y control.....	100
Figura 32. Evaluación para altura de planta.....	100
Figura 33. Medición de diámetro de tallo	100
Figura 34. Conteo de hojas	101
Figura 35. Evaluación SPAD mediante PhotosynQ	101
Figura 36. Análisis foliar con software Imagen J	101
Figura 37. Determinación del volumen radicular mediante desplazamiento de agua	102
Figura 38. Evaluación de peso fresco	102
Figura 39. Secado de muestras en estufa	102
Figura 40. Evaluación de peso seco	103
Figura 41. Maestro de suelo a 30cm de profundidad.....	103

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

El cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.) constituye una alternativa frutícola de importancia económica en el Perú, especialmente en regiones tropicales como San Martín, Ucayali y Huánuco, debido a su creciente demanda en el mercado nacional e internacional. Asimismo, destaca por su valor nutricional, ya que su fruto contiene vitamina C, antioxidantes y minerales como potasio y magnesio, lo que lo convierte en un alimento altamente apreciado. En los últimos años, la producción de guanábana ha mostrado un incremento significativo, evidenciando su potencial en el desarrollo agrícola de las zonas tropicales del país.

Sin embargo, en zonas productoras como el distrito de San Ramón, provincia de Chanchamayo, el adecuado establecimiento y crecimiento del cultivo se ve limitado por factores edáficos, principalmente por la baja disponibilidad de fósforo en los suelos tropicales ácidos. Este nutriente es esencial para procesos fisiológicos fundamentales como el desarrollo radicular, la transferencia de energía y el crecimiento vegetativo de

las plantas (Fernández, 2003).

Los suelos de la región, caracterizados por su acidez y alta presencia de óxidos de hierro y aluminio, presentan una elevada fijación de fósforo, lo que reduce significativamente su disponibilidad para las plantas. Esta condición es común en suelos tropicales, donde el fósforo se inmoviliza o lixivia fácilmente, limitando su aprovechamiento por los cultivos. Asimismo, estudios en otras regiones han demostrado que la retención de fósforo puede superar el 80 % en suelos ácidos, afectando directamente el crecimiento de los cultivos (Bravo et al., 2013).

En el Perú, los suelos de la Amazonía presentan deficiencias marcadas de fósforo y nitrógeno, considerados nutrientes limitantes para la producción agrícola (Fernández, 2003). Esta situación repercute en cultivos como la guanábana, especialmente durante sus primeras etapas de desarrollo, donde el fósforo cumple un rol determinante.

Asimismo, en la zona de estudio existe escasa información técnica sobre las dosis óptimas y las fuentes más eficientes de fósforo para este cultivo bajo dichas condiciones. La falta de conocimiento genera que los productores apliquen fertilización empírica, lo que conlleva a un uso ineficiente de insumos y bajos rendimientos. En este contexto, se resaltó la importancia de una adecuada gestión del fósforo para mejorar la productividad de los cultivos en condiciones tropicales.

En este contexto, se evidenció la necesidad de determinar la dosis y fuente de fósforo más adecuada para el cultivo de guanábana en las condiciones edafoclimáticas del Anexo 14, distrito de San Ramón, Chanchamayo, a fin de mejorar su crecimiento vegetativo y contribuir al manejo agronómico eficiente del cultivo.

1.2. Delimitación de la investigación

La presente investigación se desarrolló en el Anexo 14, ubicado en el distrito de

San Ramón, provincia de Chanchamayo, región Junín, zona que presenta condiciones edafoclimáticas características de la selva central del Perú.

El estudio se centró en el cultivo de *Annona muricata* L. (guanábana), específicamente en su etapa de crecimiento vegetativo, considerando la influencia del fósforo como nutriente esencial en el desarrollo de las plantas.

La investigación se delimitó al análisis de diferentes dosis y fuentes de fósforo, tales como YaraMila Complex, superfosfato triple y roca fosfórica, evaluando su efecto en el crecimiento vegetativo del cultivo bajo condiciones de suelos ácidos.

Asimismo, el estudio se llevó a cabo durante un periodo de ocho meses, comprendido entre septiembre de 2025 y mayo de 2026, considerando las condiciones ambientales propias de la zona durante dicho intervalo.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿En qué medida las diferentes dosis y fuentes de fósforo influyeron en el establecimiento y crecimiento del cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.) en el Anexo 14, distrito de San Ramón, Chanchamayo, Junín?

1.3.2. Problemas específicos

¿Cuál fue el efecto de dosis y fuentes de fósforo en el crecimiento y desarrollo del sistema radicular en el cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.)?

¿Cuál fue el efecto de dosis y fuentes de fósforo en el crecimiento y desarrollo vegetativo en el cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.)?

¿Cuál de las combinaciones de dosis y fuentes de fósforo presentó la mejor relación costo/beneficio en el establecimiento del cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.) en San Ramón, Chanchamayo?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar el efecto de dosis y fuentes de fósforo en el establecimiento del cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.) en el Anexo 14, distrito de San Ramón, Chanchamayo, Junín.

1.4.2. Objetivos específicos

Determinar el efecto de dosis y fuentes de fósforo en el crecimiento y desarrollo del sistema radicular en el cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.).

Comparar el efecto de dosis y fuentes de fósforo en el crecimiento y desarrollo vegetativo en el cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.).

Analizar la relación costo/beneficio de las combinaciones de dosis y fuentes de fósforo en el establecimiento del cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.) en San Ramón, Chanchamayo.

1.5. Justificación de la investigación

El cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.) es de gran importancia en las zonas tropicales del Perú debido a su valor alimenticio y medicinal, así como a su creciente demanda en el mercado nacional e internacional. Sin embargo, su productividad en zonas como San Ramón, Chanchamayo, se ve limitada por factores edáficos, principalmente por la baja disponibilidad de fósforo en los suelos tropicales.

Estos suelos, característicos de la región amazónica, presentan bajos niveles de fósforo debido a su origen y a procesos de fijación que lo convierten en formas no disponibles para las plantas. Este nutriente cumple un rol fundamental en el crecimiento vegetal, participando en procesos como la fotosíntesis, la transferencia de energía y el desarrollo radicular, por lo que su deficiencia afecta directamente el establecimiento y desarrollo del cultivo.

En este contexto, la presente investigación se justificó en la necesidad de evaluar el efecto de diferentes dosis y fuentes de fósforo, con el fin de mejorar la eficiencia de la fertilización en suelos ácidos y de baja fertilidad. La identificación de estrategias adecuadas permitió optimizar la disponibilidad de este nutriente, contribuyendo a un manejo más eficiente y sostenible del suelo, así como a la reducción de impactos ambientales asociados al uso inadecuado de fertilizantes.

Asimismo, existe un limitado número de estudios específicos sobre el manejo del fósforo en el cultivo de guanábana bajo condiciones edafoclimáticas de la selva central, particularmente en el distrito de San Ramón, Chanchamayo. Por ello, esta investigación buscó generar información técnica que permita orientar a los productores en la toma de decisiones relacionadas con la fertilización fosforada.

Los resultados obtenidos contribuyeron a mejorar la productividad del cultivo, incrementando la rentabilidad para los agricultores, y promoviendo un desarrollo agrícola sostenible en la región.

1.6. Limitaciones de la investigación

La presente investigación presentó limitaciones relacionadas con la escasa disponibilidad de estudios previos sobre el efecto de diferentes dosis y fuentes de fósforo en el establecimiento del cultivo de guanábana, especialmente en condiciones de suelos tropicales ácidos como los de la región de San Ramón, Chanchamayo.

Está limitada información técnica restringió el acceso a antecedentes específicos para la comparación y análisis de los resultados, lo que dificulta la generalización de los mismos en otros contextos productivos.

Otra limitación relevante está asociada a las condiciones propias del suelo, caracterizado por su baja disponibilidad de fósforo, lo que influyó directamente en el desarrollo del cultivo y puede generar variabilidad en los resultados.

A pesar de estas limitaciones, la investigación proporcionó información relevante y aplicable para el manejo del fósforo en el cultivo de guanábana, contribuyendo a la generación de conocimiento en sistemas productivos de la selva peruana.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio

En un estudio realizado en Rio Grande do Sul, Brasil, entre diciembre de 2005 y febrero de 2006, Krüger & Meurer (2009) llevaron a cabo una investigación con el objetivo de cuantificar las fracciones de fósforo (P) presentes en el suelo y relacionarlas con el P acumulado por las plantas de arroz (*Oryza sativa*) bajo condiciones controladas de invernadero. Para esta investigación, se emplearon muestras de cuatro tipos de suelos, utilizando un diseño experimental de bloques completamente al azar. El tratamiento consistió en la aplicación de dos dosis de superfosfato triple (SFT), con niveles de 0 y 39.30 mg kg⁻¹ de P. Los resultados mostraron que la aplicación de superfosfato triple incrementó significativamente la fracción de fósforo moderadamente lábil en el suelo, una de las formas más disponibles de este nutriente para las plantas. Este aumento en la fracción moderadamente lábil fue mayor en comparación con la fracción de fósforo lábil, que experimentó un incremento menor. Esta distinción entre las fracciones lábiles y moderadamente lábiles es importante, ya

que las primeras son aquellas más directamente accesibles para las plantas, mientras que las segundas requieren de procesos adicionales para ser absorbidas eficientemente. Además, este hallazgo subraya cómo la aplicación de fertilizantes fosfatados puede influir en la disponibilidad de las diferentes fracciones de fósforo en el suelo, impactando directamente en la absorción del nutriente por parte de los cultivos. Este tipo de estudios son fundamentales para comprender cómo mejorar la eficiencia del uso del fósforo en la agricultura, especialmente en cultivos como el arroz, que tienen una gran demanda de este elemento para su óptimo desarrollo.

Según Beltrán et al. (2019) en su investigación la cual su objetivo fue comparar el efecto de la aplicación de diferentes fuentes de fósforo y azufre (fertilizantes sintéticos, roca fosfórica y yeso) sobre el cultivo de soja, y evaluar la residualidad de estos nutrientes según la fuente de aplicación en un suelo típico de Argiudol bajo sistema de siembra directa. Los resultados obtenidos muestran que la fertilización con una mezcla de roca fosfórica y yeso permitió obtener los mismos rendimientos que la fertilización tradicional. Sin embargo, no se midió el efecto residual de la roca fosfórica sobre el fósforo y el azufre extraíbles del suelo.

En la investigación de Barresi et al. (2022) se evaluó el efecto de hongos endofíticos septados (DSE) sobre las fracciones inorgánicas de fósforo en suelos y su impacto en el cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor*), utilizando macetas en condiciones controladas. Aunque no se encontraron estructuras fúngicas en las raíces, se observó un aumento significativo en la biomasa aérea y en la longitud de las raíces cuando se empleó *Curvularia sp.* como agente biológico. No obstante, la concentración de fósforo en las plantas no presentó cambios, lo que sugiere que, si bien los hongos pudieron haber influido en el crecimiento vegetal, su acción no se tradujo en una mayor absorción de fósforo. Aunque los resultados no fueron concluyentes en cuanto a la capacidad de

los hongos para solubilizar este nutriente, el estudio representó un avance importante en la exploración de los hongos DSE como posibles solubilizadores de fósforo, lo que abre nuevas líneas de investigación para su uso en la mejora de la nutrición de cultivos y en la sostenibilidad agrícola.

El estudio realizado por Fernández (2003) evaluó el efecto residual de la roca fosfórica de Riecito (Venezuela) tratada con vinaza y altas temperaturas sobre la solubilidad del fósforo en el suelo y su impacto en la productividad de maíz. El experimento consistió en tres cosechas sucesivas de maíz con los siguientes tratamientos: a) roca fosfórica natural de Riecito (RFN), b) roca fosfórica calcinada a 900 °C durante 7 horas (RFC), c) roca acidulada con vinaza en una proporción de 1:1 (RFV), d) fosfato monoamónico (FMA) como fertilizante de referencia, y un testigo sin la aplicación de fósforo con una dosis estándar de 300 ppm de P. Los resultados mostraron que el fosfato monoamónico (FMA) fue la fuente que más promovió el crecimiento y rendimiento de las plantas, superando significativamente a las otras fuentes de fósforo en todas las cosechas. Sin embargo, también se observó que tanto la roca fosfórica calcinada como la acidulada con vinaza incrementaron la solubilidad del fósforo en suelos con un pH inferior a 5,7, lo que sugiere que el tratamiento térmico o químico de la roca fosfórica puede mejorar la disponibilidad de fósforo en suelos ácidos. Esta investigación resaltó la importancia de las condiciones edáficas en la eficacia de las fuentes de fósforo, destacando que en suelos con bajo pH, tratamientos como la calcificación o acidulación con vinaza pueden ser estrategias efectivas para aumentar la solubilidad y, por lo tanto, la disponibilidad de fósforo para los cultivos. Aunque el FMA mostró ser la opción más eficiente en términos de disponibilidad inmediata de fósforo, las rocas fosfóricas tratadas representaron una alternativa prometedora para mejorar la fertilización en suelos ácidos, especialmente en escenarios

de bajo acceso a fertilizantes sintéticos como el FMA. Estos hallazgos son de especial relevancia en el manejo de la fertilización en zonas tropicales con suelos ácidos, donde la optimización del uso de rocas fosfóricas tratadas podría reducir costos y dependencia de fertilizantes importados, al tiempo que se mejora la sostenibilidad del sistema agrícola.

La investigación realizada por Abanto (2016) abordó el efecto de la fertilización fosfatada y el tipo de suelo en la absorción de cadmio por plantas de maíz, con el objetivo de evaluar cómo distintas fuentes y dosis de fósforo influían tanto en la producción de materia seca como en la extracción de este metal pesado. El experimento se desarrolló utilizando dos fuentes de fósforo: fosfato diamónico (DAP) y roca fosfórica acidulada con ácido sulfúrico (RFAS), aplicadas en tres dosis diferentes (50 ppm, 100 ppm y 200 ppm). Estos tratamientos se probaron en dos tipos de suelo, caracterizados por diferentes condiciones edáficas y niveles de fertilidad. Los resultados indicaron que la aplicación de 200 ppm de fosfato diamónico resultó ser el tratamiento más eficiente en términos de producción de materia seca, lo que sugiere una mayor disponibilidad de nutrientes para las plantas. Además, se observó que este mismo tratamiento promovió la mayor extracción de cadmio en las plantas de maíz, lo que demuestra que la fertilización fosfatada no solo favorece el crecimiento y desarrollo del cultivo, sino que también puede influir significativamente en la absorción de metales pesados como el cadmio. Este hallazgo es particularmente relevante para la gestión de suelos agrícolas contaminados, dado que el uso de fertilizantes adecuados podría no solo mejorar el rendimiento de los cultivos, sino también contribuir a la remediación de suelos contaminados al facilitar la extracción de metales por las plantas. La investigación resaltó la necesidad de una fertilización equilibrada que considere tanto los aspectos nutricionales de las plantas como los riesgos asociados a la

acumulación de contaminantes en los suelos.

El experimento de Pérez et al. (2017) se llevó a cabo en 2015 en un invernadero del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Saltillo, Coahuila, México. Se combinaron dos dosis de roca fosfórica (2.5 y 5 g L de sustrato) con aplicaciones de aluminio (vía riego o aspersión foliar). El diseño fue completamente al azar (DCA) con arreglo factorial y cinco repeticiones por tratamiento. La aplicación de aluminio vía riego aumentó el rendimiento de las plantas de fresa, correlacionado positivamente con la concentración de ácido cítrico en el sustrato. La dosis alta de roca fosfórica disminuyó el peso seco de las plantas.

En la investigación de Torrente (2014) en Palermo – Huila, la cual evaluó el efecto de la roca fosfórica parcialmente acidulada y calcinada en la producción de maíz, con un diseño DCA donde se utilizaron 7 tratamientos con 9 repeticiones con diferentes fuentes de fósforo (incluyendo roca fosfórica, Fosforita-30P, y fosfato diamónico (DAP)) y un control sin fósforo. Los resultados destacaron en los mejores rendimientos en la cosecha se obtuvieron con la roca fosfórica parcialmente acidulada malla 100 y DAP, alcanzando un promedio de 7.8 t/ha. La Fosforita-30P mostró el mayor rendimiento en materia seca.

Pérez (2022) hizo una investigación donde se evaluaron diversas fuentes orgánicas de fósforo, abonos orgánicos, en plántulas de guanábana instaladas en vivero, en el distrito de Yurimaguas, Región Loreto. En este estudio se contempló la evaluación de diferentes fuentes orgánicas de nutrición (gallinaza, cuyaza y vacaza) para la propagación de plántulas de guanábana en vivero, con el objetivo de determinar el efecto de estos sobre el desarrollo morfológico en etapa de vivero, buscando revertir problemas radiculares, estrés de trasplante y bajo porcentaje de prendimiento en campo definitivo. Se establecieron proporciones 50:50 (50% abono orgánico y 50% de tierra negra), y simultáneamente se llevó a cabo la recolección, selección y escarificación de

semillas, la preparación de sustrato, llenado de bolsas y siembra de semillas. Se tuvo como tratamientos al T1 (testigo-tierra negra), T2 (vacaza), T3 (cuyaza) y T4 (gallinaza). Los indicadores fueron los siguientes: porcentaje de germinación (%), altura de la planta (cm), diámetro del tallo (mm), longitud de raíz (cm), número de hojas por plántula, área foliar (cm²), índice de calidad de Dickson y análisis económico. Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza utilizando la prueba Duncan al 5%. Los resultados mostraron que el T4 respondió mejor a todos los indicadores estudiados, alcanzando promedios de 51.43 cm de altura, 5.87 mm de diámetro de tallo, 30.33 cm de longitud de raíz, 16 hojas por planta, 79.04 cm² de área foliar, 1.37 de índice de calidad de Dickson y 0.23 de valor costo/beneficio en todas las variables. Concluyendo que las variables tuvieron mejor aceptación con la gallinaza, debido a que tiene mayores cantidades de minerales en contraste con la vacaza y cuyaza, lo cual es favorable para el desarrollo morfológico de las plántulas.

2.2. Bases teóricas – científicas

Generalidades del cultivo

Origen

La guanábana es originaria de las regiones tropicales de América, donde se ha cultivado durante siglos, especialmente en zonas de Centroamérica y el Caribe. Desde estas regiones, el cultivo de la guanábana se extendió a otras áreas tropicales de América del Sur y posteriormente fue introducido en África y Asia. En particular, países del sudeste asiático como Filipinas y Tailandia adoptaron su cultivo. A lo largo del tiempo, la guanábana también ha sido cultivada en diversas partes de América del Norte y en algunas regiones tropicales de Oceanía (Smith et al., 1995).

Importancia

La guanábana es una planta perteneciente a la familia Annonaceae y se cultiva en varias regiones del Perú, aprovechando las condiciones agroclimáticas favorables de la selva central y otras zonas tropicales. Estas áreas proporcionan un entorno ideal para

el crecimiento y desarrollo de la guanábana, lo que permite una producción constante durante gran parte del año. En el Perú, se cultivan aproximadamente 500 ha de guanábana con un rendimiento promedio de 8 t/ha (Rodríguez, 2005). Los componentes nutricionales de la guanábana incluyen vitamina C, así como pequeñas cantidades de vitaminas B1 y B2. Además, sus semillas contienen aceites vegetales, mientras que en minerales destaca su contenido de calcio, potasio y magnesio (Agrodata, 2018).

Clasificación taxonómica

Con base en estudios filogenéticos, morfológicos y de distribución de plantas, tanto taxónomos como productores han reconocido a la guanábana en el género *Annona*. Según el Sistema Integrado de Información Taxonómica (ITIS, 2020), la clasificación taxonómica de este cultivo se describe de la siguiente manera:

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Magnoliales
Familia	Annonaceae
Genero	<i>Annona</i>
Especie	<i>Annona muricata</i> L.

Descripción botánica

Sistema Radicular

Posee una raíz principal robusta que se ramifica de manera rápida, formando raíces secundarias y numerosos pelos absorbentes finos de color blanco. Estas raíces son esenciales para la absorción de nutrientes y agua. La raíz principal puede alcanzar una longitud de hasta 1,5 m, con la mayoría de las ramificaciones concentradas en los primeros 30 a 40 cm del suelo (Soplín T., 2015).

Tallo

La altura varía entre 1,5 m y 6 m, siendo robusto y estable (Martínez, 2008). A partir del tronco se desarrollan las ramas secundarias, las hojas y las flores, con el meristemo apical ubicado en la parte superior del tronco (Gómez, 2015). tiene un diámetro que oscila entre 8 y 12 cm en su base, siendo más delgado en las ramas superiores. Es de color verde a marrón grisáceo, con una textura algo rugosa y presenta lenticelas. El tronco está compuesto por un cilindro vascular bien desarrollado, tejido medular y una corteza externa que protege los tejidos internos. En la porción distal se encuentra el meristemo apical, de donde emergen nuevas hojas y botones florales (Gómez, 2015).

Hojas

Las hojas de la guanábana son simples, elípticas o lanceoladas, y se disponen de manera alterna en las ramas. Su tamaño varía entre 10 y 15 cm de largo, con un pecíolo corto. Las hojas son de un color verde oscuro brillante en el haz y más pálidas en el envés, donde presentan un vello muy fino y diminutas glándulas. Tienen un borde entero y son ligeramente coriáceas al tacto, siendo típicamente más grandes en los brotes nuevos. En algunas variedades, las hojas pueden variar en tamaño y en la densidad del vello (Ramírez, 2005).

Flor

Según Ramírez (2005) las plantas de guanábana tienen flores hermafroditas, aunque funcionalmente actúan de manera protogínico, lo que significa que las partes femeninas (estigmas) maduran antes que las masculinas (estambres). Las flores aparecen solitarias o en pequeños grupos en las ramas principales y secundarias, generalmente en las axilas de las hojas. Al principio, las flores se abren con el estigma receptivo, y más tarde los estambres liberan el polen, lo que favorece la polinización

cruzada. La productividad del cultivo está estrechamente relacionada con el éxito en la polinización, ya que las flores femeninas que logran ser polinizadas adecuadamente se desarrollarán en frutos.

Fruto

El fruto de la guanábana es grande, ovalado o en forma de corazón, con un tamaño que varía según la variedad. La cáscara es verde oscuro cuando el fruto está inmaduro y se vuelve de un tono verde más claro o amarillento a medida que madura. Su superficie es rugosa, cubierta de pequeñas espinas suaves. La pulpa es de color blanco cremoso, suave y jugosa, con un sabor agri dulce característico. Las semillas, de color negro o marrón oscuro, están distribuidas a lo largo de la pulpa, bien definidas en los frutos que resultan de la polinización, los frutos partenocárpicos carecen de semillas (Leyva, 2018).

Semilla

Las semillas de la guanábana se presentan en cantidad variable, son de forma ovalada, algo aplanadas y de color negro o marrón oscuro. Estas semillas están distribuidas a lo largo de la pulpa del fruto. En algunas variedades cultivadas, es posible encontrar frutos partenocárpicos, es decir, sin semillas, lo que puede ser deseado para la comercialización debido a la facilidad de consumo (Pérez, 2008).

Requerimiento Edafoclimáticos

Temperatura

Para que las semillas de guanábana germinen adecuadamente, se requiere una temperatura óptima entre 25 y 30 °C durante el día, y entre 20 y 25 °C durante la noche. El rango ideal de temperatura para el crecimiento y desarrollo de la planta varía entre 25 y 32 °C. Temperaturas por debajo de 15 °C pueden ralentizar el crecimiento y afectar negativamente la planta, mientras que temperaturas inferiores a 10 °C pueden detener

completamente su desarrollo (Fernández, 2010).

Humedad relativa

Según Miranda L. (1995) la guanábana es una planta que tiene necesidades específicas de humedad debido a sus grandes hojas y características tropicales. La humedad relativa óptima durante el día se sitúa entre el 70 % y el 80 %, mientras que durante la noche es ideal que esté entre el 80 % y el 90 %. No obstante, un exceso de humedad durante el día puede afectar la transpiración y disminuir la eficiencia en la fotosíntesis, lo que repercute en la producción de frutos. Además, la acumulación de humedad o la condensación en las hojas y frutos puede propiciar el desarrollo de enfermedades fúngicas, especialmente en climas cálidos y húmedos.

Fotoperiodo

La guanábana es una planta tropical que requiere condiciones ambientales específicas para su óptimo desarrollo, siendo la luminosidad uno de los factores clave en su productividad. Aunque la guanábana puede adaptarse a diferentes intensidades de luz, su crecimiento y rendimiento se ven significativamente favorecidos en zonas con una alta exposición solar. La luz solar no solo es esencial para la fotosíntesis, sino que también influye en la floración y en la formación de frutos de mejor calidad. Se recomienda cultivar la guanábana en áreas bien iluminadas y con pleno sol, ya que una mayor cantidad de radiación solar promueve un desarrollo más vigoroso de las plantas y una mayor cantidad de flores y frutos. En condiciones de baja intensidad lumínica, el crecimiento puede verse afectado, limitando tanto el tamaño de la planta como el rendimiento del cultivo (Gómez, 2015).

Suelo

La guanábana se adapta mejor a suelos profundos, bien drenados, con texturas francas a franco-arenosas y ricos en materia orgánica. El rango de pH óptimo para su

desarrollo está entre 5.0 y 6.5, lo que corresponde a su preferencia por suelos ligeramente ácidos. Al ser un cultivo tropical, es sensible al encharcamiento y a la compactación del suelo, lo que puede afectar el desarrollo radicular y el rendimiento. Se recomienda cultivar en suelos con buena aireación y baja salinidad para un óptimo crecimiento y producción de frutos (Leyva G., 2018).

Manejo agronómico del cultivo

Semilla y Almacigo

Las semillas de guanábana suelen germinar en un período de dos a cuatro semanas bajo condiciones óptimas, aunque este tiempo puede extenderse en ambientes menos controlados. Para mejorar la tasa de germinación, es aconsejable remojar las semillas en agua durante 24 a 48 horas antes de la siembra, desechando aquellas que floten, ya que suelen ser de menor calidad. También se recomienda realizar un tratamiento de escarificación mecánica o química para acelerar el proceso. Estas prácticas aseguran una mayor cantidad de plántulas viables y saludables en el campo (Soplín T., 2015).

Trasplante

El trasplante de plántulas de guanábana al campo definitivo se debe realizar cuando las plántulas alcanzan una altura de aproximadamente 10 a 15 cm y presentan de tres a cuatro hojas bien desarrolladas, lo que ocurre generalmente de tres a cuatro semanas después de la siembra en semilleros. Para asegurar un trasplante exitoso, Leiva (2018) recomiendan no exponer las plántulas a la luz solar directa, humedecer las bandejas con fungicida antes del trasplante, y realizar el proceso durante las primeras horas de la mañana o al atardecer para maximizar los porcentajes de prendimiento.

Distanciamiento de Siembra

La distancia de siembra de guanábana puede variar dependiendo de factores

como el tipo de suelo, las condiciones climáticas, el sistema de riego y las prácticas agrícolas locales. Se recomienda realizar ajustes basados en estudios locales para optimizar el rendimiento del cultivo en cada situación específica. El espaciamiento recomendado entre hileras puede variar entre 5 y 7 metros, mientras que entre plantas dentro de la hilera puede oscilar entre 3 y 5 metros, dependiendo de las condiciones de manejo y crecimiento de la planta.

Poda

En el cultivo guanábana, es recomendable realizar podas de formación y mantenimiento para asegurar el adecuado desarrollo de la planta y la calidad de los frutos. Se sugiere eliminar los tallos laterales a partir de una altura de 60 a 70 cm, manteniendo únicamente los frutos que cuelgan desde los 2 metros de altura, donde se fijan los alambres que soportan el sistema de entutorado. Es fundamental eliminar los frutos deformados o con poco valor comercial, así como los frutos abortados, para reducir la propagación de enfermedades y mejorar la sanidad del cultivo. Asimismo, se recomienda retirar las hojas viejas de la base de la planta para favorecer una mejor circulación de aire. Tras la cosecha, no se deben remover más de dos hojas por vez, y es esencial aplicar fungicidas en las heridas causadas por la poda para evitar infecciones y favorecer la cicatrización (Fernández, J., 2010).

Aclareo de Fruto

Es recomendable eliminar los primeros frutos que crecen en la base de la planta de guanábana para permitir un mejor desarrollo del sistema radicular y asegurar que la planta concentre sus energías en fortalecer sus partes estructurales antes de la producción. Estos frutos bajos, que se desarrollan a partir de los 60 a 75 cm de altura, tienden a afectar la calidad porque pueden tocar el suelo y propiciar la aparición de enfermedades. Además, interfieren en el desarrollo óptimo de las partes aéreas y limitan

el rendimiento de los frutos superiores (Fernández, 2010). También es importante eliminar los frutos deformes, dañados o abortados lo más pronto posible. En variedades que producen frutos en racimos en las axilas de las hojas, es conveniente dejar solo un fruto por axila para asegurar un llenado adecuado y una maduración uniforme, lo que también contribuye a una cosecha más temprana.

Control de malezas

Cuando las malezas compiten por agua, luz y nutrientes, pueden reducir el rendimiento y el crecimiento de los cultivos. Además, actúan como hospedantes de plagas y enfermedades. La competencia más intensa se observa durante los primeros 45 días después de la siembra. Una vez que los cultivos han crecido, el control de malezas suele ser mecánico, y generalmente implica operaciones manuales para manejar las malezas alrededor de las hileras de plantas.

Cosecha

La guanábana se cosecha cuando los frutos han alcanzado un grado de madurez óptimo, lo cual suele ocurrir entre los 120 y 160 días después de la floración, dependiendo de las condiciones ambientales y del manejo agronómico. A pesar de que el fruto puede haber alcanzado su tamaño final, es fundamental que los recolectores estén capacitados para identificar el punto exacto de maduración, ya que la guanábana es un fruto climatérico, es decir, continúa su proceso de maduración después de la cosecha. En el momento ideal, la piel de la fruta pasa de un verde oscuro a un verde más claro y brillante, mientras que las espinas de la superficie se ablandan ligeramente (Fernández, 2010).

La recolección se realiza manualmente, cortando con cuidado el pedúnculo para evitar daños que puedan acelerar la descomposición del fruto. Es importante manejar los frutos con delicadeza, ya que son extremadamente sensibles a los golpes, lo que

podría reducir su calidad y vida útil. Los frutos cosechados se colocan en canastas protegidas del sol y el viento, y se transportan rápidamente a las instalaciones de empaque, donde se procede a su clasificación según Fernández (2010):

A. Madurez comercial

El estado de maduración del fruto de la guanábana requerido por el mercado y para el consumo humano se refiere a cuando la fruta ha desarrollado plenamente sus características organolépticas, tales como el sabor dulce, el color verde claro, el aroma característico y una pulpa de textura suave y jugosa. Un indicador clave para la cosecha es cuando las espinas de la cáscara comienzan a ablandarse ligeramente y el color del fruto cambia de verde oscuro a verde claro, lo que indica que el fruto está listo para ser cosechado. Además, al tacto, el fruto debe ceder ligeramente bajo presión, lo que confirma que está en el punto adecuado de madurez para el consumo.

B. Madurez Fisiológica

Es el momento en el cual fisiológicamente todas las partes del fruto de la guanábana han alcanzado su máximo desarrollo, y las semillas son viables para su reproducción. En este estado, la guanábana ha completado su proceso de crecimiento, presentando un tamaño óptimo y una textura más suave en la cáscara, lo que indica que las semillas están listas para ser extraídas y utilizadas en la reproducción del cultivo. Este es el estado adecuado para la cosecha de frutos destinados a la obtención de semillas.

Sustratos

Sirve como soporte químico y físico del cultivo, y es responsable de proporcionar el ambiente adecuado para la planta durante sus etapas de germinación, crecimiento y desarrollo.

Funciones del Sustrato

Para lograr un buen desarrollo de la planta, se deben realizar las siguientes cuatro tareas: “Proporcionar espacio y soporte para la planta, reponer para la humedad para que esté disponible para la planta y proporcionar intercambio de gases entre la atmosfera y las raíces.” (Ansorena M., 1994). Los sustratos tienen las siguientes funciones:

A. Soporte de las plantas

A medida que crecen las raíces, el sustrato sirve como punto de desprendimiento de plantas y crea una base sólida para que el objeto alto se mantenga erguido.

B. Humedad

Una gran cantidad de elementos esenciales son transportados por el agua, esta cumple las funciones de solvente en las reacciones biológicas que ocurren en las células, portadora de minerales absorbidos a través de las raíces de las plantas y los carbohidratos producidos en las hojas.

C. Porosidad y Drenaje

A medida que las raíces continúan respirando se elimina la suspensión de oxígeno en la atmosfera y se emite el dióxido de carbono. Se difunden a través de los poros.

D. Elementos Minerales

Las plantas obtienen nutrientes menos carbono y oxígeno del entorno en el que crecen. Los componentes minerales se liberan de la solución de suspensión y se absorben a través de la raíz (Ansorena M., 1994).

Cualidades de un buen sustrato

Es importante tener en cuenta el sistema de apoyo que se utiliza en función de

las posibles dependencias entre diversos factores específicos, los cuales son:

A. En relación con el agua

Tenemos los sustratos permeables, que tienen una porosidad entre el 60 y 80 por ciento del volumen total, retienen agua en un 20 por ciento del volumen total, además de tener fácil método de humectación. Finalmente, la aireación se encuentra entre 20 y 40 por ciento después del drenaje

B. En relación con la fertilidad

Se aconseja un pH de los sustratos entre 5 y 8, que proporcione buena y aceptable capacidad de intercambio catiónico.

Característica nutricional de YaraMila COMPLEX

YaraMila Complex es una fuente de fertilización completa que suministra fósforo altamente disponible junto con nitrógeno, potasio y micronutrientes, contribuyendo al establecimiento del sistema radicular y al crecimiento inicial del cultivo de guanábana (Yara International, 2016)

Tabla 1. Descripción de la ficha técnica de Yaramila Complex.

COMPONENTE	PORCENTAJE (%)
Nitrógeno (N)	12%
Fosforo (P_2O_5)	11%
Potasio (K_2O)	18%
Magnesio (MgO)	2,70%
Azufre (S)	8%
Boro (B)	0,02%
Hierro (Fe)	0,20%
Manganeso (Mn)	0,02%
Zinc (Zn)	0,02%

Nota. Esta tabla 1, indica la composición nutricional YaraMila Complex (Delgado A. y Lopez, 2025).

2.3. Definición de términos básicos

Compost: Es un abono orgánico que mejora la fertilidad y estructura del suelo, aportando nutrientes esenciales y reduciendo fertilizantes químicos. (Ansorena M., 1994)

Roca fosfórica: Es un mineral de fosfato en su estado crudo, compuesto principalmente por depósitos sedimentarios con alto contenido de fósforo (aproximadamente 18,5%). Es utilizada en agricultura como fertilizante natural, destacando por su liberación gradual de nutrientes y menor procesamiento en comparación con los fertilizantes sintéticos. (Rodríguez et al., 2014).

Magnocal: Es un fertilizante natural que mejora la fertilidad del suelo y el crecimiento de las plantas al suministrar una mezcla de nutrientes esenciales como nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y otros minerales. Su aplicación favorece el desarrollo saludable de los cultivos, además de mejorar la estructura y permeabilidad del suelo, lo que facilita la absorción radicular de agua y nutrientes. Al ser un producto biodegradable, su uso contribuye a la sostenibilidad agrícola al reducir la dependencia de insumos químicos (Espinoza, 2019).

Super Fosfato Triple: es un fertilizante agrícola altamente eficaz, compuesto principalmente por fósforo (P) en altas concentraciones (46% de P_2O_5), además de contener potasio y azufre. Es valorado por asegurar un flujo constante de nutrientes que favorece el crecimiento y desarrollo vigoroso de las plantas, mejorando el rendimiento y la calidad de los cultivos (Gálvez, 2016).

Ulexita: Es un mineral utilizado como fertilizante natural en la agricultura debido a su alto contenido en boro (Dias et al., 2016).

YaraMila™ COMPLEX: Es un fertilizante de liberación controlada que contiene nitrógeno, fósforo y potasio en proporciones equilibradas, junto con otros micronutrientes esenciales. Está diseñado para mejorar la eficiencia en la absorción de nutrientes y promover el desarrollo uniforme de los cultivos. Según Yara International (2016), este fertilizante ha demostrado ser efectivo en la mejora del rendimiento y la

calidad de diversos cultivos hortícolas bajo diferentes condiciones edáficas.

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

El uso de diferentes dosis y fuentes de fósforo influyeron significativamente en el establecimiento y desarrollo inicial del cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.) en las condiciones agroecológicas del Anexo 14, distrito de San Ramón, Chanchamayo, Junín.

2.4.2. Hipótesis específica

Al menos una de las dosis y fuentes de fósforo incremento significativamente la disponibilidad de fosforo en el suelo.

Al menos una de las dosis y fuentes de fósforo influyó significativamente en el incremento de las características biométricas (altura de planta, número de hojas, y desarrollo radicular) del cultivo.

Al menos una de las combinaciones de dosis y fuentes de fósforo presentó una mejor relación costo/beneficio durante el establecimiento del cultivo.

2.5. Identificación de variables

Variables Independientes

Dosis y fuentes de fosforo (Roca fosfórica, Superfosfato triple y YaraMila™ COMPLEX).

Variables Dependientes

Establecimiento y desarrollo inicial del cultivo de guanábana: altura de planta, diámetro del tallo, longitud, peso seco y fresco y área radicular, determinación del fosforo, evaluación de peso seco y fresco, análisis de rentabilidad, y evaluación de fotosíntesis.

2.6. Definición Operacional de variables e indicadores

Definición operacionalización de variables

Tabla 2. Definición operacionalización de variables.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Instrumentos de Medición
Altura planta	de Longitud desde la base hasta el ápice de la planta.	Medición en centímetros desde la base del tallo hasta el punto más alto de la planta. Se realizo a los 30, 60 y 90 días después de la siembra, evaluando a nueve plantas de cada tratamiento experimental.	Centímetros (cm).	Cinta métrica.
Diámetro tallo	Grosor del tallo principal de la planta.	Medición del grosor del tallo principal a una altura estándar desde la base. Se realizó a los 30, 60 y 90 días después de la siembra, evaluando a nueve plantas de cada tratamiento experimental.	Centímetros (cm).	Calibrador o vernier (Utustools).
Número de hojas	Cantidad total de hojas desarrolladas por la planta.	Se determinó mediante el conteo directo de hojas completamente desarrolladas presentes en cada planta evaluada durante los periodos de evaluación establecidas.	Número total de hojas	Conteo manual
Área foliar	Superficie fotosintéticamente activa de la planta.	Se calculó el área foliar a partir de imágenes digitalizadas analizadas con el software ImageJ para Windows.	Centímetros cuadrados (cm ²)	Software ImagenJ, para Windows.
Evaluación del volumen radicular	Evaluación de la estructura, desarrollo y volumen de las raíces de la planta.	Medición del volumen radicular del sistema radicular. Se tomó el volumen por desplazamiento de agua y se evaluó la estructura a los 30, 60 y 90 días de la siembra, en nueve plantas por tratamiento.	Volumen en cm ³ .	Probeta graduada, observación visual.

Determinación del fósforo	Cantidad de fósforo disponible presente en el suelo y accesible para la absorción de las plantas.	Se determinó el P disponible en muestras de suelo tomadas antes de la instalación del experimento y al finalizar el periodo de evaluación, mediante análisis de laboratorio.	P disponible (mg/kg).	Espectrofotómetro marca PerkinElmer y modelo Analyst 400-INIA.
Evaluación de peso fresco de raíz	Cantidad de biomasa producida por la planta en estado fresco.	Se pesaron las raíces frescas. Se realizó el pesaje en nueve plantas por tratamiento al final del ciclo de cultivo.	Peso en gramos (g).	Balanza analítica. (marca Estorios) INIA.
Evaluación de peso seco de raíz	Cantidad de biomasa producida por la planta en estado seco.	Se pesaron las raíces secas. Se realizó el pesaje en nueve plantas por tratamiento al final del ciclo de cultivo.	Peso en gramos (g).	Estufa de secado (marca Memmert) y balanza analítica.
Evaluación de fotosíntesis	Capacidad de la planta para realizar la fotosíntesis y producir energía a partir de la luz solar.	Se midió la tasa de fotosíntesis utilizando un analizador de gases. Se tomó una muestra de hojas de nueve plantas por tratamiento durante el período de máxima actividad fotosintética.	Unidades SPAD	Dispositivo de medidor de clorofila, de la marca PhotosynQ y modelo MultispeQ V 2.5.
Análisis de rentabilidad	Evaluación económica del rendimiento vegetativo de las plantas en relación con el costo del tratamiento aplicado.	Se realizó un análisis comparativo entre el costo de los insumos utilizados por tratamiento y la respuesta agronómica obtenida por planta al final de la evaluación.	Relación costo/beneficio.	Registro de costos, análisis financiero y contable.

Nota. Esta tabla (2) indica las variables, definición de las variables, indicadores y herramientas de medición utilizadas en la evaluación de l crecimiento y foliar y radicular de las plantas establecidas en guanábana.

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

La investigación fue de tipo aplicada, cuantitativa, experimental y longitudinal.

3.2. Nivel de Investigación

La investigación fue aplicada, ya que buscó resolver problemas prácticos y mejorar la producción agrícola. Fue cuantitativa, debido a la recolección y análisis de datos numéricos. Fue experimental, pues manipuló variables específicas para observar sus efectos en condiciones controladas. Finalmente, fue longitudinal, ya que se realizó un seguimiento del desarrollo del cultivo a lo largo del tiempo para evaluar los cambios en las variables dependientes.

3.3. Métodos de investigación

La investigación se desarrolló bajo el método experimental (de intervención o ensayo controlado), debido a la manipulación de variables independientes para evaluar su efecto sobre las variables dependientes.

3.4. Diseño de investigación

En la presente investigación se empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), conformado por tres bloques (repeticiones), diez tratamientos y nueve unidades experimentales por tratamiento, un total de 270 plantas.

A. Tratamientos en estudio

Tabla 3. *Tratamientos y dosis de fósforo*

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN
T1	Testigo
T2	Roca Fosfórica 100 gr
T3	Roca Fosfórica 200 gr
T4	Roca Fosfórica 400 gr
T5	Super Fosfato Triple 43.5 gr
T6	Super Fosfato Triple 87 gr
T7	Super Fosfato Triple 174 gr
T8	YaraMila™ COMPLEX 222 gr
T9	YaraMila™ COMPLEX 444 gr
T10	YaraMila™ COMPLEX 888 gr

En la (Tabla 3), se presentan las diferentes dosis y fuentes de fósforo que se emplearon en la investigación. La fórmula de fertilización utilizada fue sido diseñada para alcanzar un rendimiento de 25 toneladas de fruto por hectárea. Esta fórmula fue extraída de la publicación del Ing. MSc. Sánchez Escalante, especialista en suelos y cultivos tropicales, e incluye 258 kg de nitrógeno (N), 48 kg de fósforo (P), 508 kg de potasio (K), 2.5 kg de sulfato de cobre (SO₄Cu), 2.5 kg de sulfato de zinc (SO₄Zn) y 2.5 kg de sulfato de manganeso (SO₄Mn) (Sánchez E., 2017). En el presente estudio, se evaluaron diferentes fuentes de fósforo para determinar su efectividad, respetando la

estructura básica de la fórmula propuesta por el autor, con la única modificación en las dosis de fósforo.

B. Modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Es una observación j-ésima correspondiente al tratamiento i-ésimo

μ = Media poblacional

T_i = Efecto aleatorio del i-ésimo tratamiento

B_j = Efecto aleatorio de bloques

E_{ij} = Error experimental

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población estuvo constituida por un total de 270 plantas de guanábana, distribuidas en diez tratamientos y tres bloques experimentales.

3.5.2. Muestra

La muestra estuvo conformada por la totalidad de la población experimental, distribuida en diez tratamientos y tres bloques. Cada unidad experimental estuvo constituida por 9 plantas, haciendo un total de 30 unidades experimentales y 270 plantas evaluadas. Este tamaño de muestra permitió obtener información representativa para garantizar la precisión estadística y la validez de los resultados obtenidos en las variables evaluadas.

3.6. Técnicas e instrumentos recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

- Observación directa
- Medición

- Análisis químico

Instrumentos de recolección de datos

- Wincha (Stanley)
- Calibrador Digital Vernier (DC-122B WMETER)
- Balanza analítica (FUZHOU P201 500GG)
- PhotosynQ (MODEL MultispeQ 2.0)
- ImagenJ (Software para PC)
- Hojas de registro
- Análisis de laboratorio estándar (INIA)
- Cámara fotográfica

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Los datos recolectados fueron sistematizados y procesados utilizando diferentes herramientas informáticas y equipos especializados. El análisis del área foliar se efectuó mediante el software ImageJ para Windows, mientras que el análisis estadístico de las variables evaluadas se desarrolló con el programa InfoStat, empleando pruebas estadísticas correspondientes al diseño experimental. Asimismo, se utilizó Microsoft Excel para la elaboración de tablas, gráficos y organización de la base de datos. Para la evaluación de la actividad fotosintética y contenido relativo de clorofila foliar se empleó el dispositivo PhotosynQ, obteniéndose registros en unidades SPAD (Soil Plant Analysis Development). (Tabla 24, 25 y 26).

Procedimiento y conducción del experimento

Selección y obtención de semillas de guanábana

Los frutos de guanábana utilizados para la obtención de semillas provinieron de plantas criollas seleccionadas de la zona de estudio, considerando características de sanidad, uniformidad y adecuado estado de madurez fisiológica. Se seleccionaron

frutos completamente maduros y libres de daños mecánicos o síntomas de enfermedades.

Posteriormente, las semillas fueron extraídas manualmente, lavadas con abundante agua para eliminar residuos de pulpa y sometidas a un proceso de selección, descartándose aquellas que presentaban deformaciones, daños físicos o baja uniformidad (Figura 14 y 15).

Germinación de semillas de guanábana

Las semillas seleccionadas fueron sometidas a remojo en agua durante 24 horas con la finalidad de favorecer y uniformizar el proceso de germinación. Posteriormente, fueron sembradas en bolsas de vivero conteniendo sustrato previamente preparado para el desarrollo inicial de las plántulas.

La germinación se inició aproximadamente entre los 25 y 30 días después de la siembra, realizándose riegos periódicos para mantener la humedad adecuada hasta la emergencia y establecimiento de las plántulas (Figura 16).

Elaboración del sustrato

El sustrato utilizado para la producción de plántulas estuvo conformado por tierra agrícola, compost y arena, empleándose aproximadamente 844 kg de tierra, 295 kg de compost y 127 kg de arena para la preparación de 270 bolsas de vivero de 27 × 17 cm, con una capacidad aproximada de 3 a 4 kg de sustrato por bolsa.

La preparación del sustrato se realizó considerando los requerimientos fisiológicos del cultivo de guanábana, especialmente en relación con la aireación, drenaje, retención de humedad y disponibilidad de nutrientes necesarios para el adecuado desarrollo radicular y crecimiento inicial de las plántulas. La incorporación de arena permitió mejorar la porosidad y evitar problemas de compactación y exceso de humedad, mientras que el compost contribuyó al aporte de materia orgánica y

nutrientes esenciales para el desarrollo vegetativo (Figura 19).

Llenado de bolsas

Las bolsas de vivero fueron llenadas manualmente con el sustrato previamente homogenizado, procurando una distribución uniforme del material en cada unidad experimental. Posteriormente, se realizó el repique de las plántulas y el acomodo de las bolsas dentro del vivero para facilitar el manejo agronómico y las labores de riego (Figura 20).

Repique de plántulas

El repique se realizó aproximadamente entre los 30 y 45 días después de la germinación, cuando las plántulas presentaron hojas verdaderas y adecuado vigor vegetativo. Durante esta etapa se seleccionaron plantas uniformes y sanas, las cuales fueron trasladadas a bolsas individuales para favorecer el desarrollo radicular y el crecimiento inicial de las plantas.

Las plántulas permanecieron en vivero aproximadamente tres meses después del repique, periodo durante el cual recibieron riegos y manejo agronómico adecuado para su establecimiento (Figura 17 y 21).

Preparación y demarcación del terreno

El área experimental abarcó una superficie aproximada de 2430 m², equivalente a 0.243 ha. Previo a la instalación del experimento, se realizó la limpieza y acondicionamiento del terreno, eliminando malezas y residuos vegetales presentes en el área.

Posteriormente, se efectuó el trazado y demarcación del terreno considerando el diseño experimental y un distanciamiento de 3 × 3 m entre plantas y tratamientos. Asimismo, se construyeron pequeñas terrazas alrededor de las plantas con la finalidad de evitar el encharcamiento, favorecer el drenaje y mejorar la infiltración y absorción

de agua y nutrientes en el sistema radicular (Figura 22 y 23).

Apertura de Hoyos

El hoyado se realizó manualmente utilizando dimensiones aproximadas de 30 × 30 × 30 cm. Esta labor permitió acondicionar el suelo para facilitar el establecimiento radicular y la incorporación de materia orgánica y fertilizantes al momento del trasplante (Figura 24).

Plantación Definitiva

El establecimiento en campo definitivo se realizó el 15 de enero del 2026, cuando las plantas alcanzaron entre 10 y 12 hojas verdaderas y presentaron un adecuado desarrollo vegetativo y radicular. Las plántulas permanecieron aproximadamente tres meses en vivero después del repique, tiempo durante el cual se realizaron labores de manejo agronómico y selección de plantas uniformes.

Previo al trasplante, se efectuó una evaluación del sistema radicular, realizándose el corte de raíces dobladas o enrolladas (“cola de chanco”) con la finalidad de favorecer un crecimiento radicular uniforme y evitar deformaciones que limiten la absorción de agua y nutrientes.

Posteriormente, las plantas fueron instaladas en el área experimental considerando un distanciamiento de 3 m × 3 m entre plantas (Figura 26).

Análisis de suelo de la parcela antes del establecimiento a campo definitivo.

El análisis químico y físico del suelo realizado antes del establecimiento del cultivo de guanábana evidenció condiciones de fertilidad moderada, con algunas limitaciones nutricionales que justifican la aplicación de fertilizantes fosfatados durante la instalación del cultivo.

El suelo presentó un pH de 5,5, clasificándose como moderadamente ácido, condición favorable para la guanábana, aunque puede reducir la disponibilidad de

algunos nutrientes, especialmente el fósforo, debido a su fijación por compuestos de hierro y aluminio. El contenido de materia orgánica (1,8%) fue bajo, indicando una limitada capacidad para suministrar nutrientes y retener humedad. El nitrógeno total (0,20%) se encontró en un nivel medio, suficiente para el establecimiento inicial, aunque será necesario complementar su aporte conforme avance el desarrollo del cultivo. El fósforo disponible ($6,6 \text{ mg kg}^{-1}$) fue bajo, constituyéndose en el principal factor limitante para el crecimiento inicial de las plantas, debido a la función que desempeña en el desarrollo radicular, la transferencia de energía (ATP) y la formación de nuevos tejidos. Por otra parte, el potasio disponible (86 mg kg^{-1}) presentó un nivel medio, capaz de satisfacer parcialmente los requerimientos nutricionales durante las primeras etapas del cultivo. La capacidad de intercambio catiónico ($3,5 \text{ cmol (+) kg}^{-1}$) fue baja, reflejando una reducida capacidad del suelo para retener y aportar cationes esenciales. Sin embargo, la saturación de bases (100%), junto con la ausencia de aluminio y acidez intercambiable, evidencia que no existen problemas de toxicidad por aluminio, condición favorable para el desarrollo del sistema radicular. Respecto a las propiedades físicas, la textura correspondió a un franco arcillo arenoso (52,2% arena, 25,0% limo y 22,8% arcilla), lo que proporciona un adecuado equilibrio entre drenaje, aireación y retención de humedad. Indicando estos resultados que, el suelo presenta condiciones físicas adecuadas para el establecimiento del cultivo; sin embargo, la baja disponibilidad de fósforo y el reducido contenido de materia orgánica justifican la aplicación de fuentes fosfatadas y enmiendas orgánicas para favorecer el crecimiento inicial, el desarrollo radicular y el adecuado establecimiento de las plantas de guanábana en campo definitivo (Figura 41).

Aplicación de las fuentes fosfatadas

La aplicación de las fuentes fosfatadas se realizó al momento de la plantación

definitiva, incorporando las dosis correspondientes de cada tratamiento alrededor de la planta y mezclándolas homogéneamente con el suelo y la materia orgánica (100 gr x hoyo), con la finalidad de favorecer el desarrollo radicular y el establecimiento inicial del cultivo.

Las fuentes evaluadas fueron roca fosfórica, superfosfato triple y Yaramila Complex, aplicadas en una sola oportunidad durante la instalación del experimento, de acuerdo con las dosis establecidas para cada tratamiento.

La fertilización fosfatada se efectuó mediante aplicación localizada al suelo, alrededor de la zona radicular de cada planta, buscando maximizar la disponibilidad y absorción del fósforo durante las primeras etapas de crecimiento del cultivo.

Los tratamientos fueron: T1 (Testigo), T2 (Roca Fosfórica 100 gr x planta), T3 (Roca Fosfórica 200 gr x planta), T4 (Roca Fosfórica 400 gr. x planta), T5 (Super Fosfato Triple 43.5 gr. x planta), T6 (Super Fosfato Triple 87 gr. x planta), T7 (Super Fosfato Triple 174 gr. x planta), T8 (YaraMila COMPLEX 222 gr. x planta), T9 (YaraMila COMPLEX 444 gr. x planta) y T10 (Yaramila COMPLEX 888 gr. x planta). (Figura 27 y 30).

De manera complementaria, se realizó una fertilización uniforme en los tratamientos mediante la aplicación de urea (10gr/planta), cloruro de potasio (12gr/planta), magnocal (25g/planta) y ulexita (1g/planta), con la finalidad de complementar los requerimientos nutricionales durante el establecimiento del cultivo.

Manejo agronómico

Después de la instalación del experimento se colocó mulch alrededor de las plantas con la finalidad de conservar la humedad del suelo, reducir el crecimiento de malezas y proteger el sistema radicular frente a las condiciones climáticas de la zona.

El abastecimiento hídrico de las plantas se realizó principalmente mediante las

precipitaciones propias de la temporada de lluvias en la zona de estudio, manteniéndose condiciones adecuadas de humedad para el establecimiento y desarrollo inicial del cultivo.

La reposición de plantas se efectuó aproximadamente a los 30 días después de la instalación, reemplazándose aquellas que presentaron fallas de establecimiento, daños mecánicos o deficiente adaptación en campo definitivo.

El manejo fitosanitario se realizó de manera preventiva y correctiva para el control de plagas como chinches, cochinilla algodonosa y queresas, así como enfermedades fúngicas favorecidas por las condiciones de alta humedad, principalmente antracnosis.

Asimismo, se realizaron labores de control mecánico de malezas cada 15 días mediante el uso de chafle, con la finalidad de reducir la competencia por agua, luz y nutrientes durante el establecimiento del cultivo. De igual manera, se efectuaron monitoreos periódicos cada 15 días para evaluar el estado fitosanitario y el desarrollo vegetativo de las plantas. (Figura 28, 29 y 31).

Evaluación de las variables

A. Altura de planta

La altura de planta se determinó midiendo desde la base del tallo hasta el ápice de la planta utilizando una cinta métrica. Las evaluaciones se realizaron a los 30, 60 y 90 días después de la instalación del experimento, considerando nueve plantas por tratamiento experimental. Los resultados fueron expresados en centímetros (cm). (Figura 32).

B. Diámetro del tallo

El diámetro del tallo se determinó mediante el uso de un vernier digital, realizando la medición en la parte media del tallo de cada planta evaluada. Las

evaluaciones se efectuaron a los 30, 60 y 90 días después de la instalación del experimento. Los resultados fueron expresados en milímetros (mm). (Figura 33).

C. Numero de hojas

El número de hojas se evaluó mediante el conteo directo de hojas completamente desarrolladas presentes en cada planta experimental. Las evaluaciones se realizaron a los 30, 60 y 90 días después de la instalación del experimento. Los resultados fueron expresados en número total de hojas por planta. (Figura 34).

D. Área foliar

El área foliar se determinó mediante el análisis digital de imágenes utilizando el software ImageJ para Windows. Para ello, se tomaron imágenes de las hojas completamente desarrolladas de las plantas evaluadas a los 30, 60 y 90 días después de la instalación del experimento. Los resultados fueron expresados en centímetros cuadrados (cm²). (Figura 36).

E. Volumen radicular

El volumen radicular se determinó mediante el método de desplazamiento de agua, utilizando una probeta graduada de 1000 mL previamente llenada con 800 mL de agua. Posteriormente, se introdujo el sistema radicular de cada planta y se registró el volumen desplazado. Las evaluaciones se realizaron a los 30, 60 y 90 días después de la instalación del experimento, expresándose los resultados en centímetros cúbicos (cm³). (Figura 37).

F. Determinación del fosforo

Se realizó una evaluación inicial del contenido de fósforo disponible en el suelo antes de la aplicación de los tratamientos, con la finalidad de conocer las condiciones iniciales del área experimental. Posteriormente, a los 90 días después

de la instalación del experimento, se efectuó un nuevo muestreo de suelo a una profundidad aproximada de 30 cm, con el objetivo de determinar la disponibilidad de fósforo después de la aplicación de los tratamientos evaluados.

Las muestras de suelo fueron enviadas al laboratorio del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), donde se realizó el análisis correspondiente mediante la técnica de espectrometría visible. Los resultados obtenidos fueron expresados en mg/kg de suelo. (Figura 41) (Anexo D y J)

G. Evaluación de peso fresco de raíz

El peso fresco se determinó mediante el pesaje inmediato de la muestra vegetal (raíces) utilizando una balanza analítica. Las evaluaciones se realizaron a los 30, 60 y 90 días después de la instalación del experimento, expresando los resultados en gramos (g). (Figura 38).

H. Evaluación de peso seco de raíz

El peso seco se determinó después del secado de las muestras vegetales en una estufa de circulación de aire a 45°C hasta alcanzar peso constante, proceso que requirió aproximadamente entre 72 y 96 horas (3 a 4 días), dependiendo del contenido de humedad y del grosor del material vegetal y del grosor del material vegetal. Posteriormente, las muestras fueron pesadas utilizando una balanza analítica. Las evaluaciones se realizaron a los 30, 60 y 90 días después de la instalación del experimento, expresando los resultados en gramos (g). (Figura 39 y 40).

I. Evaluación de la actividad fotosintética

La actividad fotosintética y el contenido relativo de clorofila foliar fueron evaluados utilizando el dispositivo PhotosynQ en hojas completamente desarrolladas de las plantas experimentales. Las evaluaciones se realizaron a los

30, 60 y 90 días después de la instalación del experimento, obteniéndose registros expresados en unidades SPAD. (Figura 35).

J. Análisis de rentabilidad

El análisis de rentabilidad se realizó mediante la relación entre los costos de producción y el rendimiento vegetativo obtenido por cada tratamiento experimental. Para ello, se calculó un Índice de Eficiencia Económica (IEE), elaborado para la presente investigación a partir del concepto general de eficiencia económica, el cual relaciona los resultados obtenidos con los recursos invertidos para alcanzarlos.

Este estudio del índice permitió estimar la cantidad de biomasa seca producida por unidad monetaria invertida en cada tratamiento, con la finalidad de evaluar la viabilidad económica de las diferentes fuentes y dosis de fosforo aplicadas durante el establecimiento inicial del cultivo de guanábana. (Tabla 27, 28 y 29)

La eficiencia económica de los tratamientos fue evaluada mediante la siguiente relación:

$$IEE = \frac{\text{Peso seco (g)}}{\text{Costo total por planta (S/)}}$$

Donde:

- IEE: Índice de eficiencia económica (g/S/.)
- Peso seco: biomasa seca acumulada
- Costo total por planta: costo base más costo de fertilización

Fuente: Elaboración propia de los autores, basada en el concepto de eficiencia económica descrito por Samuelson y Nordhaus (2010).

3.8. Tratamiento estadístico

En cuanto al análisis estadístico se utilizó el test estadístico de Análisis de Varianza (ANVA) y para comparar las medias de los tratamientos y jerarquizar se ha empleado el test de Turkey con 0,05 y 0,01 de nivel de significancia.

Análisis de varianza

Tabla 4. Modelo del análisis de Varianza (ANVA)

Fuente de variación	Grados de libertad (GL)	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrado medios (CM)	FC
Tratamientos	$t - 1$	SCt	$CMA = SCA / t - 1$	CMA / CME
Bloques	$b - 1$	SCb	$CMB = SCB / t - 1$	CMB / CME
Error	$(t - 1)(b - 1)$	SCE	$CME = SCE / (t - 1)(b - 1)$	
Total	$t*b - 1$	SCT		

Nota. En esta Tabla 4 se observa la distribución de las fuentes de variación consideradas en el análisis de varianza para el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA)

Si, la $F_c < F_t$ entonces se dice no existe diferencia estadística significativa y se representa por n.s.

Si, la $F_c > F_t (\geq 0,05)$, Se dice que existe diferencia estadística significativa y se pone un asterisco (*)

Si, la $F_c > F_t (> 0,05 \text{ y } \geq 0,01)$, Se dice que existe diferencia estadística altamente significativa, se pone dos asteriscos (**)

3.9. Orientación ética filosófica y epistémica

El proyecto de investigación no pretendió causar daño a personas, animales, el medio ambiente o a la propiedad, ya que estuvo orientado a generar conocimiento científico en el cultivo de guanábana bajo principios de sostenibilidad y respeto por los recursos naturales. La investigación fue original y buscó contribuir al desarrollo de prácticas más eficientes y amigables con el entorno, optimizando el uso de fertilizantes para evitar la contaminación del suelo y promoviendo tecnologías que mejoren el

rendimiento del cultivo. Los resultados obtenidos sirvieron como referencia para futuras investigaciones en la región, durante el desarrollo de la investigación se garantizó el cumplimiento de las normativas éticas y ambientales, promoviendo un manejo responsable de los recursos naturales y una contribución positiva a las comunidades agrícolas.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

Lugar de ejecución

La población de estudio correspondió a todas las plantas de Guanábana que fueron instaladas en la Estación Experimental Esperanza "Anexo 14" de la Universidad Nacional del Centro del Perú, distrito de San Ramón, provincia de Chanchamayo y región Junín, a una altitud de 862.56 msnm, con coordenadas UTM 463263E y 8766125N (Anexo A).

Figura 1. Ubicación del experimento en el Anexo 14, San Ramón



Materiales, equipos e insumos

A. Materiales

- Bolsas de vivero de 27 x 17 cm
- Probetas graduadas
- Etiquetas
- Wincha (Stanley)
- Muestras de suelo (INIA)
- Hojas de evaluación
- Recipientes plásticos
- Costales
- Cuaderno de campo

B. Equipos

- Calibrador Digital Vernier (DC-122B WMETER)
- Balanza analítica (FUZHOU P201 500GG)
- Estufa de secado
- Dispositivo marca PhotosynQ (MODEL MultispeQ 2.0)
- Computadora
- Cámara fotográfica
- Espectrofotómetro (laboratorio INIA)

C. Insumos

- Semillas de guanábana criolla
- Compost
- Tierra agrícola
- Arena
- Superfosfato triple

- Roca fosfórica
- YaraMila™ Complex
- Magnocal
- Ulexita
- Kieserita
- Productos fitosanitarios

D. Herramientas agrícolas

- Chafle
- Lampa
- Pico
- Machete
- Carretilla

Croquis del experimento

Unidades experimentales

Figura 2. Croquis del área experimental

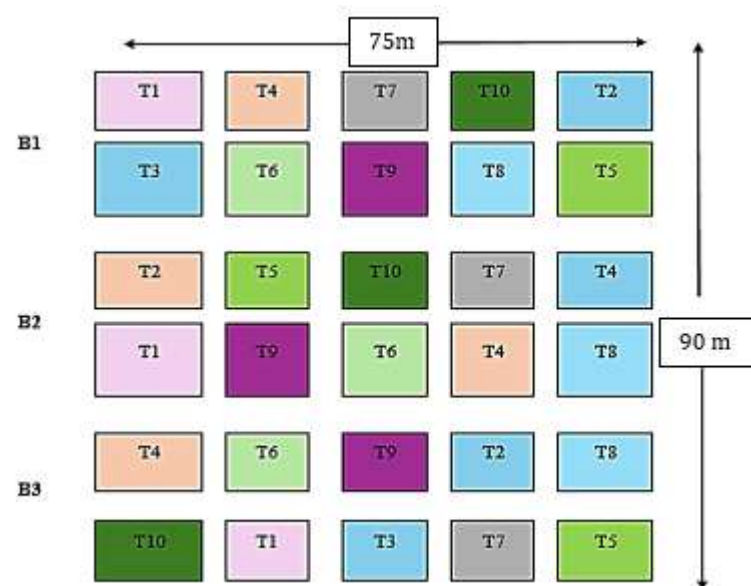
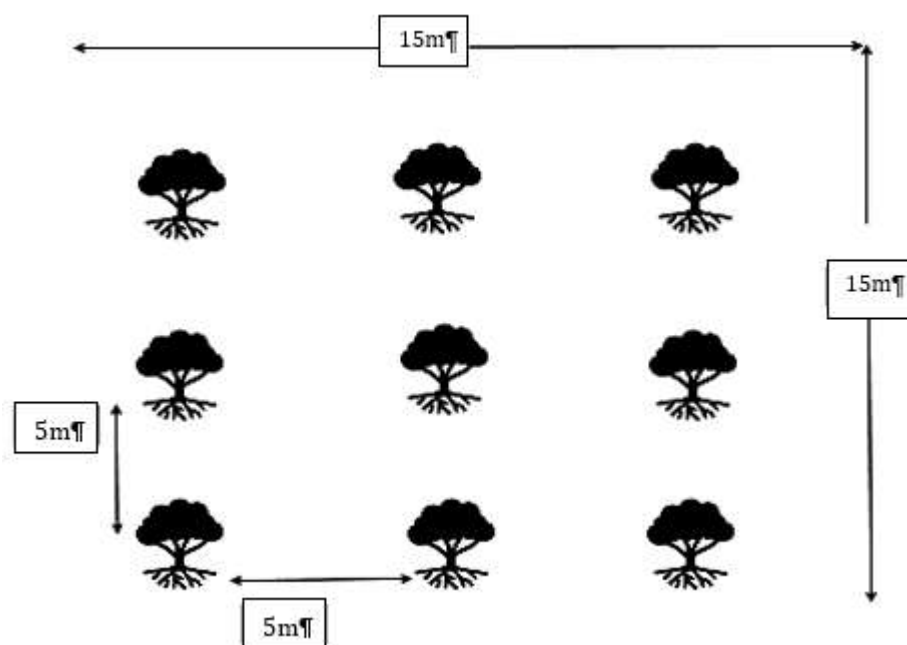


Figura 3. Croquis del área experimental por tratamientos



Características del campo experimental

Características de los tratamientos

- Número de tratamientos: 10
- Número de unidades experimentales: 30
- Número de plantas/U. E: 9
- Número total de plantas: 270
- Número de plantas evaluadas/U. E: 9
- Número total de plantas evaluadas: 270
- Medidas de U.E: 5 m de ancho x 5 m de largo

Características de los bloques

- Numero de bloques: 3
- Número de U.E/bloque: 10
- Número de plantas/bloque: 90
- Número de plantas evaluadas por bloque: 90
- Largo del bloque: 30 m

- Ancho del bloque: 75 m
- Área del bloque: 2250 m²
- Área total experimental: 6750 m²

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

Altura de planta

Tabla 5. *Análisis de varianza (ANOVA) para la altura de planta*

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal	Ft		p-valor	Sig.
					0,05	0,01		
Tratamiento	9	1612,24	179,14	0,70	2,00	2.66	0,7025	n.s
Bloque	2	605,27	302,63	1,18	3,11	4.88	0,3300	n.s
Error	78	4616,73	256,49					
Total	89	6834,24						
s= 14,73			$\bar{x}$ = 124,82				CV= 12,58%	

Nota: n.s: no significativo

En la tabla 5, se observó mediante el análisis de varianza (ANOVA) para la variable altura de planta mostró que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados ($p > 0,05$). El valor de F calculado para tratamientos fue de 0,70 con un p-valor de 0,7025, indicando que las diferentes fuentes y dosis de fósforo no influyeron significativamente sobre la altura de planta durante la evaluación realizada.

Asimismo, el efecto de bloques tampoco presentó diferencias estadísticas significativas, obteniéndose un valor de F de 1,18 y un p-valor de 0,3300.

El coeficiente de variación (CV) fue de 12,58 %, valor considerado bajo, indicando buena precisión experimental y adecuada homogeneidad de los datos evaluados.

Tabla 6. Prueba de comparaciones múltiples (Duncan 0.05) para altura de planta

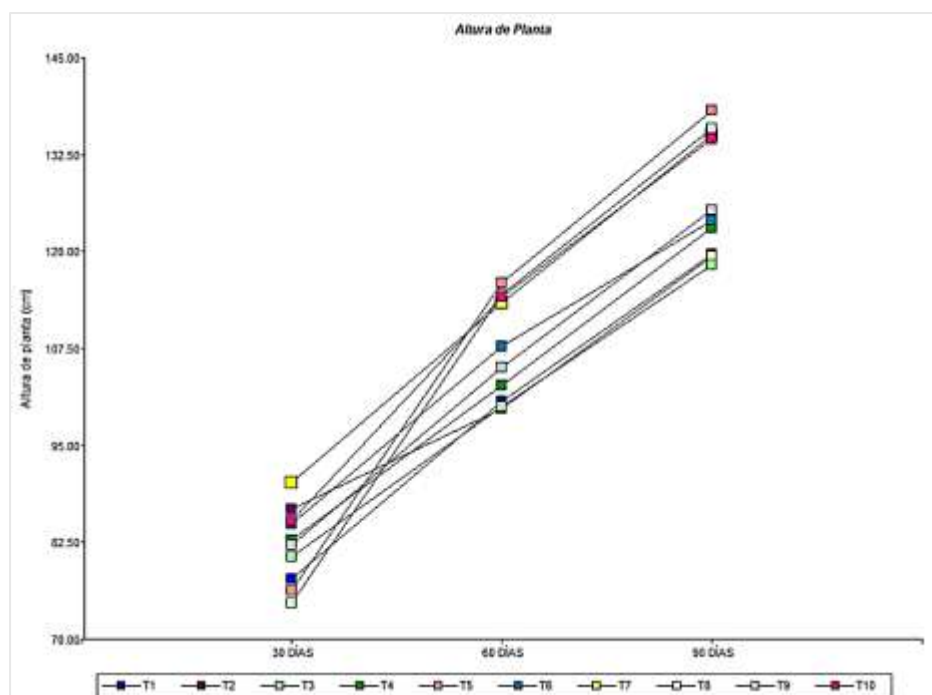
Tratamiento	$\bar{x}$	Error	Clasificación
T5	138.17	9,25	A
T8	135.83	9,25	A
T7	135.00	9,25	A
T10	134.50	9,25	A
T9	125.33	9,25	A
T6	124.00	9,25	A
T4	123.00	9,25	A
T1	119.67	9,25	A
T2	119.33	9,25	A
T3	118.33	9,25	A

NOTA: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$)

En la tabla 6, según la prueba de comparación múltiple de Duncan al 5% de significancia, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados para la variable altura de planta, debido a que todos los tratamientos fueron agrupados dentro de la misma categoría estadística “A”.

Numéricamente, el tratamiento T5 presentó el mayor promedio de altura de planta con 138,17 cm, mientras que el tratamiento T3 registró el menor promedio con 118,33 cm. Sin embargo, dichas diferencias no fueron suficientes para evidenciar diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

Figura 4. Curva de progreso de la altura de planta a los 30, 60 y 90 días después de la siembra.



En la Figura 4, se observó la curva de progreso de la altura de planta de guanábana evaluada a los 30, 60 y 90 días después de siembra (DDS). En general, todos los tratamientos presentaron un incremento progresivo en la altura conforme avanzó el tiempo de evaluación, evidenciando un crecimiento continuo de los plantones.

A los 30 DDS, las diferencias entre tratamientos fueron reducidas, presentándose valores relativamente homogéneos. Sin embargo, a partir de los 60 DDS comenzó a observarse una mayor separación entre tratamientos, destacando aquellos con mayores dosis y fuentes de fósforo.

A los 90 DDS, el tratamiento T5 presentó la mayor altura promedio de planta con 138,17 cm, seguido de los tratamientos T8, T7 y T10, los cuales también mostraron un crecimiento superior respecto a los demás tratamientos. Por otro lado, el tratamiento T3 presentó la menor altura promedio con 118,33 cm.

Estos resultados indicaron que la aplicación de fósforo favoreció el crecimiento vegetativo de los plantones de guanábana, especialmente en las evaluaciones finales,

donde el efecto de los tratamientos fue más evidente.

Diámetro de tallo

Tabla 7. *Análisis de varianza (ANOVA) para diámetro de tallo*

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal	Ft		p-valor	Sig.
					0.05	0,01		
Tratamiento	9	216.21	24.02	18.79	2,00	2.66	0,0001	**
Bloque	2	16.02	8.01	6.27	3,11	4.88	0,0003	*
Error	78	99.71	1.28					
Total	89	331.94						
s= 1.13			$\bar{x}$ = 20.69				CV=5.36%	

NOTA: **: altamente significativo, *: significativo.

En la tabla 7, el análisis de varianza (ANOVA) para la variable diámetro de tallo mostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados ($p < 0.00001$). El valor de F calculado para tratamientos fue de 18.79, evidenciando un efecto significativo de las dosis y fuentes de fosforo sobre el diámetro de tallo. Asimismo, se encontraron diferencias significativas entre bloques ($F=6.27$). El coeficiente de variación fue de 5.36%, indicando una adecuada precisión experimental en la etapa de este cultivo.

Tabla 8. *Prueba de comparaciones múltiples (Duncan 0.05) para diámetro de tallo*

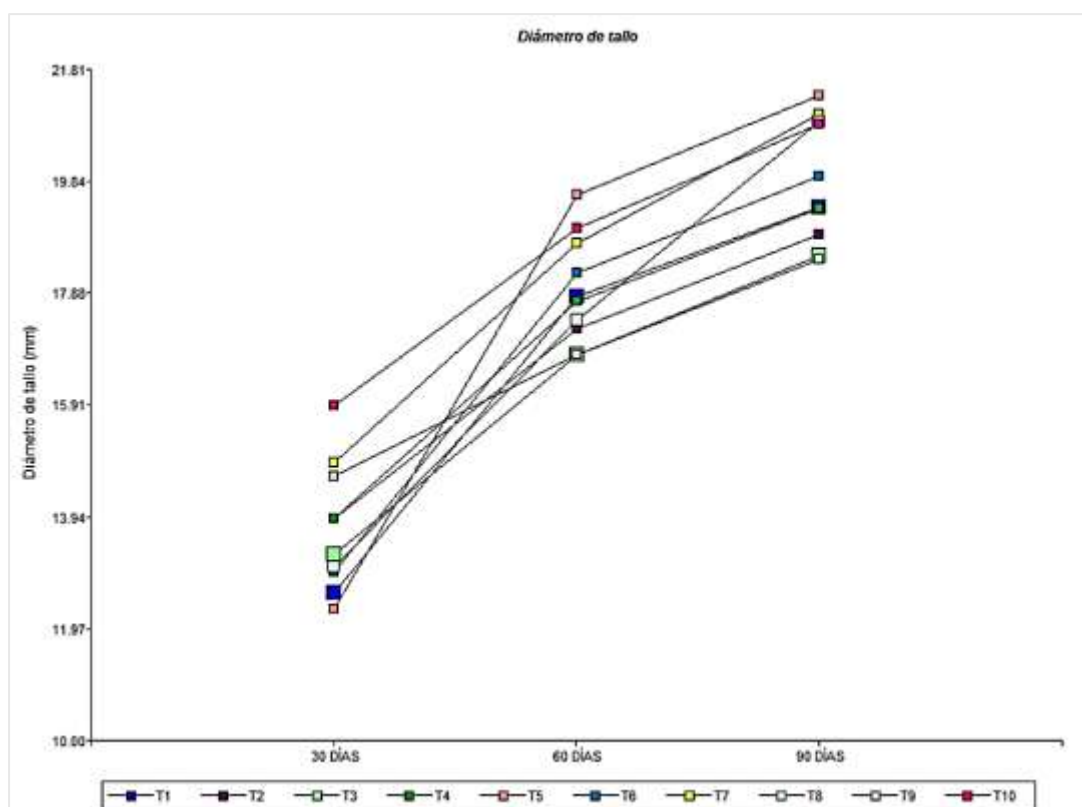
Tratamiento	$\bar{x}$	Error	Clasificación		
T8	23.36	0,38	A		
T10	23.08	0,38	A		
T9	22.66	0,38	A		
T5	22.34	0,38	A		
T7	21.02	0,38		B	
T1	20.47	0,38		B	C
T6	19.94	0,38		B	C D
T2	19.64	0,38			C D
T4	19.37	0,38			C D
T3	18.07	0,38			D

NOTA: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$)

Según la prueba de comparación múltiple de Duncan al 5% de significancia, en la Tabla 8, se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados para la variable diámetro de tallo, debido a que todos los tratamientos presentaron diferentes categorías o clasificación estadística.

Numéricamente, el tratamiento T8 presentó el mayor promedio de diámetro de tallo con 23.36 mm, mientras que el tratamiento T3 registró el menor promedio con 19.07 mm. Estos resultados indicaron que la aplicación de fosforo influye sobre el grosor del tallo.

Figura 5. Curva de progreso del diámetro de tallo a los 30, 60 y 90 días después de la siembra



En la Figura 5, se presentó la curva de progreso del diámetro de tallo de los plantones de guanábana evaluados a los 30, 60 y 90 días después de siembra (DDS). Se observó que todos los tratamientos incrementaron progresivamente el diámetro del tallo conforme avanzó el periodo de evaluación, lo cual evidencia un adecuado desarrollo vegetativo de las plantas.

A los 30 DDS, los tratamientos presentaron diámetros relativamente homogéneos; sin embargo, a partir de los 60 DDS se observó un incremento más pronunciado en varios tratamientos, especialmente en aquellos con mayores dosis de fósforo.

A los 90 DDS, el tratamiento T5 presentó el mayor diámetro promedio de tallo, seguido de los tratamientos T8, T10 y T7, los cuales también mostraron valores superiores respecto a los demás tratamientos. Por otro lado, los tratamientos T3 y T9 registraron los menores diámetros promedio al final de la evaluación.

Estos resultados indicaron que la aplicación de fósforo contribuyó favorablemente al incremento del diámetro de tallo de los plantones de guanábana.

Número de hojas

Tabla 9. *Análisis de varianza (ANOVA) para número de hojas*

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal	Ft		p-valor	Sig.
					0,05	0,01		
Tratamiento	9	26430.40	2936.71	99.45	2.00	2.66	0,0001	**
Bloque	2	54.29	27.14	0.92	3.11	4.88	0,4031	n.s.
Error	78	2303.27	29.53					
Total	89	28787.96						
s= 5.43			$\bar{x} = 91.02$				CV=5.97%	

NOTA: n.s: no significativo, **: altamente significativo al 5%

En la tabla 9, el análisis de varianza (ANOVA) para la variable número de hojas mostró que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados ($p > 0,05$). El valor de F calculado para tratamientos fue de 99.45 con un p-valor de 0,00001, indicando que las diferentes fuentes y dosis de fósforo influyeron significativamente sobre el número de hojas en esta etapa del cultivo.

Por otro lado, el efecto de bloques presentó diferencias significativas (*),

obteniéndose un valor de F de 0.92 y un p-valor de 0.4031, evidenciando que no existe variabilidad entre los bloques experimentales.

El coeficiente de variación (CV) fue de 5.97%, indicando adecuada precisión experimental.

Tabla 10. Prueba de comparaciones múltiples (Duncan 0.05) para número de hojas

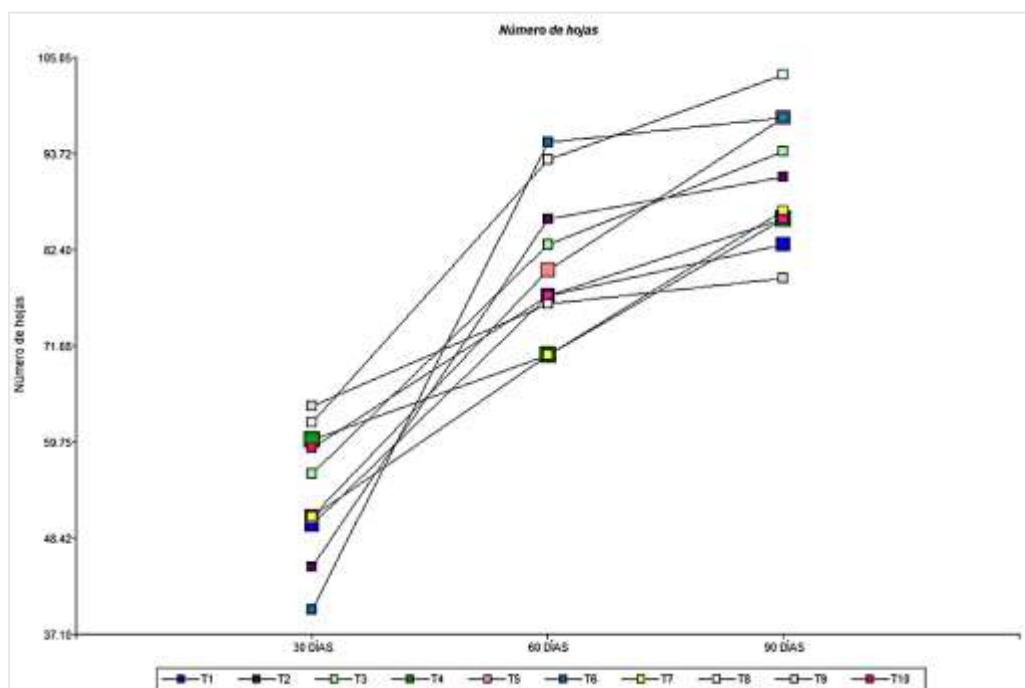
Tratamiento	$\bar{x}$	Error	Clasificación
T8	134.22	1.81	A
T5	105.22	1.81	B
T6	91.33	1.81	C
T3	88.44	1.81	C
T2	87.89	1.81	C D
T1	87.11	1.81	C D
T4	86.11	1.81	C D
T9	82.33	1.81	D
T10	82.22	1.81	D
T7	65.33	1.81	E

NOTA: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$)

En la tabla 10, según la prueba de comparación múltiple de Duncan al 5% de significancia, se encontró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados para la variable número de hojas.

Numéricamente, el tratamiento T8 presentó el mayor promedio de número de hojas con 134.22, mientras que el tratamiento T7 registró el menor promedio con 65.33. Sin embargo, dichas diferencias fueron suficientes para evidenciar diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

Figura 6. Curva de progreso del número de hojas a los 30, 60 y 90 días después de la siembra



En la Figura 6, se presentó la curva de progreso del número de hojas de los plantones de guanábana evaluados a los 30, 60 y 90 días después de siembra (DDS). En general, todos los tratamientos mostraron un incremento progresivo en el número de hojas conforme avanzó el periodo de evaluación, evidenciando un adecuado desarrollo vegetativo de las plantas.

A los 30 DDS, los tratamientos presentaron valores relativamente bajos y homogéneos; sin embargo, a partir de los 60 DDS se observó un incremento más marcado en la emisión foliar, principalmente en los tratamientos con mayores dosis de fósforo.

A los 90 DDS, el tratamiento T8 presentó el mayor número promedio de número de hojas, alcanzando aproximadamente 134 hojas por planta, seguido de los tratamientos T5 y T6, los cuales también mostraron valores superiores respecto a los demás tratamientos. Por otro lado, el tratamiento T7 registró el menor número promedio de hojas al final de la evaluación. Estos resultados indican que la aplicación de fósforo

favoreció el desarrollo foliar de los plantones de guanábana en esta etapa de establecimiento.

Área foliar

Tabla 11. Análisis de varianza (ANOVA) para área foliar

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal	Ft		p-valor	Sig.
					0.05	0.01		
Tratamiento	9	12110997.87	1345666.43	25.53	2.00	2.66	<0.0001	**
Bloque	2	45062.05	22531.02	0.43	3.11	4.88	0.6537	n.s
Error	78	4112006.57	52718.03					
Total	89	16268066.49						
s= 229.60 cm²			$\bar{x} = 1877.05$				CV=12.23%	

NOTA: **: altamente significativo; n.s.: no significativo; CV: coeficiente de variación.

En la tabla 11, el análisis de varianza (ANOVA) para la variable área foliar mostró que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados ($p > 0,05$). El valor de F calculado para tratamientos fue de 25.53 con un p-valor de <0.0001, evidenciando un efecto de los tratamientos sobre el área foliar de los plantones de guanábana.

Asimismo, el efecto de bloques tampoco presentó diferencias significativas, obteniéndose un valor de F de 0.43 y un p-valor de 0.6537. El coeficiente de variación (CV) fue de 66,11%, valor elevado que indica alta variabilidad entre las unidades experimentales evaluadas.

Tabla 12. Prueba de comparaciones múltiples (Duncan 0.05) para área foliar

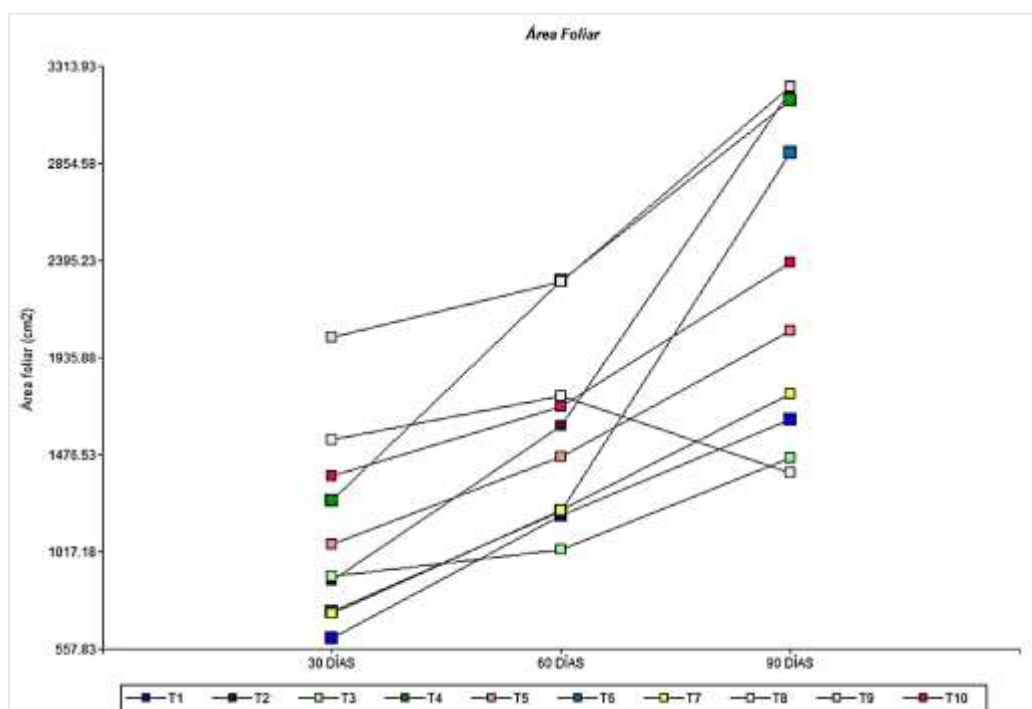
Tratamiento	$\bar{x}$	Error	Clasificación	
T6	2265.82	76.53	A	
T9	2242.98	76.53	A	
T4	2171.22	76.53	A	
T7	2109.95	76.53	A	B
T2	2055.90	76.53	A	B
T10	1928.33	76.53	B	C
T5	1817.36	76.53	C	
T3	1725.50	76.53	C	
T1	1323.61	76.53	D	
T8	1133.82	76.53	D	

NOTA: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$)

En la tabla 12, según la prueba de comparaciones múltiples de Duncan al 5 % de significancia, los tratamientos presentaron diferentes grupos estadísticos para el área foliar. Los mayores promedios correspondieron a T6 (2265.82 cm²), T9 (2242.98 cm²) y T4 (2171.22 cm²), los cuales se ubicaron en el grupo A y no presentaron diferencias significativas entre sí.

Asimismo, T7 (2109.95 cm²) y T2 (2055.90 cm²) se ubicaron en los grupos AB, por lo que compartieron similitud estadística con los tratamientos pertenecientes a los grupos A y B. En contraste, los menores valores correspondieron a T1 (1323.61 cm²) y T8 (1133.82 cm²), ambos clasificados en el grupo D y sin diferencias significativas entre ellos.

Figura 7. Curva de progreso del área foliar a los 30, 60 y 90 días después de la siembra



En la Figura 7, se presentó la curva de progreso del área foliar de los plantones de guanábana evaluados a los 30, 60 y 90 días después de siembra (DDS). En general, los tratamientos mostraron un incremento progresivo del área foliar conforme avanzó el periodo de evaluación, evidenciando un mayor desarrollo vegetativo y expansión de las hojas.

A los 30 DDS, las diferencias entre tratamientos fueron moderadas; sin embargo, a partir de los 60 DDS se observó un incremento más marcado en algunos tratamientos, especialmente en aquellos asociados a mayores dosis y fuentes de fósforo.

A los 90 DDS, los tratamientos T6 y T9 presentaron las mayores áreas foliares, alcanzando valores de 2265.82 y 2242.98 cm², respectivamente, seguidos por el tratamiento T4, el cual también mostró un incremento considerable respecto a los demás tratamientos. Por otro lado, el tratamiento T8 presentó una disminución en el área foliar durante la última evaluación, registrando uno de los menores valores finales. Estos resultados indicaron que la aplicación de fósforo favoreció el desarrollo y expansión

foliar de los plantones de guanábana.

Volumen radicular

Tabla 13. *Análisis de varianza (ANOVA) para volumen radicular*

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal	Ft		p-valor	Sig.
					0.05	0,01		
Tratamiento	9	84343.53	9371.50	126.96	2.00	2.66	<0.0001	**
Bloque	2	255.65	127.82	1.73	3.11	4.88	0.1837	n.s.
Error	78	5757.74	73.82					
Total	89	90356.91						
s= 8.59			$\bar{x} = 105.31$				CV=8.16%	

NOTA: n.s: no significativo, *: significativo, **: altamente significativo

En la tabla 13, el análisis de varianza (ANOVA) para la variable volumen radicular mostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados ($p > 0,05$). El valor de F calculado para tratamientos fue de 126.96 con un p-valor de $p < 0.0001$, indicó que las diferentes fuentes y dosis de fósforo generaron efectos estadísticamente significativos sobre el desarrollo radicular de las plantas evaluadas.

Sin embargo, el efecto de bloques no presentó diferencias estadísticas significativas, obteniéndose un valor de F de 1.73 y un p-valor de 0.1837. El coeficiente de variación (CV) fue de 8.16%, indicando una adecuada precisión experimental.

Tabla 14. Prueba de comparaciones múltiples (Duncan 0.05) para volumen radicular

Tratamiento	$\bar{x}$	Error	Clasificación
T10	165.78	2.86	A
T5	142.00	2.86	B
T6	130.86	2.86	C
T8	118.71	2.86	D
T7	93.37	2.86	E
T9	90.51	2.86	E F
T4	85.41	2.86	E F
T2	83.33	2.86	F
T3	74.79	2.86	G
T1	68.36	2.86	G

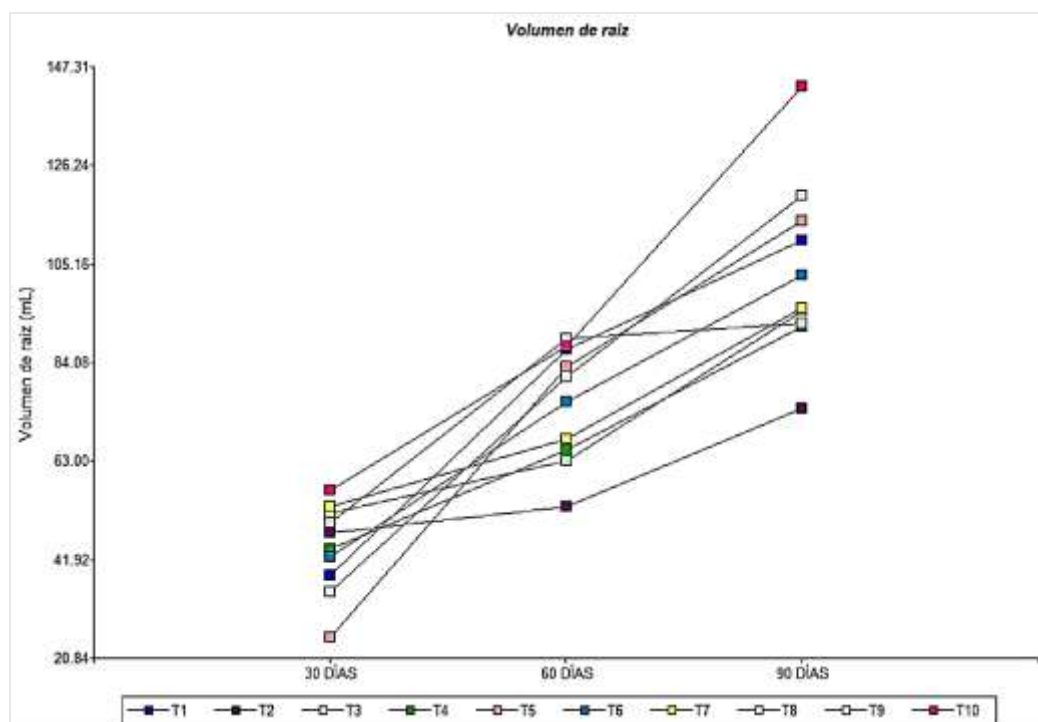
NOTA: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$)

En la tabla 14, según la prueba de comparación múltiple de Duncan al 5% de significancia, el T10 presentó el mayor volumen radicular con 165.78 cm³ y se ubicó de manera independiente en el grupo estadístico A, mostrando diferencias significativas respecto a los demás tratamientos. Le siguieron T5 con 142.00 cm³, perteneciente al grupo B; T6 con 130.86 cm³, ubicado en el grupo C; y T8 con 118.71 cm³, correspondiente al grupo D.

Los menores promedios fueron registrados por T3 (74.79 cm³) y T1 (68.36 cm³), ambos pertenecientes al grupo G, por lo que no presentaron diferencias significativas

entre sí. Estos resultados evidencian una respuesta diferenciada del desarrollo radicular frente a los tratamientos evaluados.

Figura 8. Curva de progreso del volumen de raíz a los 30, 60 y 90 días después de la siembra



En la Figura 8, se presentó la curva de progreso del volumen de raíz de los plantones de guanábana evaluados a los 30, 60 y 90 días después de siembra (DDS). En general, todos los tratamientos mostraron un incremento progresivo en el volumen radicular conforme avanzó el periodo de evaluación, evidenciando un adecuado desarrollo del sistema radicular de las plantas.

A los 30 DDS, los tratamientos presentaron valores relativamente bajos y con menor diferenciación; sin embargo, a partir de los 60 DDS se observó un incremento más marcado en algunos tratamientos, especialmente en aquellos asociados a mayores dosis y fuentes de fósforo.

A los 90 DDS, el tratamiento T10 presentó el mayor volumen radicular promedio, alcanzando aproximadamente 165.78 cm³, seguido de los tratamientos T5 y T6, los cuales también mostraron valores superiores respecto a los demás tratamientos. Por otro lado, el tratamiento T1 registró el menor volumen radicular promedio al final

de la evaluación.

Peso fresco de raíz

Tabla 15. *Análisis de varianza (ANOVA) para peso fresco de raíz.*

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal	Ft		p-valor	Sig.
					0.05	0,01		
Tratamiento	9	64289.58	7143.29	53.47	2.00	2.66	<0.0001	**
Bloque	2	170.16	85.08	0.64	3.11	4.88	0.5317	n.s
Error	78	10420.55	133.60					
Total	89	74880.29						
s= 11.56			$\bar{x} = 90.36$				CV=12,79%	

NOTA: n.s: no significativo, **: altamente significativo

En la tabla 15, el análisis de varianza (ANOVA) para la variable peso fresco de raíz mostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados ($F = 53.47$; $p < 0.0001$), evidenciando un efecto de los tratamientos sobre la acumulación de biomasa fresca de los plantones de guanábana. Por otro lado, no se encontraron diferencias significativas entre bloques ($F = 0.64$; $p = 0.5317$). El coeficiente de variación fue de 12.79 %, indicando una adecuada precisión experimental.

Tabla 16. *Prueba de comparaciones múltiples (Duncan 0.05) para peso fresco de raíz*

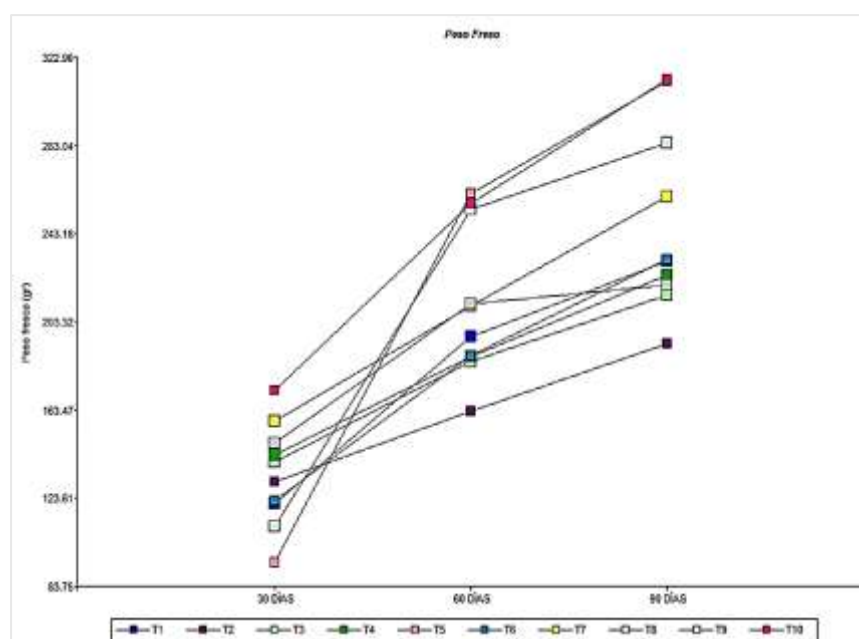
Tratamiento	$\bar{x}$	Error	Clasificación
T10	142.06	3.85	A
T5	126.76	3.85	B
T6	114.51	3.85	C
T8	90.92	3.85	D
T7	83.48	3.85	D E
T9	78.64	3.85	E F
T4	74.07	3.85	E F G
T2	69.47	3.85	F G
T1	66.78	3.85	G H
T3	56.91	3.85	H

NOTA: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Según la prueba de comparación múltiple de Duncan al 5% de significancia, en la tabla 16, el T10 presentó el mayor peso fresco de raíz con 142.06 g y se ubicó de manera independiente en el grupo estadístico A, mostrando diferencias significativas respecto a los demás tratamientos. Le siguieron T5 con 126.76 g, perteneciente al grupo B, y T6 con 114.51 g, ubicado en el grupo C.

Por otro lado, T3 registró el menor promedio de peso fresco con 56.91 g y se ubicó en el grupo H. Los tratamientos que compartieron al menos una letra no presentaron diferencias significativas entre sí.

Figura 9. Curva de progreso del peso fresco de raíz a los 30, 60 y 90 días después de la siembra



En la Figura 9, se presentó la curva de progreso del peso fresco de raíz de los plantones de guanábana evaluados a los 30, 60 y 90 días después de siembra (DDS). En general, todos los tratamientos mostraron un incremento progresivo en el peso fresco conforme avanzó el periodo de evaluación, evidenciando un adecuado desarrollo vegetativo y acumulación de biomasa en las plantas.

A los 30 DDS, los tratamientos presentaron valores relativamente bajos y con menor diferenciación; sin embargo, a partir de los 60 DDS se observó un incremento

más pronunciado en algunos tratamientos, especialmente en aquellos con mayores dosis y fuentes de fósforo.

A los 90 DDS, el tratamiento T10 presentó el mayor peso fresco promedio con aproximadamente 142.06 g, seguido del tratamiento T5 con cerca de 126.76 g y T6 con valores superiores respecto a los demás tratamientos. Por otro lado, el tratamiento T3 registró el menor peso fresco promedio al final de la evaluación, evidenciando que la aplicación de fósforo favoreció la acumulación de biomasa fresca en los plantones de guanábana, observándose una respuesta más marcada durante las evaluaciones finales.

Peso seco de raíz

Tabla 17. *Análisis de varianza (ANOVA) para peso seco de raíz*

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal	Ft		p-valor	Sig.
					0.05	0,01		
Tratamiento	9	6219.69	691.08	37.33	2.00	2.66	<0.0001	**
Bloque	2	3.65	1.83	0.10	3.11	4.88	0.9064	n.s.
Error	78	1444.03	18.51					
Total	89	7667.37						
s= 4.30			$\bar{x} = 32.71$			CV=13.90%		

NOTA: *: significativo al 5%

En la tabla 17, el análisis de varianza (ANOVA) para la variable peso seco de raíz mostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados ($F = 37.33$; $p < 0.0001$), evidenciando un efecto de los tratamientos sobre la acumulación de biomasa seca radicular de los plantones de guanábana. Por otro lado, no se encontraron diferencias significativas entre bloques ($F = 0.10$; $p = 0.9064$). El coeficiente de variación fue de 13.90 %, indicando una adecuada precisión experimental.

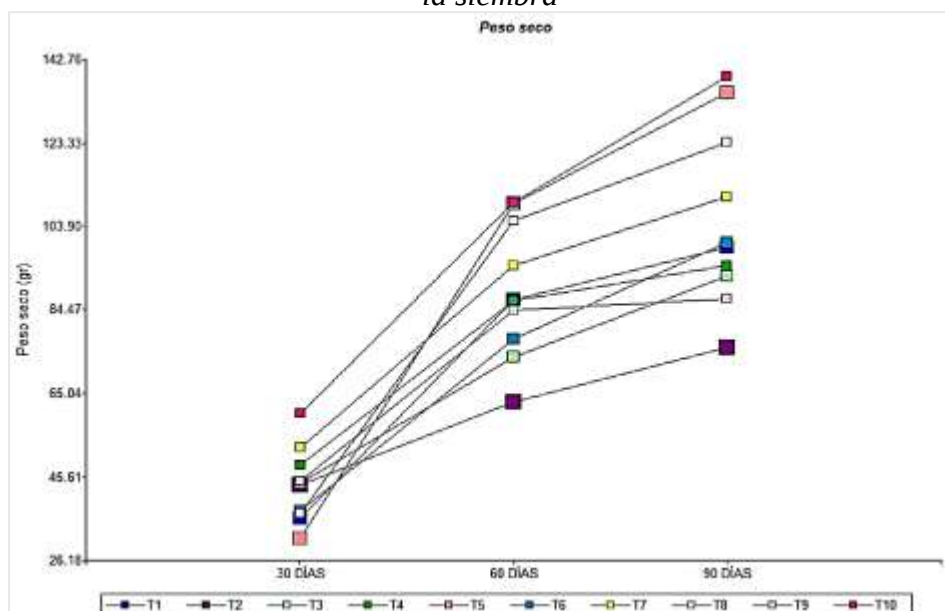
Tabla 18. Prueba de comparaciones múltiples (Duncan 0.05) para peso seco de raíz

Tratamiento	$\bar{x}$	Error	Clasificación
T5	49.32	1.43	A
T6	46.04	1.43	A
T8	37.76	1.43	B
T7	32.98	1.43	C
T10	32.03	1.43	C
T9	30.39	1.43	C
T4	28.36	1.43	C D
T2	25.43	1.43	D E
T1	23.63	1.43	E
T3	21.20	1.43	E

NOTA: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$)

En la tabla 18, según la prueba de comparación múltiple de Duncan al 5% de significancia, T5 presentó el mayor promedio con 49.32 g, seguido de T6 con 46.04 g. Ambos tratamientos se ubicaron en el grupo estadístico A, por lo que no presentaron diferencias significativas entre sí. El tratamiento T8 alcanzó un promedio de 37.76 g y conforme el grupo B, diferenciándose estadísticamente de T5 y T6. Por otro lado, los menores promedios correspondieron a T1 (23.63 g) y T3 (21.20 g), ambos pertenecientes al grupo E y sin diferencias significativas entre sí.

Figura 10. Curva de progreso del peso seco de raíz a los 30, 60 y 90 días después de la siembra



En la Figura 10, se presentó la curva de progreso del peso seco de raíz en los plantones de guanábana evaluados a los 30, 60 y 90 días después de siembra (DDS). En general, todos los tratamientos mostraron un incremento progresivo en el peso seco conforme avanzó el periodo de evaluación, reflejando una mayor acumulación de materia seca y desarrollo vegetativo de las plantas.

A los 30 DDS, los tratamientos presentaron valores relativamente bajos y con menor diferenciación; sin embargo, a partir de los 60 DDS se observó un incremento más marcado en algunos tratamientos, especialmente en aquellos con mayores dosis y fuentes de fósforo.

A los 90 DDS, el tratamiento T5 presentó el mayor peso seco promedio con aproximadamente 49.32 g, seguido de los tratamientos T6 y T8, los cuales también mostraron valores superiores respecto a los demás tratamientos. Por otro lado, el tratamiento T3 registró el menor peso seco promedio durante toda la evaluación. Estos resultados demostraron que la aplicación de fósforo favoreció la acumulación de biomasa seca en los plantones de guanábana, observándose una respuesta más evidente en las evaluaciones finales.

Evaluación de fotosíntesis

Tabla 19. *Análisis de varianza (ANOVA) para fotosíntesis*

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal	Ft		p-valor	Sig.
					0.05	0,01		
Tratamiento	9	1991.21	221.25	72.49	2.00	2.66	<0.0001	**
Bloque	2	36.21	18.11	5.93	3.11	4.88	0.0004	*
Error	78	238.05	3.05					
Total	89	2265.47						
s= 1.75			$\bar{x}$ = 61.67				CV=2.83%	

NOTA: *= significativo al 5%, **=altamente significativo

En la tabla 19, el análisis de varianza (ANOVA) para la variable fotosíntesis mostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados ($F = 72.49$; $p < 0.0001$), evidenciando un efecto de los tratamientos sobre esta variable. Asimismo, se encontraron diferencias significativas entre bloques ($F = 5.93$). El coeficiente de variación fue de 2.38 %, indicando una adecuada precisión experimental.

Tabla 20. Prueba de comparaciones múltiples (Duncan 0.05) para fotosíntesis

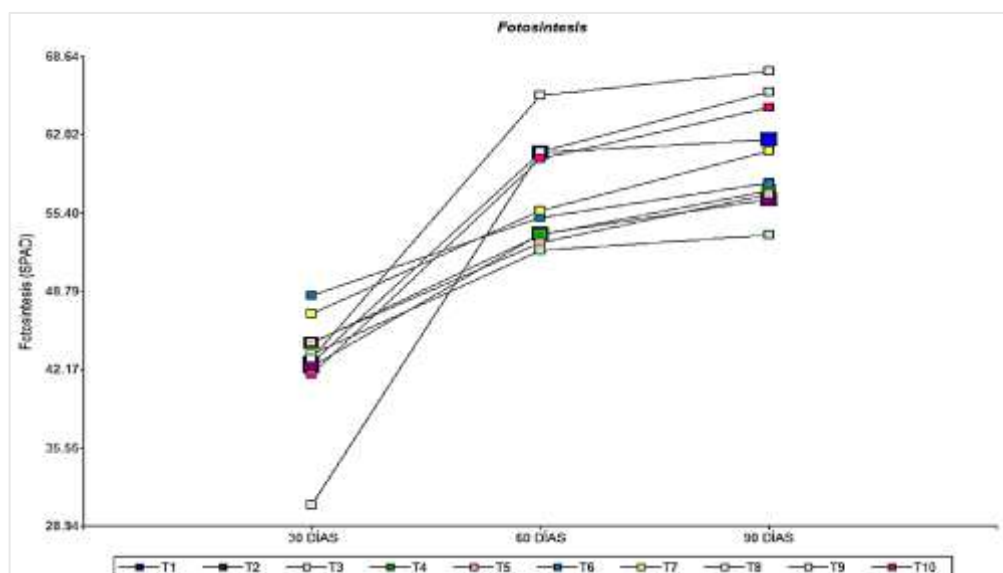
Tratamiento	$\bar{x}$	Error	Clasificación
T4	67.78	0.58	A
T8	66.78	0.58	A
T9	66.13	0.58	A B
T1	64.96	0.58	B
T10	64.60	0.58	B
T2	60.71	0.58	C
T7	57.82	0.58	D
T5	56.96	0.58	D
T6	56.94	0.58	D
T3	54.04	0.58	E

Nota. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En la tabla 20, según la prueba de comparación múltiple de Duncan al 5% de significancia, el T4 y T8 presentaron el mayor promedio de fotosíntesis con 67.78 y 66.78 unidades SPAD y se ubicó en el grupo estadístico A. Sin embargo, no presentó diferencias significativas respecto a T9 (66.13 SPAD), debido a que estos tratamientos compartieron la letra A.

Por otro lado, T3 registró el menor promedio con 54.04 unidades SPAD y se ubicó en el grupo E. Los resultados muestran la formación de grupos estadísticos superpuestos, indicando que los tratamientos que compartieron al menos una letra no presentaron diferencias significativas entre sí.

Figura 11. Curva de progreso de la fotosíntesis a los 30, 60 y 90 días después de la siembra



En la Figura 11, se presentó la curva de progreso de la fotosíntesis de los plantones de guanábana evaluados a los 30, 60 y 90 días después de siembra (DDS). En general, todos los tratamientos mostraron un incremento progresivo en los valores de fotosíntesis conforme avanzó el periodo de evaluación, evidenciando una mejora en la actividad fisiológica de las plantas.

A los 30 DDS, los tratamientos presentaron valores relativamente homogéneos; sin embargo, a partir de los 60 DDS se observó un incremento más pronunciado en algunos tratamientos, especialmente en aquellos con mayores dosis y fuentes de fósforo.

A los 90 DDS, el tratamiento T8 presentó el mayor valor promedio de fotosíntesis con aproximadamente 67.42 SPAD, seguido de los tratamientos T9 y T10, los cuales también mostraron valores superiores respecto a los demás tratamientos. Por otro lado, el tratamiento T3 registró el menor valor promedio de fotosíntesis durante la evaluación final. Estos resultados indicaron que la aplicación de fósforo favoreció la actividad fotosintética de los plantones de guanábana, observándose una respuesta más evidente durante las evaluaciones finales.

Determinación del fósforo

Tabla 21. Contenido de fósforo disponible en el suelo al inicio y final del experimento según método analítico empleado.

Tratamiento	pH final	Método Olsen (mg/kg)	Método Bray y Kurtz (mg/kg)
Inicial	5.5	1.67	6.6
T1	6.4	8.29	32.78
T2	6.9	8.68	34.33
T3	6.7	9.26	36.62
T4	6.1	17.11	67.69
T5	6.6	14.08	55.70
T6	7.0	20.65	81.69
T7	6.5	30.43	120.38
T8	6.2	22.77	90.06
T9	6.6	44	174.03
T10	5.7	32.81	129.77

Nota. Análisis inicial y final de contenido de fosforo en el suelo, según Metodo Olsen y Metodo Bray y Kurtz.

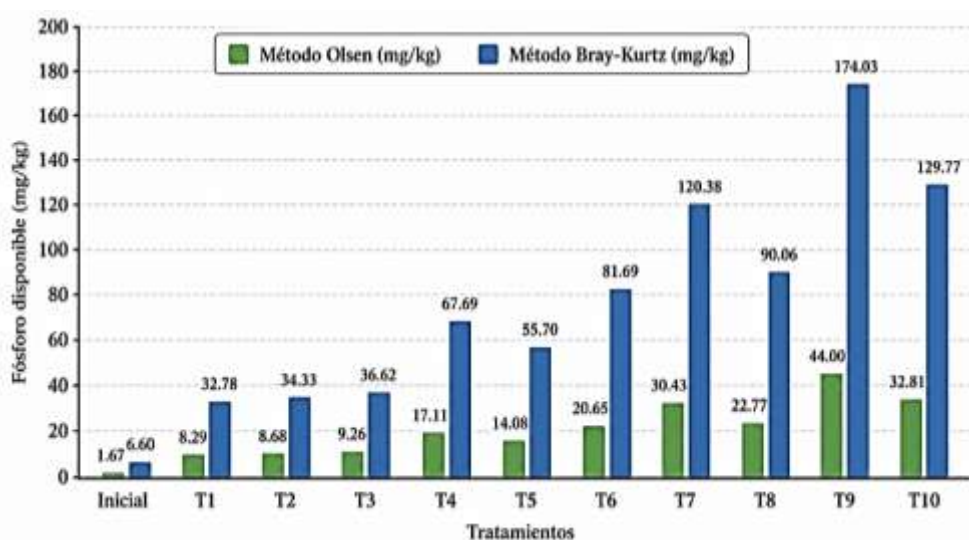
Los resultados en la tabla 21 evidencian un incremento de fosforo disponible en el suelo después de la aplicación de las diferentes fuentes y dosis de fertilización fosfatada. Inicialmente, el suelo presento un pH de 5.5 y un contenido de fosforo disponible de 1.67 mg/kg mediante el método Olsen y 6.60 mg/kg mediante el método Bray y Kurtz.

Al finalizar el experimento, los tratamientos presentaron diferentes concentraciones de fosforo disponible. El tratamiento T9 (Yaramila 444 g/planta) registró los mayores valores, con 44.00 mg/kg mediante Olsen y 174.03 mg/kg mediante Bray y Kurtz. Le siguieron T10 (Yaramila 888 gr/planta), con 32.81 y 129.77 mg/kg, respectivamente. Por valores finales, con 8.29 mg/kg mediante Olsen y 32.78

mediante Bray y Kurtz. Estos resultados muestran una respuesta diferenciada del fósforo disponible en función de las fuentes y dosis evaluadas.

Respecto al pH, el suelo presento inicialmente un valor de 5.5 y al finalizar el periodo experimental los tratamientos registraron valores entre 5.7 y 7.0. Esta variación indica cambios en la reacción del suelo durante el periodo de evaluación; sin embargo, debido a que el experimento comprendió un periodo relativamente corto, estos valores deben considerarse como una respuesta inicial y no necesariamente como cambios estabilizados del pH. Asimismo, el comportamiento puede estar relacionado con las características y con la capacidad amortiguadora del suelo.

Figura 12. Determinación de fósforo



En la Figura 12, se presentó el contenido de fósforo disponible en el suelo al inicio y al finalizar el experimento, expresado en mg/kg y determinado mediante los métodos Olsen y Bray-Kurtz. El análisis inicial registro 1.67 mg/kg mediante Olsen y 6.60 mg/kg mediante Bray-Kurtz, con un pH inicial de 5.5.

Después de la aplicación de las diferentes fuentes y dosis de fósforo, se observaron incrementos variables en el contenido de fosforo disponible. El tratamiento T9 presentó los mayores valores finales, con 44mg/kg mediante Olsen y 174.03 mg/kg mediante Bray-Kurtz. Le siguieron T10, con 32,81 y 129, 77 mg/kg, y T7, con 30.43 y

120.38 mg/kg, respectivamente.

Los menores valores finales se registraron en T1, con 8.29 mg/kg mediante Olsen y 32.78 mg/kg mediante Bray-Kurtz, seguido de T2 y T3. En general, los resultados muestran una respuesta variable del contenido de fósforo disponible entre los tratamientos evaluados y valores finales superiores a los registrados inicialmente. (Tal como se especifica en los Anexos D Y J).

Rentabilidad

El análisis de rentabilidad se realizó considerando el costo de producción de las plantas de guanábana desde la etapa de vivero hasta el establecimiento en campo definitivo. Para ello, se incluyeron costos correspondientes a tierra negra, compost, arena, bolsas de vivero, malla Raschell, cintillo, insecticida, herramientas básicas, análisis de suelo, mano de obra y fertilización aplicada en cada tratamiento.

El costo base total de producción fue de S/ 2,348.80 para las 270 plantas evaluadas, obteniéndose un costo base aproximado de S/ 8.70 por planta, sin considerar el fertilizante aplicado.

Como indicador principal de rendimiento se utilizó el peso seco de las plantas, debido a que esta variable representa la acumulación de biomasa vegetal producida por efecto de las diferentes dosis y fuentes de fósforo evaluadas. Asimismo, el volumen radicular fue considerado como variable complementaria debido a su importancia en el establecimiento inicial del cultivo.

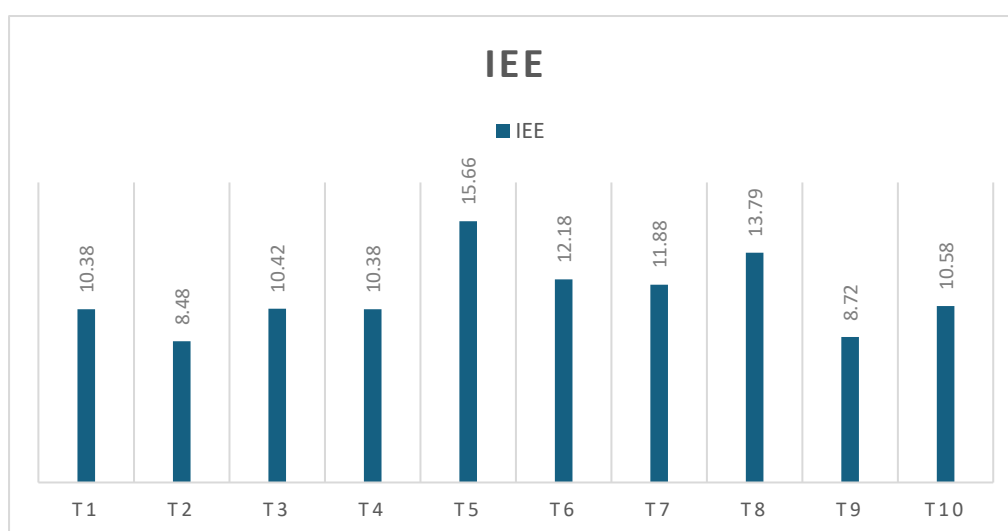
Tabla 22. Índice de eficiencia económica (g/S/)

Tratamiento	Peso seco (g)	Volumen radicular (cm ³)	Costo de fertilización por planta (S/)	Costo total por planta (S/)	Índice de eficiencia económica
T1	90.30	68.36	0	8.7	10.38
T2	75.26	83.33	0.18	8.88	8.48
T3	94.38	74.79	0.36	9.06	10.42
T4	97.79	85.41	0.72	9.42	10.38
T5	138.77	142.00	0.16	8.86	15.66
T6	109.74	130.86	0.31	9.01	12.18
T7	110.82	93.37	0.63	9.33	11.88
T8	134.06	118.71	1.02	9.72	13.79
T9	93.68	90.51	2.04	10.74	8.72
T10	135.18	165.78	4.08	12.78	10.58

Los resultados de la Tabla 22, mostraron que el tratamiento T5 (Superfosfato triple 43.5 gr/planta) presentó el mayor índice de eficiencia económica, con 15.32 g/S/., debido a que alcanzó el mayor peso seco (138.77g) con un costo de fertilización de solo S/0.16 por planta y un costo total de S/ 8.86.

Asimismo, T10 registró el mayor volumen radicular (165.78 cm³): sin embargo, debido a su mayor costo de fertilización (S/4.08 por planta) su índice de eficiencia económica fue menor (10.58 g/S/.). Estos resultados indican que el incremento de la dosis y del costo de fertilización no necesariamente se tradujo en mayor eficiencia económica, destacando T5 como la alternativa más eficiente durante el establecimiento del cultivo.

Figura 13. Índice de eficiencia económica de los tratamientos evaluados



En la Figura 13, se observa que el tratamiento T5 presentó el mayor índice de eficiencia económica con un valor de 15.32 g/S/, indicando una mejor relación entre el rendimiento vegetativo obtenido y el costo total de producción por planta. Esto demuestra que dicho tratamiento logró producir mayor biomasa seca por cada sol invertido.

Asimismo, el tratamiento T8 presentó un índice de eficiencia económica de 13.79 g/S/, seguido por T6 con 12.18 g/S/. Por otro lado, los tratamientos T9 y T2 mostraron los menores índices de eficiencia económica, con valores de 8.72 y 8.48 g/S/, respectivamente.

Aunque el tratamiento T10 presentó el mayor peso seco y volumen radicular, también registró el mayor costo de fertilización debido a la elevada dosis de Yaramila aplicada, reduciendo su eficiencia económica en comparación con tratamientos de menor costo.

En consecuencia, el tratamiento T5 representó la alternativa económicamente más eficiente para el establecimiento inicial del cultivo de guanábana bajo las condiciones del presente estudio, debido a que permitió obtener un elevado rendimiento vegetativo con menor inversión económica.

4.3. Prueba de hipótesis

Hipótesis nula (H_0)

H_0 : Todas las medias de los tratamientos son iguales

Hipótesis alterna (H_a)

H_a : Al menos una media de un tratamiento es diferente

Regla de decisión

Si $F_c < F_t$, se acepta la H_0 , y se rechaza la H_a .

Si $F_c \geq F_t$ ($\alpha = 0,05$), se rechaza la H_0 , y se acepta la H_a .

Prueba de hipótesis de las variables

Tabla 23. Resultados de la prueba de hipótesis para las variables evaluadas

Variable	F calculado (F_c)	F_t (0,05)	F_t (0,01)	Resultado
Altura de planta	0,70	2,00	2.66	Se rechaza la H_a
Diámetro de tallo	18.79	2,00	2,66	Se acepta la H_a
Número de hojas	99,45	2,00	2,66	Se acepta la H_a
Peso fresco	53,47	2.00	2.66	Se acepta la H_a
Peso seco	37,33	2.00	2.66	Se acepta la H_a
Fotosíntesis	72,49C	2.00	2.66	Se acepta la H_a
Volumen radicular	126,96	2.00	2.66	Se acepta la H_a
Área foliar	25.53	2.00	2.66	Se acepta la H_a

Los resultados de la Tabla 23, muestran que las variables diámetro de tallo, numero de hojas, peso fresco, peso seco, fotosíntesis, volumen radicular y área foliar presentaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, debido a que los valores de F calculado (F_c) fue superiores al F tabulado (F_t) calculado al 5 % de probabilidad, por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna (H_a).

Por otro lado, la variable altura de planta no presentó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, debido a que el valor de F_c fue menor al F_t , por lo que se rechaza la hipótesis nula (H_a).

4.4. Discusión de resultados

La altura de planta no presentó diferencias significativas entre tratamientos; sin embargo, T5 alcanzó el mayor promedio (138.17 cm). La ausencia de diferencias puede relacionarse con el corto periodo de evaluación y con la etapa inicial de establecimiento de la guanábana, durante la cual la respuesta a la fertilización puede expresarse primero en otros componentes del crecimiento. Pérez (2022) encontró respuestas vegetativas diferenciadas en plántulas de guanábana sometidas a distintos tratamientos nutricionales, mientras que Abanto (2016) reportó que la fertilización fosfatada favoreció el crecimiento y la producción de materia seca. Por tanto, en el presente estudio, las fuentes y dosis de fósforo no produjeron una respuesta estadísticamente diferenciada en altura durante el periodo evaluado.

El diámetro de tallo presentó diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0.0001$), destacando T8 con 23.36 mm, aunque estadísticamente fue similar a T10, T9 y T5 según Duncan. Esta respuesta indica que el desarrollo del tallo estuvo condicionado por la fuente y dosis empleada. Pérez (2022) también encontró diferencias significativas en diámetro de tallo de plántulas de guanábana bajo diferentes tratamientos nutricionales. Asimismo, Abanto (2016) reportó respuestas favorables del crecimiento y acumulación de materia seca frente a la fertilización fosfatada, lo que respalda la participación del fósforo en los procesos energéticos relacionados con el crecimiento vegetal.

El número de hojas presentó diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0.0001$), siendo T8 el tratamiento con mayor promedio (134.22 hojas)

y estadísticamente superior a los demás. Este comportamiento evidencia una respuesta favorable de la emisión foliar a la combinación de fuente y dosis aplicada. Pérez (2022) también reportó diferencias significativas en el número de hojas de plántulas de guanábana sometidas a diferentes tratamientos nutricionales. La respuesta puede relacionarse con la participación del fósforo en procesos de transferencia de energía, división celular y formación de nuevos tejidos; sin embargo, los resultados no muestran que el aumento de la dosis produzca necesariamente un incremento proporcional del número de hojas.

El área foliar presentó diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0.0001$). T6 obtuvo el mayor promedio (2265.82 cm^2), aunque fue estadísticamente similar a T9 y T4, evidenciando que diferentes fuentes y dosis pueden producir respuestas semejantes en la expansión foliar. Pérez (2022) también encontró diferencias significativas en el área foliar de plántulas de guanábana bajo diferentes tratamientos nutricionales. Asimismo, Fernández (2003) señaló que el comportamiento de las fuentes fosfatadas en suelos ácidos depende de su solubilidad y de las características químicas del suelo, lo que podría explicar que la respuesta obtenida no aumentara proporcionalmente con las dosis aplicadas.

El volumen radicular presentó diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0.0001$), destacando T10 con 165.78 cm^3 , estadísticamente superior a los demás tratamientos. Esta respuesta sugiere que la combinación de fuente y dosis utilizada en T10 favoreció el desarrollo del sistema radicular. El fósforo tiene especial importancia en tejidos de rápido crecimiento debido a su participación en procesos energéticos y metabólicos. Barresi et al. (2022) reportaron incrementos en biomasa y crecimiento radicular asociados con una mayor disponibilidad de fósforo, mientras que Pérez (2022) encontró diferencias en el desarrollo radicular de plántulas de guanábana

sometidas a diferentes tratamientos nutricionales.

El peso fresco de raíz presentó diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0.0001$), siendo T10 el tratamiento con mayor promedio (142.06 g) y estadísticamente superior a los demás. Este comportamiento evidencia una respuesta diferenciada de la acumulación de biomasa fresca frente a los tratamientos aplicados. Fernández (2003) reportó que las fuentes fosfatadas pueden generar diferentes respuestas de crecimiento en condiciones de suelos ácidos, mientras que Abanto (2016) encontró incrementos en el crecimiento y producción de materia seca asociados a la fertilización fosfatada. En el presente estudio, la respuesta obtenida demuestra que la fuente y dosis influyeron en la acumulación de biomasa durante el establecimiento de las plantas.

El peso seco de raíz presentó diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0.0001$). T5 registró el mayor promedio (49.32 g), aunque no presentó diferencias significativas con T6 (46.04 g), debido a que ambos conformaron el grupo A. Esta respuesta evidencia que determinadas combinaciones de fuente y dosis favorecieron la acumulación de biomasa radicular. Barresi et al. (2022) encontraron respuestas positivas del crecimiento y biomasa radicular asociadas con la disponibilidad de fósforo, mientras que Abanto (2016) reportó una mayor producción de materia seca con fertilización fosfatada. Esto respalda la importancia del fósforo durante el establecimiento y desarrollo del sistema radicular.

Las lecturas SPAD presentaron diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0.0001$), destacando T4 con 67.78 SPAD, aunque estadísticamente fue similar a T8 y T9. Estos resultados indican diferencias en el índice relativo de clorofila o verdor foliar entre los tratamientos. El fósforo participa en la transferencia de energía mediante ATP y ADP, procesos fundamentales para el metabolismo vegetal;

sin embargo, las lecturas SPAD no constituyen una medición directa de la tasa fotosintética. Krüger y Meurer (2009) señalaron que la fertilización fosfatada modifica la disponibilidad de fósforo en el suelo, pudiendo favorecer el estado nutricional y el desarrollo de las plantas.

El contenido de fósforo disponible aumentó respecto a la condición inicial, aunque la respuesta varió entre fuentes y dosis. T9 presentó los mayores valores residuales, con 44.00 mg/kg mediante Olsen y 174.03 mg/kg mediante Bray-Kurtz, superando incluso a T10, que recibió una dosis mayor de la misma fuente. Esto demuestra que el incremento de la dosis no produjo necesariamente un aumento proporcional del fósforo disponible. Krüger y Meurer (2009) señalaron que la fertilización fosfatada modifica las fracciones disponibles y moderadamente lábiles del fósforo, mientras que Fernández (2003) indicó que la respuesta de las fuentes fosfatadas en suelos ácidos depende de su solubilidad y de su interacción con el suelo. En contraste, los menores valores obtenidos con roca fosfórica podrían relacionarse con su liberación más gradual durante el periodo evaluado. Es importante señalar que el mayor contenido residual de fósforo no demuestra una mayor absorción por las plantas, debido a que no se determinó fósforo en tejido vegetal. Por ello, estos resultados representan principalmente el fósforo que permaneció disponible en el suelo al finalizar el experimento.

La evaluación económica mostró que el tratamiento con mayor respuesta biológica no necesariamente fue el más eficiente económicamente. Aunque tratamientos con dosis mayores destacaron en algunas variables, T5 presentó una respuesta favorable en peso seco de biomasa una menor inversión en fertilización. En tu análisis anterior, T5 presentó el mayor índice de eficiencia económica, con 15.66 g/S/, evidenciando una mejor relación entre biomasa obtenida y costo de producción.

Por tanto, desde el punto de vista económico, T5 constituye una alternativa favorable para el establecimiento inicial de guanábana, ya que permitió obtener una respuesta vegetativa competitiva sin recurrir a las dosis más elevadas de fertilización. Este resultado también demuestra que la selección de un tratamiento no debe basarse únicamente en el mayor valor de una variable agronómica, sino en la relación entre la respuesta obtenida y el costo necesario para alcanzarla.

CONCLUSIONES

- ✓ Se demostró que la aplicación de distintas fuentes y dosis recomendada de fosforo influyo en el establecimiento inicial del cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.), confirmando que los suelos en la Selva Central y en el trópico húmedo son deficientes en este macronutriente.
- ✓ Comparando las fuentes y dosis de fosforo en los tratamientos en estudio, el tratamiento T10 (Yaramila Complex 888gr/planta), obtuvo el mejor resultado en volumen radicular, seguido del tratamiento T5 (Superfosfato Triple 43.5 gr/planta) y Tratamiento T6 (Superfosfato Triple 87 gr/planta), con respecto a los demás tratamientos en estudio.
- ✓ La evaluación en las diferentes dosis y fuente de fosforo sobre el desarrollo vegetativo, determinó que la altura de planta no presentó diferencias estadísticas significativas, debido a que el fosforo (P) no influye directamente en esta variable. Por el contrario, el diámetro de tallo, número de hojas y área foliar presentaron diferencias altamente significativas, destacando T5 (Superfosfato Triple 43.5 gr/planta), en diámetro de tallo con 22.07 mm, T8 (Yaramila 222 gr/planta), en número de hojas con 134 hojas y T6 (Superfosfato Triple 87 gr/planta), en área foliar con 2265.82 cm².
- ✓ En el análisis económico, el T5 (Super Fosfato Triple 43.5 gr.) mostró el mayor índice de eficiencia económica con 15,66 g/S/, al alcanzar una producción de biomasa seca de 138.77 gr. con un menor costo de fertilización. Por ello, bajo las condiciones y el periodo evaluado en el presente estudio, T5 constituyó la alternativa de mayor eficiencia económica para el establecimiento inicial del cultivo de guanábana.

RECOMENDACIONES

- ✓ Evaluar las diferentes fuentes y dosis de fósforo durante un mayor periodo de tiempo y en etapas posteriores del cultivo de guanábana, con la finalidad de determinar su efecto sobre el crecimiento, producción y rendimiento del cultivo en condiciones de campo definitivo.
- ✓ Realizar futuras investigaciones considerando análisis complementarios de fósforo en tejido vegetal y dinámica del fósforo en el suelo, para obtener una mejor comprensión sobre la absorción, disponibilidad y eficiencia de utilización del nutriente por las plantas.
- ✓ Evaluar nuevas combinaciones de fuentes fosfatadas y niveles de fertilización, incorporando materia orgánica y bioestimulantes, con el propósito de mejorar la eficiencia agronómica y económica en el establecimiento del cultivo de guanábana.
- ✓ Bajo las condiciones del presente estudio, se recomienda el uso del tratamiento T5 debido a que presentó la mejor relación costo-beneficio y una adecuada respuesta vegetativa durante la etapa inicial del cultivo.
- ✓ Considerar el monitoreo periódico del pH y fósforo disponible en el suelo antes y después de la fertilización, a fin de evitar pérdidas por fijación del fósforo y optimizar la disponibilidad del nutriente para el cultivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abanto A. , M. (2016). Efecto de distintas fuentes de fósforo (fosfatos solubles y roca fosfórica) en dos tipos de suelo sobre la absorción de cadmio en tejido foliar de maíz, bajo condiciones de invernadero. Lima: Repositorio UNALM. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/server/api/core/bitstreams/89f124fc-9295-4ba7-acbb-15e6eeade729/content>
- Abdul W., S. M., Jantan, I., Haque, M. A., & Arshad, L. (2018). Exploring the Leaves of *Annona muricata* L. as a Source of Potential Anti-inflammatory and Anticancer Agents. Estados Unidos: Front Pharmacol. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6019487/>
- Adrián, M. (2006). Cultivo y aprovechamiento de la guanábana en el trópico peruano. Editorial Agrícola del Perú.
- Agraria.pe. (2021). En 2020, el Perú produjo 8.731 toneladas de guanábana. Agraria.pe. Obtenido de <https://agraria.pe/noticias/en-2020-el-peru-produjo-8-731-toneladas-de-guanabana-25285>
- Agraria.pe. (2024). Perú exporto 78 toneladas de guanábana el año pasado. Agraria.pe. Obtenido de [https://agraria.pe/noticias/peru-exporto-78-toneladas-de-guanabana-el-ano-pasado-34875#:~:text=\(Agraria.pe\)%20Durante%202023,especialista%20en%20exportaci%C3%B3n%20C%C3%A9sar%20Laines](https://agraria.pe/noticias/peru-exporto-78-toneladas-de-guanabana-el-ano-pasado-34875#:~:text=(Agraria.pe)%20Durante%202023,especialista%20en%20exportaci%C3%B3n%20C%C3%A9sar%20Laines).
- Agrodata Perú (2018). Producción de frutales tropicales en el Perú. Agrodata.pe. – Esta plataforma presenta datos actualizados sobre la producción de cultivos, incluyendo la guanábana, en diversas regiones del Perú.
- AGRONOTIPS. (2024). Requerimiento edafoclimáticos y fertilización para el cultivo de la guanábana. Chile: AGRONOTIPS. Obtenido de <https://www.portalfruticola.com/noticias/2024/03/08/requerimiento-edafoclimaticos-y-fertilizacion-para-el-cultivo-de-la-guanabana/>
- Alisson, E. (2022). El manejo y nuevos insumos ayudan a reducir el uso de fertilizantes minerales en la agricultura brasileña. Brasil: Agencia FAPESP. Obtenido de <https://agencia.fapesp.br/el-manejo-y-nuevos-insumos-ayudan-a-reducir-el-uso-de-fertilizantes-minerales-en-la-agricultura-brasilena/38382>
- Alejandro, H. G. H. (1994). Evaluacion de la fusion roca fosforica-azufre como fertilizante fosfatado. AGRIS 8(1), 12 - 44

- <https://agris.fao.org/search/en/providers/123819/records/6473596153aa8c8963079dc7>
- Alisson, P. (2022). Eficiencia en el aprovechamiento del fósforo en cultivos tropicales. Editorial AgroBrasilia.
- Alomia-Lucero, J., Atao-Surichanqui, E., & Erazo-Toscano, E. (2022). Prendimiento y crecimiento de injertos en plantones de guanábana (*Annona muricata* L.), en Satipo– Perú. *Revista agrotecnológica amazónica*, 2(1), e252-e252.
- Ansorena M., J. (1994). *Sustratos: propiedades y caracterización*. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/761246839/Botanica-Jardineria-Libro-Sustratos-Propiedades-y-Caracterizacion-Ansorena-J-Mundi-Prensa-1994>
- Barresi, O., Lavado, R., & Chiocchio, V. (2022). ¿Los hongos endófitos septados oscuros (DSE) pueden movilizar selectivamente el fósforo inorgánico y promover así el crecimiento del sorgo? Un estudio preliminar. *Revista argentina de microbiología*. Obtenido de https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0325-75412022000300101&lng=es&nrm=iso
- Beltran, M., Romaniuk, R., Herrmann, C., Fernandez, A., Mousegne, F., & Jecke, F. (2019). Roca fosfórica y yeso agrícola: complemento a la fertilización tradicional en el cultivo de soja. Argentina: Instituto de Suelos, INTA Castelar. Obtenido de <https://ojs.suelos.org.ar/index.php/cds/article/view/489/241>
- Borrero, E. O., y Diazgranados I. A. A. (2005). Evaluación de varias fuentes nitrogenadas y una fuente de magnesio empleadas como refuerzo en la producción de maíz (*Zea mays* L.) en las condiciones agroclimáticas del distrito de Santa Marta. [Tesis de pregrado, Universidad del Magdalena]. Repositorio institucional Unimagdalena. <http://repositorio.unimagdalena.edu.co/handle/123456789/202>
- Bravo, I., Montoya, J., & Menjivar, J. (2013). Retención y disponibilidad de fósforo asociado a la materia orgánica en un Typic Melanudands del departamento del Cauca, Colombia. Colombia: SciELO. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28122013000300009
- Cermeño, J. L., Cedeño, J. R., y Pereira, J. F. (1989). Dosificación económica de urea, superfosfato triple, caliza, sulfato de magnesio, borax en girasol, c.v. Contifar 3. Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo, 10, Maturín (Venezuela). <https://agris.fao.org/search/en/providers/122451/records/6472501d08fd68d54600d236>
- Cerón R., L., & Aristizábal G., F. A. (2012). Dinámica del ciclo del nitrógeno y fósforo en

- suelos. Revista Colombiana de Biotecnología, 285-295. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=77624081026>
- CITEagroindustrial. (2020). Reporte de cultivo de frutas en el Perú. Perú: Unidad de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva. Obtenido de https://issuu.com/citeagroindustrialica/docs/in-18-007_reporte_de_cultivo_de_frutas_en_per_
- Cuello P., M., Jaramillo G., G. K., Canchingre B., J., Castro R., C., & Cabrera B., O. (2017). Determinación de componentes nutricionales presentes en las hojas secas de *Annona muricata* L. (Guanábana). La Habana, Cuba: Revista CUMBRES. Obtenido de <https://revistas.utmachala.edu.ec/revistas/index.php/Cumbres/article/view/49>
- Delgado A., B., & Lopez C., H. (2025). Efecto de diferentes dosis de YaraMila TM COMPLEX en el rendimiento y calidad del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) variedad Río Grande en Villa Rica – Oxapampa. Oxapampa: Repositorio UNDAC. Obtenido de http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/5416/1/T026_48346651_T.pdf
- Díaz M., E. X. (2018). Efecto de tres niveles de temperaturas de secado en la concentración de antioxidantes y contenido de polifenoles totales presentes en hojas de guanábana (*Annona muricata*), Pucallpa, Perú. Pucallpa-Perú: Repositorio Universidad de Ucayali. Obtenido de <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/3902>
- Díaz P., V. C., & Sadehgian K., S. (2021). Adsorción de fósforo en suelos de la zona cafetera de Colombia. Obtenido de <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/4292>
- Dias, R. de C., Teixeira, P. C., Polidoro, J. C., Gonçalves, R. G. da M., y Zonta, E. (2016). Efeito de fontes e doses de boro na produção de matéria seca e acúmulo de nutrientes em plantas de braquiária. Embrapa 2(5), 15 – 54. <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/106312>
- Ditschar, B. (2007). Respuesta en rendimiento y producción de aceite de los clones de palma de aceite (*Elaeis guineensis*), a dos diferentes fertilizantes de magnesio. Palmas 28(1), 89-123. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1279>
- Dominguez C., H. G. (2018). Efectos de tres fuentes de fósforo en el desarrollo de micorrizas y el incremento de la fertilidad en cinco ecosistemas terrestres de Tingo María. Tingo María-Perú: Repositorio Universidad Nacional Agraria de la Selva. Obtenido de <https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/80e2a0d1-fbcf-4c5e-bd6b-99312fb1bb6b/content>
- DRAJ. (2024). Provincia. Chanchamayo 2022. Dirección Regional de Agricultura Junín. Obtenido de <https://www.dropbox.com/scl/fi/9y91lxxonjevzntxlgog2/PROV->

CHANCHAMAYO-2022.pdf?rlkey=xr58m4lmtt6coesazgs9uhyny&e=2&dl=0

- Echeverri E., J. (2019). Dinámica del fósforo en suelo-planta en regiones tropicales. Colombia: Repositorio Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/69611>
- Espinosa, J. (2004). Fijación de fósforo en suelos derivados de ceniza volcánica. Quito-Ecuador: Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN). Obtenido de <https://bibliotecadigital.ciren.cl/items/09ec0658-7f57-4365-b6d6-3c9988fe4aaf>
- Espinoza, P. B. J. (2019). Efecto del compost, dolomita y magnocal en el contenido de cadmio del suelo y los granos de cacao (*Theobroma cacao* L.) del clon ccn-51. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS. <https://repositorio.unas.edu.pe/items/0c20b59b-f57a-42e4-933c-8cba8a1ae105>
- Fassbender, H. W., & Bornemisza, E. (1994). Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Obtenido de <https://repositorio.iica.int/handle/11324/6801>
- Fernández, J. (2010). Cultivo y manejo de la guanábana en climas tropicales. Editorial Agroverde.
- Fernández, M. T. (2007). Fósforo: amigo o enemigo. La Habana, Cuba: ICIDCA: Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223114970009>
- Fernández P., J. E. (2003). Fuentes y niveles de fertilización fosforada en la obtención de plantones de café (*Coffea arabica* L.) variedad "Catimor". Tingo María - Perú: Universidad Nacional Agraria de la Selva. Obtenido de <https://repositorio.unas.edu.pe/items/29d10d8a-2dda-4408-bc11-84aa45a2d34a>
- Ferrando, M. G., y Zamalvide, J. P. (2012). Aplicación de boro en eucalipto: Comparación de fuentes. *Revista Árvore*, 36, 1191 - 1197. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622012000600020>
- Fresh Fruit. (2023). Demanda de guanábana: ¿Cómo se viene comportando en el 2023? Perú: Fresh Fruit. Obtenido de <https://freshfruit.pe/2023/10/15/demanda-de-guanabana-como-se-viene-comportando-en-el-2023/>
- Gálvez, R. R. E. (2016). Estudio de pre-factibilidad para la instalación de una planta de superfosfato triple. [Tesis de posgrado, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio institucional UNI. <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/2344071>
- Gonçalves, R. G. da M., Dias, R. de C., Teixeira, P. C., Polidoro, J. C., y Zonta, E. (2018).

- Avaliação de diferentes fontes e doses de boro no cultivo de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Embrapa, 4(1), 11 - 56.
<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1109031>
- Gómez, R. (2015). *Frutales tropicales: fisiología y manejo*. Editorial Agroamerica. – Un texto que abarca las características fisiológicas y estructurales de frutales como la guanábana.
- Gaspar V., V. M. (2017). Caracterización agromorfológica de 12 materiales de guanábana *Annona muricata* L. en el estado de Veracruz. Campo experimental Cotaxtla. San Pedro Comitancillo: Repositorio Institucional del Tecnológico Nacional de México. Obtenido de
<https://rinacional.tecnm.mx/bitstream/TecNM/3638/1/CARACTERIZACION%20AGROMORFOL%20DE%20MATERIALES%20DE.pdf>
- Havlin, J. L., Tisdale, S. L., Nelson, W. L., & Beaton, J. D. (2022). *Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management (Eight Edition ed.)*. Chennai-Delhi: PEARSON. Obtenido de
https://www.researchgate.net/publication/366175716_Soil_Fertility_and_Fertilizers_by_John_L_Havlin_z-liborg
- Hurtado, G. Y. H., y García Carrasco, E. (2023). Efecto de los Fertilizantes Superfosfato Triple de Calcio, Nitrato de Amonio y Nitrato de Potasio en la Producción de Plantones de Eucalipto Arcoíris (*Eucalyptus Deglupta* Blume) en el Distrito de Huarango, Región Cajamarca, [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén] Repositorio Institucional - UNJ. <http://repositorio.unj.edu.pe/jspui/handle/UNJ/555>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2020). Informe anual de producción agrícola en el Perú 2020. INEI.
- ITIS. (2020). Integrated Taxonomic Information System (ITIS), *Annona muricata* L. GBIF. Obtenido de <https://www.gbif.org/dataset/9ca92552-f23a-41a8-a140-01abaa31c931/taxon/18098>
- Johnson, M. H., & Murray, J. R. (2003). *Fruits of Warm Climates*. Creative Resources. – Aquí se pueden encontrar detalles sobre el cultivo de frutales tropicales, como la guanábana.
- Krüger G., G., & Meurer, E. (2009). Frações de fósforo no solo e sua relação com a absorção pelas plantas de arroz irrigado por alagamento em solos do Rio Grande Do Sul. Brasil: RBCS Journal. Obtenido de https://www.rbcsjournal.org/wp-content/uploads/articles_xml/0100-0683-rbcs-S0100-06832009000200013/0100-0683-rbcs-S0100-06832009000200013.pdf
- Leiva G., S., Gayoso B., G., & Chang C., L. (2018). *Annona muricata* L. "guanábana"

- (Annonaceae), una fruta utilizada como alimento en el Perú prehispánico. Trujillo-Perú: Arnaldoa. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v25n1/a08v25n1.pdf>
- Lizano S., J. R. (1991). Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica. San José, Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería. Obtenido de <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-0658.pdf>
- Loor V., E. E. (2011). Influencia de las fases lunares en la propagación de plantas de guanábana (*Annona muricata* L.) por método asexual. Quevedo-Ecuador: Repositorio UTEQ. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/fc78a97d-f73d-463f-804c-80a286afed6c>
- Lugo, S. M., Ramírez, R., y Entrena, I. (2009). Roca fosfórica y superfosfato triple como fuentes de fósforo para Centrosema en un suelo ácido. *Zootecnia Tropical*, 27(4), 443 - 456. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692009000400010
- Marín, N., Plaza, G., y Rojas, J. (2008). Evaluación técnica y económica de alternativas de fertilización y enmiendas en tabaco Virginia (*Nicotiana tabacum*) en la región García Rovira, Santander (Colombia). *Agronomía Colombiana*, 26(3), 505 - 516. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012099652008000300016&script=sci_arttext
- Marques, D. C. da S., Okumura, R. S., Saldanha, E. C. M., Mariano, D. de C., Oliveira Neto, C. F. de, Viégas, I. de J. M., y Cruz Filho, D. (2020). A Kieserita melhora a fertilidade e nutrição de plantas em laranjeiras. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, 11(1), 8 – 12. <http://repositorio.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/1066>
- Martínez, L. (2008). Cultivo y manejo de frutales tropicales. Universidad Nacional Agraria La Molina. – Este libro ofrece una descripción detallada de diversos cultivos tropicales, incluyendo la guanábana.
- Mendoza M., O., Palacios D., A., Salinas M., H., Sarmiento V., K., & Paucar M., L. M. (2022). Guanábana (*Annona muricata* L.): Origen, características, cosecha, Postcosecha, actividad antioxidante, actividad antiinflamatoria y beneficios para la salud. Ancash-Perú: Agroindustrial Science. Obtenido de <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/view/4374>
- Miranda L., D. (1995). Manejo Agronómico del cultivo de Guanábana. Colombia: Repositorio Agrosavia. Obtenido de <https://repository.agrosavia.co/server/api/core/bitstreams/6f2831f9-d95e-4d98-b6af-ea6dd984c792/content>

- Miranda L., D., Barragán Q., E., & Barreto O., J. D. (2003). Aspectos ecofisiológicos del cultivo de la guanábana. Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - CORPOICA. Obtenido de <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/1591>
- Morton, J. F. (1987). Fruits of Warm Climates. (F. d. cálidos, Trad.) Miami-Florida: Creative Resource Systems, Inc. Obtenido de <https://www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/index.html>
- Mullins, G. (2009). Phosforus in Agricultural Soils. Phosphorus, Agriculture & the Environment. Obtenido de <https://efotg.sc.egov.usda.gov/references/public/va/PhosphorousAgEnv.pdf>
- Novoa H., F. V. (1972). Eficiencia de cinco fuentes de fertilización fosfatada en suelos de diferente capacidad de fijación de fósforo. INIAP- Estación Experimental Santa Catalina. Obtenido de <https://www.sidalc.net/search/Record/dig-iniap-41000-650/Description>
- Orellana, J. A., Aguirre, L., & Flores, E. R. (2023). Efecto de la fertilización fosfatada y densidad de siembra de trébol blanco en al relación gramínea-leguminosa en un pajonal de Puna húmeda. Lima-Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162023000200105
- Pérez G., M. (2022). Evaluación de abonos orgánicos en plántulas de guanábana (*Annona muricata* L.) instaladas en vivero, en el distrito de Yurimaguas, Region Loreto. Tarapoto-Perú: Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto. Obtenido de <https://tesis.unsm.edu.pe/bitstream/11458/5166/1/TESIS%20-%20Mois%C3%A9s%20P%C3%A9rez%20Gallardo.pdf>
- Perez A., G., Tucuch P., M., Hernandez P., A., Valdez A., L., García S., J., & Alvarado C., D. (2017). Aplicaciones de aluminio mantienen el crecimiento de fresa (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) suplementada con roca fosfórica en condiciones de cultivo sin suelo. Mexico: Terra Latinoamericana. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792017000300193
- Pérez, J. (2008). Frutales tropicales: fisiología y producción. Universidad Nacional Agraria La Molina. – Este libro abarca la fisiología y manejo de frutales tropicales, incluyendo la guanábana, con detalles sobre sus frutos y semillas.
- Pérez O., V. R. (2018). Efecto de diferentes concentraciones de Ácido Indolbutírico (AIB) en

- el enraizamiento de estaquillas de *Annona muricata* "Guanabana" en el vivero de la UNIA. Yarinacocha-Perú: Repositorio UNIA. Obtenido de <https://api-repositorio.unia.edu.pe/server/api/core/bitstreams/97ae96ba-448d-44e4-85fd-4116b3fb04c4/content>
- Rahman, Z. A. (2010). El papel del fósforo en el desarrollo sostenible de la palma de aceite (*Elaeis Guineensis*, Jacq,) Producción en suelos tropicales. Malaysia: University Putra Malaysia. Obtenido de <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1526>
- Ramírez, F. (2005). Frutales tropicales y subtropicales: manejo y producción. Universidad Nacional Agraria La Molina. – Un libro que aborda el cultivo de frutales tropicales, incluyendo la guanábana, con especial enfoque en sus procesos reproductivos y polinización.
- Richter, D. D., Lee A., H., Jianwei, L., Daniel, M., & Raikes, J. (2006). Bioavailability of slowly cycling soil phosphorus: major restructuring of soil P fractions over four decades in an aggrandizing forest. *Oecología*, 259-271. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s00442-006-0510-4>
- Ricse, G. E. R. (2018). Efecto de enmiendas en un suelo ácido con cultivo de *Phaseolus vulgaris* L., variedad norteño - Satipo. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio institucional UNCP. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/4880>
- Roghothama, R. (1999). Phosphate Acquisition. *Annual Review Of Plant Biology*, 50, 665-693. Obtenido de <https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev.arplant.50.1.665>
- Rodríguez, G. (2005). Cultivos tropicales en el Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. – Este libro ofrece información detallada sobre los principales cultivos tropicales en Perú, incluyendo la guanábana.
- Rodríguez, O. J. C., Alcalá, J. J. A., Hernández, M. A., Rodríguez, F. H., Ruiz, E. F. H., García, H. J. L., y Díaz, F. P. E. (2014). Elementos traza en fertilizantes y abonos utilizados en agricultura orgánica y convencional. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 5(4), 695 - 701. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342014000400013&script=sci_arttext
- Rojas W., C. (s.f.). Disponibilidad del Fósforo y su Corrección. Perú: INIA. Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/a6ad6d00-20a3-4f67-b7db-0d038b94c100/content#:~:text=L%C3%A1bil%3A%20Disponibilidad%20en%20que>

%20se,en%20una%20temporada%20de%20cultivo.

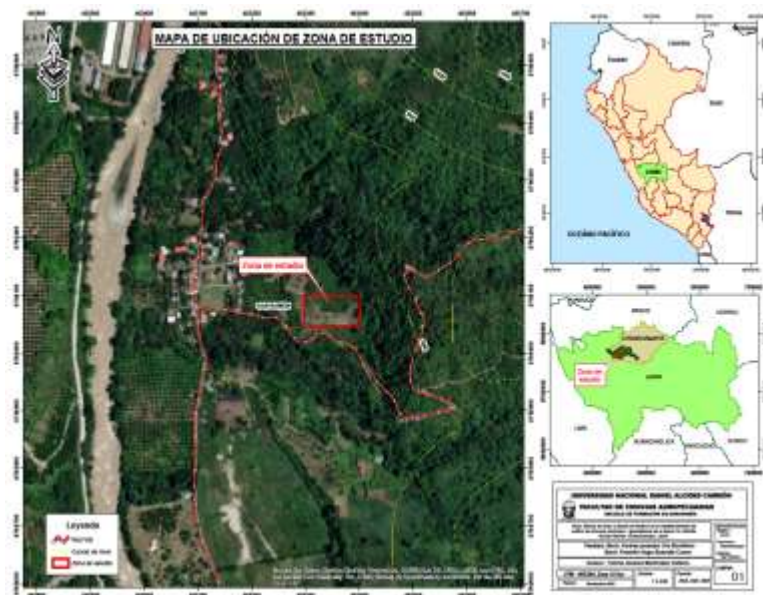
- Sadeghian, S., y Orrego, H. D. (2019). Fertilizantes minerales para café en Colombia Consideraciones técnicas. *Avances Técnicos Cenicafé* 466(2), 1 - 8. <https://doi.org/10.38141/10779/0503>
- Salvador M., L. S. (2016). Fuentes de Fósforo con Promotores de Crecimiento (PGPR) en cultivo de Maíz Chipo (*Zea mays* L., var. *amylacea* Sturtev.). San Lorenzo, Paraguay: Repositorio Conacyt. Obtenido de <https://repositorio.conacyt.gov.py/bitstream/handle/20.500.14066/4124/14-inv-130-tesis-SamuelS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sami, F. O., Quintero, J., y Santos, R. L. (1980). Comportamiento del fósforo aplicado al suelo a partir de roca fosfórica y superfosfato triple en dos suelos colombianos. I Disponibilidad de absorción por la planta. *Revista Colombiana de Química*, 10(1), 21 – 32. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rcolquim/article/view/10465>
- Samuelson, P., & Nordhaus, W. (2010). Economía con aplicaciones a Latinoamérica (19.^a ed.). Mexico: McGraw-Hill Interamericana. Obtenido de <https://www.cadep.org.py/uploads/2018/01/economia-con-aplicaciones-a-latinoamerica.pdf>
- Sánchez, Y. C. O., Acosta, C. R., y Suárez, L. R. (2017). Determinación de las condiciones óptimas para la obtención de un fertilizante fosfatado a partir de la roca fosfórica cubana. *Ingeniería y Competitividad*, 19(2), 131 – 142. https://revistaingenieria.univalle.edu.co/index.php/ingenieria_y_competitividad/article/view/5300/7610
- Sánchez E., J. A. (2017). Manual para la producción de un Café de Calidad. La Merced, Chanchamayo: Grupo Gráfico Lesren.
- Santinato, R., Santinato, F., Eckhardt, C. F., Silva, L. J., Oliveira, F. M., y Gonçalves, V. A. (2017). Ácido bórico, ulexita e boromag aplicado via solo na nutrição do cafeeiro. *Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras*. <http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/9370>
- SEPHU. (2010). Cultivo de guanábana. Zaragoza-España: Sociedad Española de Productos Húmicos (SEPHU). Obtenido de https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/81972/046---11.05.10---Cultivo-de-la-Guana--769-bana.pdf
- Silvera P., C. C. (2017). Cepas solubilizadoras del fósforo en el desarrollo de frijol caraota (*Phaseolus vulgaris* L.). Lima-Perú: Repositorio Universidad Nacional Agraria La

- Molina. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2924>
- Smith, N. J. H., Williams, J. T., Plucknett, D. L., & Talbot, J. P. (1995). *Tropical Forests and Their Crops*. Cornell University Press. – Esta obra ofrece información sobre el origen y distribución de cultivos tropicales, incluida la guanábana.
- Soplín T., H. (2015). Propagación botánica de *Annona muricata* L. guanábana bajo cuatro sustratos en Iquitos - Perú. Iquitos: Alicia. Obtenido de <https://api-repositorio.unapiquitos.edu.pe/server/api/core/bitstreams/509211b0-cb37-4312-9548-8628c59119ae/content>
- Takahashi, T., & Dahlgren, R. A. (2016). Nature, properties and function of aluminum–humus complexes in volcanic soils. *Geoderma*, 110-121. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0016706115300641>
- Torrente T., A. (2014). Efecto de la roca fosfórica parcialmente acidulada y calcinada en la producción de maíz. Colombia: Revista colombiana de investigaciones agroindustriales. Obtenido de <https://revistas.sena.edu.co/index.php/recia/article/view/115>
- Trujillo, A. T., Gómez, V. H. P., Herrera, C. H. B., y Cárdenas, E. M. (2015). Procesos de acidulación parcial y calcinación de la roca fosfórica del Huila para nuevos productos fertilizantes. *Revista Agropecuaria y Agroindustrial La Angostura*, 2(2), 37 - 44. <http://revistas.sena.edu.co/index.php/raaa/article/view/199/0>
- Vance, C. P., Uhde S., C., & Allan, D. L. (2003). Phosphorus acquisition and use: critical adaptations by plants for securing a nonrenewable resource. *New Phytologist*, 423-447. Obtenido de <https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1469-8137.2003.00695.x>
- Vásquez, S., & Morales, L. (2000). Adsorción de fósforo por suelos ácidos de Misiones (Argentina). *Ciencia del suelo*, 18(2), 89-94. Obtenido de https://www.suelos.org.ar/publicaciones/vol_18n2/Vol%2018%20N%BA%202%20PDF%20ORIGINAL%20CON%20PROBLEMAS.PDF#page=17
- Villacreses A., J. L. (2003). Proyecto para el cultivo y la exportación de pulpa de guanábana. Guayaquil-Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/55660/1/D-32623%20Villacreses.pdf>
- Wesley I., D. (1987). Investigation oh the Role of Phosphorus un Symbiotic Dinitrogen Fixation. (I. d. dinitrógeno, Trad.) *Plant Physiology*, 84, 835-840. Obtenido de <https://academic.oup.com/plphys/article/84/3/835/6082501>

Yara International. (2016). YaraMila™ complex fertilizers. Yara International ASA. Obtenido de <https://www.yara.com.pe/nutricion-vegetal/productos/yaramila/yaramila-complex/>

ANEXOS

ANEXO A. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA EXPERIMENTAL



ANEXO B. PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS EN VIVERO

Figura 14. Selección de frutos maduros y extracción de semillas



Figura 15. Preparación de semillas para germinación



Figura 16. Proceso de germinación en cama germinadora



Figura 17. Repique de plántulas a bolsas de vivero



Figura 18. Producción de plantones adicionales para reposición



ANEXO C. ELABORACIÓN DEL SUSTRATO Y EMBOLSADO

Figura 19. Mezcla de sustrato utilizado en vivero



Figura 20. Proceso de llenado de bolsas



Figura 21. Acondicionamiento de bolsas de vivero



ANEXO D. ANALISIS FISICO-QUIMICO DEL SUELO



INFORME DE ENSAYO LABSAF PICHANAKI 020061-26/SU/PI

I. INFORMACIÓN GENERAL

Ciente	: UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
Propietario / Productor	: ANDREA JOSSELYN ORE BONIFACIO
Dirección del cliente	: 0
Solicitado por	: ANDREA JOSSELYN ORE BONIFACIO
Muestreado por	: Cliente
Referencia del muestreo	: Reservado por el cliente
Procedencia de muestra(s) (****)	: JUNIN / CHANCHAMAYO / SAN RAMON / ANEXO 14/ ANEXO 14 /
Fecha(s) de muestreo (****)	: 2025-12-06
Fecha de recepción de muestra(s)	: 2026-01-26
Lugar de ensayo	: LABSAF PICHANAKI
Fecha(s) de análisis	: Del 2026-01-26 al 2026-02-16
Cotización del servicio	: 006-26-PI
Fecha de emisión	: 2026-02-16

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio	SU0061-PI-26	-	-	-	-	-
Matriz Analizada	SUELO	-	-	-	-	-
Fecha de Muestreo (****)	2025-12-06	-	-	-	-	-
Hora de inicio de Muestreo (h) (****)	11:53	-	-	-	-	-
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente (****)	0	-	-	-	-	-
Ensayo	Unidad	LC	Resultados			
pH (**)	unid. pH	0,10	5,5	-	-	-
Conductividad eléctrica (**)	dS/m	-	0,1	-	-	-
Materia Orgánica (**)	%	0,2	1,8	-	-	-
Nitrógeno Total	%	-	0,2	-	-	-
Fósforo Disponible	mg/kg	-	6,6	-	-	-
Potasio Disponible (**)	mg/kg	-	66,0	-	-	-
Carbonato De Calcio Equivalente (**)	%	1,1	0,0	-	-	-
CIC (**)	cmol (+)/Kg	-	3,5	-	-	-
Calcio Intercambiable (**)	cmol (+)/Kg	0,20	2,2	-	-	-
Magnesio Intercambiable (**)	cmol (+)/Kg	0,20	1,1	-	-	-
Potasio Intercambiable (**)	cmol (+)/Kg	0,20	0,3	-	-	-
Sodio Intercambiable (**)	cmol (+)/Kg	0,20	0,0	-	-	-
Acidez Intercambiable (**)	cmol (+)/Kg	0,7	0,0	-	-	-
Aluminio Intercambiable (**)	cmol (+)/Kg	0,7	0,0	-	-	-
ClCe (**)	cmol (+)/Kg	-	-	-	-	-
% Base Cambiable (**)	%	-	100,0	-	-	-
% Acidez Cambiable (**)	%	-	0,0	-	-	-
% Sat Al (**)	%	-	0,0	-	-	-
Textura						
Arena. (**)	%	-	52,2	-	-	-
Limo. (**)	%	-	25,0	-	-	-
Arilla. (**)	%	-	22,8	-	-	-
Clase Textural	-	-	Franco Arcillo Arenoso	-	-	-



Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Follares
Acreditado con la Norma
NTP-ISO/IEC 17025:2017
LABSAF PICHANAKI

Dirección: Carretera marginal km 74 Pichanaki-Satipo
Email: labsafpichanski@inia.gob.pe

F-46 / Vers:06
www.inia.gob.pe



Instituto Nacional de Innovación Agraria

INFORME DE ENSAYO LABSAF PICHANAKI 020061-26/SU/PI

III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA Method 9045 D Rev. 4 2004 Soil and waste pH.
Conductividad	ISO 11265:1994 / Cor 1:1996 1994 Soil quality -- Determination of the specific electrical conductivity
Materia Orgánica	NOM-021-RECNAT-2000, 2da Sección, 2002, ítem 7.1.7 AS-07 2002 Determinación de Materia Orgánica (AS-07 Walkley and Black)
Fósforo Disponible (Olsen modificado)	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, Segunda Sección (31 de Diciembre 2002), ítem 7.1.10, AS-10 2002 Determinación de fósforo aprovechable para suelos neutros y alcalinos (AS-10 Método de Olsen y colaboradores), modificado.
Potasio Disponible	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, Segunda Sección (31 de Diciembre 2002), ítem 7.1.12, AS-12 2002 Determinación de la capacidad de intercambio catiónico y bases intercambiables del suelo (AS-12 Método de acetato de amonio para potasio - modificado)
Carbonato De Calcio Equivalente	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, Segunda Sección (31 de Diciembre 2002), ítem 7.3.25, AS-25 2002 Determinación de los carbonatos de calcio equivalente (AS-25 Método de neutralización ácida).
Calcio Intercambiable	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, Segunda Sección (31 de Diciembre 2002), ítem 7.1.12, AS-12 2002 Determinación de la capacidad de intercambio catiónico y bases intercambiables del suelo (AS-12 Método de acetato de amonio para calcio intercambiable)
Magnesio Intercambiable	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, Segunda Sección (31 de Diciembre 2002), ítem 7.1.12, AS-12 2002 Determinación de la capacidad de intercambio catiónico y bases intercambiables del suelo (AS-12 Método de acetato de amonio para magnesio intercambiable)
Potasio Intercambiable	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, Segunda Sección (31 de Diciembre 2002), ítem 7.1.12, AS-12 2002 Determinación de la capacidad de intercambio catiónico y bases intercambiables del suelo (AS-12 Método de acetato de amonio para potasio intercambiable)
Sodio Intercambiable	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, Segunda Sección (31 de Diciembre 2002), ítem 7.1.12, AS-12 2002 Determinación de la capacidad de intercambio catiónico y bases intercambiables del suelo (AS-12 Método de acetato de amonio para sodio intercambiable)
Acidez y Aluminio Intercambiable	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, Segunda Sección (31 de Diciembre 2002), ítem 7.3.28, AS-33 2002 Determinación de Acidez y Aluminio Intercambiable (AS-33 método de Cloruro de Potasio).
Nitrógeno	Nitrógeno total kjeldahl
Textura	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, Segunda Sección (31 de Diciembre 2002), ítem 7.1.9, AS-09 2002 Determinación de la textura del suelo (AS-09 Método de Bouyoucos).

IV. CONSIDERACIONES

- Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
- Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente.
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
- Medición de pH realizada a 25 °C.
- Medición de Conductividad Eléctrica realizada a 25 °C.

V. AUTORIZACIÓN DEL INFORME DE ENSAYO

- El presente Informe de ensayo ha sido autorizado por: Elvis Otis Díaz - Responsable del laboratorio del LABSAF - PICHANAKI

INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA
ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE SUELOS Y AGUAS
PICHANAKI
CALLE 100 N° 1000, P.O. BOX 1000, CHICLA
REGIONALIDAD DE MAGDALENA DEL SUR (IN PACHA)

Firma

FIN DE INFORME DE ENSAYO



Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Follares
Acreditado con la Norma
NTP-ISO/IEC 17025:2017
LABSAF PICHANAKI

Dirección: Carretera marginal km 74 Pichanaki-Satipo
Email: labsafpichanaki@inia.gob.pe

ANEXO E. PREPARACIÓN E INSTALACIÓN DEL EXPERIMENTO

Figura 22. Limpieza y acondicionamiento del terreno



Figura 23. Demarcación del área experimental



Figura 24. Elaboración de hoyos de 30 x 30 x 30 cm



Figura 25. Elaboración de terrazas para evitar encharcamiento



Figura 26. Trasplante de plántulas al campo definitivo



Figura 27. Aplicación de tratamientos fosfatados



ANEXO F. MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO

Figura 28. Colocación de mulch



Figura 29. Limpieza de parcela



Figura 30. Reposición de plantas perdidas



Figura 31. Monitoreo fitosanitario y control



ANEXO G. EVALUACIÓN DE VARIABLES BIOMÉTRICAS Y FISIOLÓGICAS

Figura 32. Evaluación para altura de planta



Figura 33. Medición de diámetro de tallo



Figura 34. Conteo de hojas



Figura 35. Evaluación SPAD mediante PhotosynQ



Figura 36. Análisis foliar con software Imagen J



ANEXO H. EVALUACIÓN DEL SISTEMA RADICULAR Y BIOMASA

Figura 37. Determinación del volumen radicular mediante desplazamiento de agua



Figura 38. Evaluación de peso fresco



Figura 39. Secado de muestras en estufa



Figura 40. Evaluación de peso seco



ANEXO I. DETERMINACIÓN DEL FÓSFORO

Figura 41. Maestro de suelo a 30cm de profundidad



ANEXO J. RESULTADOS DEL ANÁLISIS FINAL DE FÓSFORO DISPONIBLE EN EL SUELO DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN DEL EXPERIMENTO



INFORME DE ENSAYO LABSAF SANTA ANA N° 050046-26NA / AB / SA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
 Propietario / Productor : ANDREA DRE BONIFACIO
 Dirección del cliente : LA MERCEZ
 Solicitado por : ANDREA DRE BONIFACIO
 Muestreado por : CLIENTE
 Referencia del muestra : Reservada por el cliente
 Procedencia de muestra(s) (***) : SAN RAMON-CHANCHAMAYO-JUNIN
 Fecha(s) de muestreo (***) : 2026-05-02
 Fecha de recepción de muestra(s) : 2026-05-08
 Lugar de ensayo : LABSAF SANTA ANA
 Fecha(s) de análisis : Del 2026-05-26 al 2026-05-28
 Colización del servicio : 146-26-SA

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio	AB0535-SA-26	AB0536-SA-26	AB0537-SA-26	AB0538-SA-26	AB0539-SA-26	AB0540-SA-26
Matriz Analizada	Abonos	Abonos	Abonos	Abonos	Abonos	Abonos
Fecha de Muestreo (***)	2026-05-02	2026-05-02	2026-05-02	2026-05-02	2026-05-02	2026-05-02
Hora de Inicio de Muestreo (H) (***)	10:00	10:00	10:00	10:00	10:00	10:00
Código/identificación de la Muestra por el Cliente (***)	TRATAMIENT O 01	TRATAMIENT O 02	TRATAMIENT O 03	TRATAMIENT O 04	TRATAMIENT O 05	TRATAMIENT O 06
Ensayo	Unidad	LC	Resultados			
pH	unif. pH	-	6.40	6.90	6.70	6.10
Fósforo Disponible (Olsen)	mg/kg	-	8.68	9.26	-	14.08
Fósforo Disponible (Bry)	mg/kg	-	34.33	67.69	-	-



INFORME DE ENSAYO
LABSAF SANTA ANA
N° 050046-26NA / AB / SA

III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
Ph	EPA Method 9045 B Rev. 4 2004 Soil and waste pH.
Fósforo Disponible (Olsen)	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Item 7.1.10, AS-10 2002 Determinación de fósforo aprovechable para suelos neutros y alcalinos (AS-10 Método de Olsen y colaboradores).
Fósforo Disponible (Bray y Kurtz)	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Item 7.1.10, AS-11 2002 Determinación de fósforo extraíble en suelos neutros y ácidos (AS 11 Método de Bray y Kurtz).

IV. CONSIDERACIONES

- Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
- Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente.
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
- Medición de pH realizada a 25°C.
- Medición de Conductividad Eléctrica realizada a 25 °C.

(***) Este dato ha sido proporcionado por el cliente, por lo que el laboratorio no es responsable de dicha información.

V. AUTORIZACIÓN DEL INFORME DE ENSAYO

- El presente Informe de ensayo ha sido autorizado por: Ing Lidiana Alejandra Méndez - Responsable de Laboratorio del LABSAF - SANTA ANA.

LABORATORIOS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES



Formado digitalmente por:
ALEJANDRO MENDOZA Lidiana Rene TAU
2013130964-001
Módulo: Soy el autor del documento
Fecha: 28/05/2025 10:28:52-0500

Firma

FIN DE INFORME DE ENSAYO

INFORME DE ENSAYO

LABSAF SANTA ANA

N° 050047-26NA / AB / SA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente	: UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
Propietario / Productor	: ANDREA ORE BONIFACIO
Dirección del cliente	: LA MERCED
Solicitado por	: ANDREA ORE BONIFACIO
Muestreado por	: CLIENTE
Referencia del muestreo	: Reservado por el cliente
Procedencia de muestra(s) (***)	: SAN RAMON-CHANCHAMAYO-JUNIN
Fecha(s) de muestreo (***)	: 2026-05-02
Fecha de recepción de muestra(s)	: 2026-05-08
Lugar de ensayo	: LABSAF SANTA ANA
Fecha(s) de análisis	: Del 2026-05-26 al 2026-05-28
Cotización del servicio	: 146-26-SA

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio	AB0541-SA-26	AB0542-SA-26	AB0543-SA-26	AB0544-SA-26	-	-
Matriz Analizada	Abonos	Abonos	Abonos	Abonos	-	-
Fecha de Muestreo (***)	2026-05-02	2026-05-02	2026-05-02	2026-05-02	-	-
Hora de Inicio de Muestreo (h) (***)	10:00	10:00	10:00	10:00	-	-
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente (***)	TRATAMIENT O 07	TRATAMIENT O 08	TRATAMIENT O 09	TRATAMIENT O 10	-	-
Ensayo	Unidad	LC	Resultados			
pH	und. pH	-	6.50	6.20	6.60	5.70
Fósforo Disponible (Olsen)	mg/kg	-	30.43	-	44	-
Fósforo Disponible (Bayer/Kjeld)	mg/kg	-	90.05	-	129.37	-

INFORME DE ENSAYO
LABSAF SANTA ANA
N° 050047-26NA / AB / SA

III. METODOLOGIA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA Method 9045 D Rev. 4 2004 Soil and waste pH.
Fósforo Disponible (Olsen)	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Item 7.1.10, AS-10 2002 Determinación de fósforo aprovechable para suelos neutros y alcalinos (AS-10 Método de Olsen y colaboradores).
Fósforo Disponible (Bray y Kurtz)	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). Item 7.1.10, AS-11 2002 Determinación de fósforo extraíble en suelos neutros y ácidos (AS 11 Método de Bray y Kurtz).

IV. CONSIDERACIONES

- Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
- Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente.
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
- Medición de pH realizada a 25 °C.
- Medición de Conductividad Eléctrica realizada a 25 °C.

(***) Este dato ha sido proporcionado por el cliente, por lo que el laboratorio no es responsable de dicha información.

V. AUTORIZACIÓN DEL INFORME DE ENSAYO

- El presente Informe de ensayo ha sido autorizado por: Ing Lidiana Alejandra Méndez - Responsable de Laboratorio del LABSAF - SANTA ANA

LABORATORIOS DE SUELOS, AGUAS Y FOLIARES



REPÚBLICA
DEL PERÚ
Firma Digital

Firmado digitalmente por:
ALEJANDRO MENDEZ Lidiana Rene FALU
20131365994 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 28/05/2016 10:29:55-0500

Firma

FIN DE INFORME DE ENSAYO

ANEXO K. COSTOS DE PRODUCCIÓN Y ANÁLISIS DE RENTABILIDAD

Tabla 24. Ficha de evaluación a los 30 días

TRATAMIENTO	REPETICIÓN	ALTURA DE PLANTA	DIAMETRO DE TALLO	NÚMERO DE HOJAS	FECHA DE EVALUACIÓN 30 DÍAS												FOTOGRAFÍAS	VOLUMEN DE RAÍZ	ÁREA FOLIAR
					PESO FRESCO				PESO SECO				TOTAL						
					HOGA	RAÍZ	TALLO	TOTAL	HOGA	RAÍZ	TALLO	TOTAL	HOGA	RAÍZ	TALLO	TOTAL			
T1	1	66	9.63	44	12.14	12.06	23.78	47.98	3.82	3.86	7.16	14.84				38.294	20	392.73	
T1	2	52	7.41	26	3.21	9.21	13.38	30	3.48	3.22	3.33	8.63				40.271	12	214.03	
T1	6	58	8.32	33	8.63	10.63	19.68	38.99	2.63	3.34	5.24	11.43				39.283	18	303.38	
T1	11	66	11.51	72	34.98	73.7	65.18	173.86	11.25	23.04	22.38	56.67				45.483	70	804.89	
T1	16	112	13.71	36	36.31	60.65	83.13	180.09	11.06	21.61	27.33	60.02				46.82	33	1419.33	
T1	12	96	15.61	34	35.645	67.175	74.135	176.975	11.155	22.335	24.865	58.345				46.152	62.5	1112.18	
T1	18	100	13.88	69	34.38	57.95	107.25	199.58	0.25	12.63	31.73	44.63				41.86	30	55.61	
T1	23	58	13.39	34	22.47	31.02	41.64	95.13	7.22	10.48	13.66	31.36				43.341	12	770.41	
T1	28	76.6	13.64	62	28.425	44.473	74.445	147.345	3.733	11.565	22.695	37.995				42.708	31	412.01	
T2	2	85	15.53	40	34.37	49.06	73.67	157.1	13.05	13.44	28.69	57.18				53.348	60	836.93	
T2	7	106	14.82	73	33.21	41.75	83.42	158.38	10.4	13.23	31.13	54.81				54.283	49	746.99	
T2	8	96	15.18	57	33.79	43.405	78.545	157.74	11.225	13.36	20.91	56.995				53.816	50	801.91	
T2	14	84	13.18	36	12.8	38.03	39.13	88	3.54	12.1	13.47	29.11				39.923	30	845.02	
T2	17	96	12.17	34	23.27	33.85	40.35	99.47	8.1	12.24	13.5	34.04				38.341	33	979.34	
T2	16	88.6	12.68	35	19.053	34.95	39.75	93.753	3.92	12.17	13.485	31.573				39.233	32.5	912.18	
T2	25	93	17.53	37	30.83	116.87	74.52	222.22	4.48	36.24	27.58	68.3				40.692	100	879.49	
T2	26	62	10.16	48	10.14	27.48	22.36	60.02	3.45	6.77	7.2	17.42				27.462	21	982.65	
T2	24	76	13.85	43	28.505	72.175	46.44	141.12	3.985	21.560	17.39	42.86				34.116	60.5	611.07	
T3	5	67	10.36	40	14.69	21.72	23.32	59.73	5	7.4	7.8	20.2				43.603	20	420.73	
T3	7	78	11.65	51	17.13	25	37.42	79.55	3.45	8.23	13.64	27.32				47.247	23	399.31	
T3	2	72	11.01	46	15.91	23.36	30.37	69.64	5.223	7.815	10.72	23.76				43.423	22.5	410.02	
T3	12	79	10.76	89	28.65	41.81	41.9	112.36	6.91	13.47	13.69	36.31				46.014	31	863.40	
T3	15	90	13.8	36	23.19	49.54	40.34	113.07	6.91	13.25	15.67	37.83				46.2	45	1043.00	
T3	12	85.5	12.28	63	25.92	43.673	43.62	117.213	7.91	14.36	14.8	37.07				46.108	38	954.23	
T3	19	101	18.1	61	13.39	137.11	117.09	289.79	4.93	41.87	44.44	91.44				47.981	140	137.97	
T3	20	66	14.98	57	37.22	67.8	69.89	174.91	11.53	16.43	23.38	51.34				29.443	59	2140.44	
T3	27	82.5	16.54	59	26.405	112.455	93.49	232.35	8.23	28.13	34.02	71.39				38.713	93	1339.21	
T4	1	66	11.33	26	14.14	21.88	18.24	64.26	4.72	8.94	11.44	25.5				42.354		343.43	
T4	2	77	14.91	50	20.35	66.56	65.13	161.06	10.60	27.11	22.45	59.57				43.259	60	3712.44	
T4	7	71.5	13.12	38	21.745	44.22	48.695	112.66	7.363	18.023	17.143	42.333				42.889	40	2027.94	
T4	11	72	11.57	59	24.51	28.39	34.84	87.74	8.2	8.72	11.43	28.35				40.141	25	1011.19	
T4	17	91	13.29	60	16.13	57	48.86	121.99	5.14	16.25	17.96	39.45				42.343	40	714.14	
T4	18	83.5	12.43	60	20.12	42.695	41.85	104.665	6.67	12.485	14.245	33.4				41.491	32.5	982.67	
T4	19	91	15.33	85	35.23	66.3	76.38	206.91	17.95	21.37	27.16	66.98				48.381	59	130.68	
T4	21	110	16.77	77	42.63	89.1	92.03	223.76	13.43	26.2	32.26	71.91				49.528	70	897.23	
T4	22	93.5	16.15	81	48.93	79.2	84.205	212.335	13.7	24.033	29.71	69.443				48.937	60	888.96	
T4	23	91	13.34	41	32.37	31.72	77.27	141.36	11.64	10.51	27.78	49.93				41.239	30	888.38	
T4	2	66	13.27	73	34.87	30.6	48.48	113.23	12.04	11.13	16.71	39.9				41.328	30	3389.77	
T4	4	71.5	13.31	57	33.27	31.16	62.875	127.305	11.84	10.83	22.245	44.915				41.301	30	2139.07	
T4	11	112	15.67	41	24.35	40.84	48.75	113.94	1.39	14.04	18.21	46.71				47.551	35	692.72	
T5	18	81	12.61	58	17.49	28.71	43.83	92.05	4.98	10.67	14.78	30.43				43.064	25	441.20	
T5	16	97.5	14.14	50	20.92	34.775	47.3	102.995	6.685	12.353	16.33	35.57				46.311	30	568.46	
T5	24	94	9.3	49	12.41	24.5	19.78	56.69	3.77	4.73	5.18	13.66				43.726	20	648.29	
T5	27	84	9.83	46	8.13	24.43	17.64	50.4	2.38	5.77	3.46	13.61				43.632	12	237.61	
T5	20	80	9.48	48	10.27	24.563	18.71	53.543	3.085	5.23	5.52	13.633				43.679	16	442.93	
T6	1	49	10.26	23	5.31	13.74	20.41	41.46	1.67	6.92	5.35	13.94				53.382	10	297.29	
T6	6	76	11.14	63	17.27	22.68	37.85	77.2	5.95	7.1	13.4	26.45				52.147	15	282.08	
T6	7	62.5	10.7	43	11.29	18.91	29.13	59.35	3.81	7.01	9.373	20.195				52.765	12.5	217.61	
T6	12	87	14.1	47	40.53	82.69	70.37	193.59	14.68	27.86	26.69	69.23				43.394	70	868.52	
T6	17	100	15.39	34	37	80.45	84.3	201.93	2.61	25.88	30.37	58.26				42.785	80	282.24	
T6	14	98.5	15.1	41	38.763	81.57	77.435	197.77	8.345	26.87	28.33	63.743				43.69	75	573.38	
T6	22	123	17.44	11	12.4	85.02	75.42	172.84	1.7	21.45	22.37	45.52				51.604	70	287.66	
T6	23	66	8.71	63	10.51	16.04	20.1	47.09	3.13	4.15	5.9	13.2				47	10	2406.37	
T6	27	93.5	13.11	37	11.453	30.33	47.96	109.965	2.425	12.8	14.135	29.36				49.302	40	1547.02	
T7	8	89	13.29	34	19.99	39.23	39.83	119.69	6.29	13.02	20.84	39.95				45.521	40	692.82	
T7	9	94	13.6	27	26.9	43.2	33.88	123.98	9.97	15.49	21.9	47.36				44.22	40	540.09	
T7	4	91.5	14.45	31	23.443	41.225	56.865	121.535	8.13	14.253	21.27	43.633				44.871	40	616.41	
T7	17	130	17.14	46	34.67	47.38	95.46	177.71	11.99	15.17	36.05	63.21				52.446	40	435.40	
T7	20	80	14.77	34	42.84	71.43	60.94	175.19	13.19	26.42	22.13	63.74				50.411	59	1068.17	
T7	22	95	15.96	50	38.733	39.493	78.2	176.43	13.59	28.793	29.68	63.149				51.429	49.3	731.78	
T7	20	96	11.6	50	10.36	42.4	19.46	74.22	3.72	9.78	6.71	20.21				45.488	30	513.07	
T7	22	132	17.02	92	33.59	150	97.4	280.99	9.36	35.56	34.54	79.46				43.324	110	1096.66	
T7	26	84	14.31	71	22.973	96.2	58.43	177.605	6.54	22.67	20.625	49.835				44.406	70	804.86	
T8	1	89	16.3	48	39.75	77.19	72.81	189.73	13.94	26.34	27.94	68.22				40.813	60	820.89	
T8	6	78	13.52	62	23.78	37.95	63	124.73	7.61	12.07	24.31	44.19				59.146	30	3822.64	
T8	8	83.5	14.91	55	11.765	37.37	67.805	157.24	10.773	19.203	26.225	56.205				39.94	45		

Tabla 25. Ficha de evaluación a los 60 días

FICHA DE EVALUACIÓN 60 DÍAS																	
TRATAMIENTO	REPETICIÓN	ALTURA DE PLANTA	DIAMETRO DE TALLO	NÚMERO DE HOJAS	PESO FRESCO				PESO SECO				FOTOGRAFÍAS		VOLUMEN DE RAÍZ	ÁREA FOLIAR	
								TOTAL				TOTAL					
T2	7	80	16.62	72	38.9	48.1	68.32	145.32	9.56	19.2	28.32	57.3	61.125	45	1037.85		
T2	8	99	17.48	81	35.41	61.67	62.45	159.93	14.66	25.24	26.46	66.36	65.52	61	990.70		
T2	9	95	17.05	77	32.135	34.585	63.385	132.125	12.12	22.22	27.49	61.83	63.321	53	1024.27		
T2	10	100	19.52	69	54.4	145.18	109.44	309.02	19.92	61.69	33.36	134.97	52.782	133	1781.93		
T2	11	100	18.79	72	21.47	109.1	94.11	224.68	18.3	47.56	44.12	109.98	54.899	110	1430.30		
T2	12	100.5	19.06	71	37.933	127.14	101.775	266.83	19.11	34.625	48.34	122.475	53.8405	122.5	1606.12		
T2	13	95	14.94	86	26.87	33.9	55.69	116.46	9.64	14.57	24.47	48.61	63.173	80	832.52		
T2	14	106	19.69	83	24.74	83.5	118.25	226.29	13.66	37.48	50.13	105.27	65.586	90	1051.20		
T2	15	110.5	17.52	85	25.895	51.6	86.97	171.375	12.65	26.025	37.3	75.975	64.38	85	941.86		
T2	16	104	18.09	52	25.1	62.43	86	173.33	9.77	23.1	33.37	68.24	46.3716	60	1711.66		
T2	17	120	19.33	106	48.33	57.83	132.83	238.23	18.13	21.65	35.83	93.43	48.657	60	1913.06		
T2	18	116	18.71	79	36.715	59.73	100.423	205.87	13.95	22.375	45.51	81.835	47.5143	60	1812.16		
T2	19	80	19.04	92	32.92	81.15	63.72	178.19	23.93	15.63	8.93	48.49	53.656	70	1463.47		
T2	20	95	15.66	70	22.75	36.36	51.95	111.96	12.47	25.14	31.93	68.54	55.761	40	1932.32		
T2	21	85.5	17.35	81	27.835	58.955	57.835	144.625	18.2	26.383	20.43	59.015	54.7083	55	1698.69		
T2	22	109	13.92	69	37.51	55.23	63.37	146.59	10.5	11.07	21.5	43.07	57.447	30	1453.50		
T2	23	85	15.47	128	11.82	63.14	54.2	129.16	9.45	21.5	22.8	53.95	59.65	60	1215.54		
T2	24	97.5	15.7	99	34.665	44.175	59.035	137.875	10.015	16.283	22.13	44.51	58.349	45	1334.32		
T2	25	93	15.3	91	44.14	46.37	67.12	157.63	12.75	15.95	22.28	59.94	52.168	50	1365.96		
T2	26	120	17.36	85	20.81	60.65	93.85	175.31	6.81	22.5	38.04	67.35	54.287	60	319.57		
T2	27	106.5	16.33	88	32.475	35.31	80.483	166.47	9.78	19.225	30.16	59.165	53.2275	55	941.38		
T2	28	119	20.22	69	33.81	130.53	121.62	285.96	10.79	44.19	60.16	115.14	59.886	120	678.39		
T2	29	110	18.14	66	34.74	121	99.18	254.92	14.52	53.45	48.33	116.48	53	87.5	1292.62		
T2	30	117	114.5	19.18	68	34.275	125.765	110.4	270.44	12.655	48.82	54.335	115.83	51.943	103.75	1135.50	
T2	31	83	12.62	56	10.2	22.02	43.92	76.14	4.24	7.01	14.12	23.57	50.828	20	660.55		
T2	32	75	17.1	131	47.06	51.44	64.08	162.36	18.03	20.68	26.16	65.47	52.142	41	1362.70		
T2	33	79	14.86	94	28.63	36.83	53.99	119.45	11.335	13.845	20.44	45.42	51.485	30.5	1011.63		
T2	34	89	16.43	66	31.1	47.04	46.48	125.32	12.38	17.09	23.77	53.24	59.437	45	1292.62		
T2	35	0	75	17.81	64	21.52	68.7	63.97	152.19	16.24	26.09	24	68.33	43.87	60	568.09	
T2	36	82	17.12	65	26.66	57.47	54.225	133.755	14.51	21.59	23.885	59.785	42.6335	57	1050.36		
T2	37	99	19.84	53	37.4	61.7	105.75	204.83	18.1	32.67	40.27	100.64	49.576	60	1530.90		
T2	38	112	18.04	71	41	67.68	103.66	212.34	16.37	26.76	49.36	82.51	51.495	70	370.54		
T2	39	105.5	18.94	62	30.2	64.69	104.705	208.595	17.535	29.725	49.315	66.575	50.5335	65	1200.72		
T2	40	117	16.87	83	20	54.34	104.51	178.83	23.81	44.66	41.84	112.31	66.816	49	782.37		
T2	41	124	17.43	80	53.32	96	101.36	250.68	18.52	24.92	50.76	94.2	67.875	100	1526.37		
T2	42	120.5	17.13	82	36.66	75.87	102.933	214.765	22.165	34.79	48.3	103.233	67.346	74.5	4054.37		
T2	43	130	21.1	88	45.3	93.39	141.65	280.74	17.4	28.78	65.48	111.64	48.755	90	484.61		
T2	44	117	22.62	90	60	126.2	178.75	364.95	23.32	42.82	73.44	139.38	52.74	120	1270.03		
T2	45	8	123.5	21.86	89	52.65	109.995	160.2	322.845	28.36	33.8	69.45	125.61	103.75	177.31		
T2	46	125	19.57	71	56.59	76.36	128.23	261.18	23.9	32.07	50.29	106.26	49.999	60	1831.66		
T2	47	132	22.36	83	56.37	111.8	168.18	336.35	19.34	48.7	84.27	132.51	31.943	110	1749.03		
T2	48	128.5	20.97	77	56.48	94.08	143.205	298.765	21.72	40.385	67.28	129.385	50.971	87	1760.35		
T2	49	69	13.51	34	12.94	34.15	26.79	73.88	17.28	31.4	60.7	113.38	35.972	30	2623.78		
T2	50	123	18.7	113	46.52	77.5	127.27	251.29	5.29	12.63	16.74	34.66	57.884	49	836.11		
T2	51	96	16.01	74	29.73	55.825	77.03	162.385	11.285	23.015	31.72	73.02	56.928	59.5	1329.95		
T2	52	109	20.28	78	39.18	93	109.01	241.23	13.83	38	47.12	98.95	51.053	82	675.81		
T2	53	80	16.67	54	21.26	34.75	59.55	115.56	8.48	14.73	25.79	49	54	32	579.50		
T2	54	94.5	18.48	66	30.22	63.875	84.3	178.395	11.135	26.365	36.435	71.975	52.5265	62	627.66		
T2	55	127	19.51	110	62.2	100.98	110.98	212.18	25.41	35.23	44.34	105	55.748	100	1816.58		
T2	56	123	19.43	124	25.79	96.25	123.9	345.94	22.16	34.24	48.25	96.65	57.884	100	1205.34		
T2	57	125	19.37	118	13.005	98.615	117.44	229.06	23.783	34.745	42.295	100.825	56.916	100	1511.06		
T2	58	93	15.76	104	42.69	40.7	39.95	143.34	11.98	15.02	28.75	47.75	54.894	50	1906.52		
T2	59	115	17.91	94	30.96	77.3	61.75	170.03	12.8	23.9	27.78	69.42	80	1010.81			
T2	60	104	16.84	101	16.835	59	60.85	156.685	12.30	21.96	24.265	58.615	55.773	65	1488.67		
T2	61	100	17.52	39	25.75	59.34	68.95	132.44	12.98	26.33	29.84	69.55	47.871	50	1556.90		
T2	62	105	20	62	29.28	73.15	91.45	189.88	12.2	29.7	41.84	83.34	50	70	1315.67		
T2	63	102.5	18.76	51	26.515	66.445	80.2	173.16	12.50	28.215	35.64	76.445	48.9555	60	1436.28		
T2	64	114	20.39	44	46.67	65.25	129.71	243.03	18.51	26.66	43.86	109.00	57.489	60	1429.68		
T2	65	108	19.94	52	40.45	72.17	97.39	210.01	14.81	29.94	42.02	86.77	59.733	60	707.90		
T2	66	121	19.67	48	45.26	68.71	113.53	225.52	16.66	28.3	32.94	97.9	58.621	60	1098.79		
T2	67	120	18.19	137	17.71	106.4	87.12	213.23	12.89	49.58	48.77	103.24	58.354	80	1231.54		
T2	68	113	17.47	86	45	101	105.46	251.46	19.51	43.8	51.2	116.51	60.114	86	1012.95		
T2	69	116.5	17.85	112	31.355	104.7	96.29	252.345	16.2	47.89	45.985	109.875	59.234	83	1114.24		
T2	70	122	11.1	111	57.34	88	162.4	307.74	17.34	27.05	70.29	114.66	61.459	80	1561.29		
T2	71	118	21.22	86	43.4	77.54	131.14	232.08	16.69	29.63	63.3	109.62	63.141	75	391.71		
T2	72	130	16.51	102	50.37	82.77	146.77	279.91	17.015	28.33	66.795	112.14	62.3	77.5	976.56		
T2	73	104	17.47	56	37.5	87.58	87.8	212.88	13.41	45.11	66.46	124.98	67.14	39	1630.90		
T2	74	1															

Tabla 26. Ficha de evaluación a los 90 días

TRATAMIENTO	REPETICION	ALTURA DE PLANTA	DIAMETRO DE TALLO	NUMERO DE HOJAS	FOHIA DE EVALUACION 90 DIAS											FOTOSINTESIS	VOLUMEN DE RAIZ	AREA FOLIA
					PESO FRESCO				PESO SECO									
					HOJA	RAIZ	TALLO	TOTAL	HOJA	RAIZ	TALLO	TOTAL						
T1	4	104	20.56	86	31.2	58.4	79.1	168.7	11.42	19.86	31.74	63.02	62.82	58.00	1325.04			
T1	5	118	19.04	88	42.1	73.2	68.4	183.7	13.58	23.11	28.66	65.35	67.13	75.00	1288.47			
T1	3	111	19.80	87	36.65	65.8	73.75	176.2	12.5	21.483	30.2	64.185	64.975	66.50	1307.555			
T1	20	118	20.84	88	65.8	73.2	128.1	267.1	22.41	23.11	74.28	119.8	66.05	66.50	1347.02			
T1	15	121	20.12	87	29.7	57.4	117.4	204.5	11.48	19.86	61.27	92.61	65.52	70.75	1327.49			
T1	17	119.5	20.48	87	46.75	64.8	122.75	234.3	16.945	20.47	67.775	105.19	62.56	68.65	1337.655			
T1	23	112	20.91	87	20.1	42.6	71.4	134.1	7.84	17.21	33.94	58.99	63	69.68	1323.13			
T1	20	145	21.34	86	31.4	96.2	139.1	266.7	13.94	39.28	65.71	118.93	67.41	70.22	1329.88			
T1	27	121.5	21.13	88	23.75	49.4	105.25	200.4	10.89	21.245	49.825	81.96	65.295	68.96	1326.01			
T2	6	126	22.86	95	30.6	73.8	96.4	200.8	10.84	24.53	37.82	73.19	68.7	82.00	2348.60			
T2	9	149	21.08	86	57.9	49.2	149.8	276.9	19.97	22.8	54.74	97.51	61.28	88.00	2084.16			
T2	9	137.5	21.46	83	44.25	71.5	124.1	239.85	15.405	23.665	46.28	85.35	60.11	85.00	2367.09			
T2	15	98	20.47	89	39.1	96.8	79.6	215.5	13.18	37.11	33.85	84.14	60.69	92.00	246.36			
T2	30	111	19.70	85	27.8	43.2	68.7	139.7	10.74	18.96	29.84	59.54	61	80.00	2644.00			
T2	18	104.5	20.09	76	33.45	69	74.15	176.6	12.96	28	31.845	72.805	60.67	87.50	2329.61			
T2	22	129	17.64	87	69.8	73.8	74.1	217.7	25.42	24.53	34.85	84.8	60.32	73.00	2388.17			
T2	25	103	17.08	93	15.6	74.8	63.3	153.7	5.84	28.62	30.91	65.37	68.8	82.00	2351.53			
T2	27	116	17.38	99	42.7	53.1	67.7	163.5	15.63	20.69	32.88	69.2	60.84	77.50	2359.04			
T3	1	112	16.84	90	52.6	56.1	77.1	185.8	18.26	19.74	31.85	69.85	55.74	72.00	2344.38			
T3	6	141	16.93	88	27.4	74.9	107.2	209.5	9.64	28.32	44.28	82.24	54.36	84.00	1829.49			
T3	9	126.5	17.88	90	49	65.6	92.15	197.75	13.95	24.03	38.065	76.045	55.05	78.00	2646.935			
T3	10	141	21.84	86	42.8	56.3	139.8	238.7	16.48	19.74	72.91	109.13	53.92	82.00	1588.22			
T3	11	121	20.09	91	29.7	60.95	117.4	208.05	11.48	21.86	61.27	94.61	52.9	82.90	1788.7			
T3	18	131	20.97	89	36.15	62.07	128.6	226.82	13.98	20.39	67.09	101.46	52.96	83.75	2688.96			
T3	23	101	17.8	89	13.9	27.5	58.6	100	5.18	11.42	24.78	41.38	53.44	60.25	2790.72			
T3	21	94	18.92	89	55.1	63.2	76.9	195.2	20.74	26.41	38.55	85.7	54.18	68.00	1894.46			
T3	22	97.5	18.36	84	34.5	43.35	61.75	147.6	12.96	18.915	31.685	63.54	53.81	64.62	1382.6			
T4	2	108	18.21	82	38.2	56.1	57.1	152.1	13.92	20.48	22.61	57.01	68.46	82.00	2344.77			
T4	6	96	19.48	82	27.1	80.4	69.6	177.1	10.16	29.63	27.58	67.37	67.09	88.00	2346.52			
T4	8	102	18.82	81	32.65	68.25	63.7	164.6	12.04	25.055	25.095	62.19	68.45	85.50	2345.67			
T4	16	119	21.18	85	45.1	74.3	128.4	247.8	18.22	28.76	61.41	108.39	68.46	88.00	2348.27			
T4	12	131	19.76	88	49.6	11.1	130.3	261	19.84	31.47	63.2	114.51	67.78	90.50	2345.67			
T4	13	125	20.47	78	30.24	82	90.56	202.8	19.03	30.115	62.305	111.45	68.3	88.75	2347.02			
T4	26	138	18.94	89	24.8	63.7	128.4	216.9	9.88	25.94	38.82	94.64	69.82	72.00	2386.11			
T4	27	146	19.11	99	61.7	75	188.2	252.9	26.37	28.05	54.72	109.12	64.37	90.62	2346.62			
T4	24	142	18.88	91	43.25	87.75	123.3	254.3	18.125	33.775	56.77	116.67	67.695	80.32	2320.98			
T5	6	152	23.06	106	55.3	110.2	147.1	352.6	20.84	42.18	61.52	124.54	54.63	155.50	1900.63			
T5	3	139	24.43	108	71.8	147.4	200.2	419.4	28.42	56.74	78.25	163.41	56.18	165.00	1788.34			
T5	9	145.5	23.74	107	63.55	128.8	183.65	376	24.63	49.46	69.885	143.975	53.405	160.25	1895.805			
T5	13	149	21.09	104	68.4	128.9	149.1	346.4	25.33	53.1	72.76	151.19	56.42	140.50	1857.16			
T5	19	156	24.02	101	67.9	129.8	206.4	404.1	27.48	52.39	101.86	181.73	58.18	146.00	1827.75			
T5	17	152.5	22.56	106	68.15	109	177.75	334.9	26.405	43.25	87.31	156.965	57.3	215.00	1829.565			
T5	21	81	20.88	104	13.2	119.4	39.6	174.2	5.98	47.82	16.42	70.22	58.94	128.50	1795.95			
T5	26	143	20.61	106	55.8	138.6	168.3	362.7	27.24	49.99	103.44	180.67	57.42	122.00	1791.95			
T5	21	116.5	20.73	105	35.5	128.73	103.95	268.18	16.61	48.91	59.93	125.43	58.18	125.25	1800.94			
T6	3	132	22.14	94	47.2	109.6	123.1	279.9	17.74	41.06	49.52	108.32	58.44	138.00	2257.67			
T6	6	101	18.35	88	26.8	113.56	73.1	213.46	9.84	44.84	28.44	82.92	53.21	111.83	2146.99			
T6	8	116.5	20.25	81	37	115.54	96.1	230.64	13.79	49.32	38.98	102.09	55.825	124.82	2202.12			
T6	16	148	20.96	95	1.1	118.7	139.4	259.2	0.42	48.21	69.82	118.45	55	124.00	2368.75			
T6	18	144	21.13	94	33.4	112.9	131.8	278.1	13.88	46.94	74.11	134.93	59.63	132.00	2285.94			
T6	10	146	21.04	93	17.25	115.8	145.6	278.65	7.15	47.575	71.965	126.69	56.8	120.00	2227.245			
T6	26	111	17.34	87	49.1	114.15	88.4	251.65	22.36	44.45	41.92	108.91	58.77	129.00	2321.3			
T6	24	108	19.72	91	37.2	115.48	94.2	246.88	16.48	46.42	44.35	107.25	56.92	130.50	2234.86			
T6	23	109.5	18.53	99	43.15	114.82	91.3	249.27	19.42	43.33	43.135	105.885	57.843	129.75	2267.98			
T7	7	121	21.17	85	31.1	73.4	92	196.5	11.86	21.47	39.58	79.91	54.38	88.75	2105.73			
T7	2	128	20.48	87	37.2	88.9	116.1	242.2	14.73	35.26	50.82	100.83	59.62	96.00	2112.95			
T7	5	124.5	20.88	88	34.15	81.15	104.65	219.95	13.305	31.865	45.2	90.37	53.55	92.88	2169.32			
T7	16	158	22.08	81	56.2	77.8	157.9	291.9	22.76	31.48	78.66	132.9	57.6	94.00	2085.94			
T7	10	127	20.27	88	48.3	83.6	117.4	249.3	18.92	34.82	58.26	112	59.74	80.44	2102.83			
T7	13	142.5	21.17	85	32.25	80.7	137.65	270.6	20.84	33.15	68.46	122.45	58.67	93.75	2050.885			
T7	23	141	20.08	64	29.4	88.26	113.1	221.76	8.96	33.88	52.28	95.22	59.2	90.44	2092.46			
T7	19	135	22.11	66	61.2	92.4	165.3	318.9	24.93	34.72	63.66	123.31	57.4	92.58	2107.62			
T7	24	138	21.07	64	48.8	85.1	139.2	263.1	16.945	33.1	57.97	108.015	58	93.11	2090.08			
T8	9	146	23.48	142	69.3	103.8	186.1	359.2	27.56	41.74	72.08	141.38	66.13	122.00	1946.52			
T8	3	161	24.02	133	52.8	94.1	135	301.9	21.14	37.29	61.42	119.83	64.12	116.00	1893.96			
T8	5	153.5	22.75	129	61.03	98.93	170.33	330.30	24.53	39.513	66.73	130.615	65.473	119.00	1920.24			
T8	12	123	22.36	138	44.7	104.6	120.4	269.7	17.26	42.55	60.78	120.59	67	116.00	1987.42			
T8	15	132	23.44	131	6.3	100.28	194.1	294.68	0.12	39.01	101.73	140.86	69.14	119.00	1976.84			
T8	18	127.5	22.90	132	22.5	81.53												

ANEXO L. COSTOS DE PRODUCCIÓN Y ANÁLISIS DE RENTABILIDAD

Tabla 27. Costos generales de producción durante el establecimiento del cultivo de guanábana

Insumo/material	Cantidad	Unidad	Costo unitario (S/)	Costo total (S/)
Tierra negra	10	sacos	20	200
Compost	10	sacos	35	350
Arena fina	1	m ³	60	60
Malla Raschell	20	m	9	180
Cintillo	2	paquetes	20	40
Bolsas de vivero	5	millares	9	45
Insecticida/Fungicida Campin Triple	6	unidades	5	30
Azadón	1	unidad	39.8	39.8
Mango para azadón	1	unidad	12	12
Regadera	1	unidad	36	36
Tijera de poda	1	unidad	28	28
Análisis inicial de suelo	1	análisis	80	80
Análisis final de fósforo y pH	10	análisis	20	200
Jornales	13	jornales	80	1040

Tabla 28. Costos de fertilización por tratamiento

Tratamiento	Fuente de fósforo	Dosis por planta	Costo de fertilización por planta (S/)
T1	Testigo	0 g	0
T2	Roca fosfórica	100 g	0.18
T3	Roca fosfórica	200 g	0.36
T4	Roca fosfórica	400 g	0.72
T5	Superfosfato triple	43.5 g	0.16
T6	Superfosfato triple	87 g	0.31
T7	Superfosfato triple	174 g	0.63
T8	Yaramila	222 g	1.02
T9	Yaramila	444 g	2.04
T10	Yaramila	888 g	4.08

Tabla 29. Índice de eficiencia económica de los tratamientos evaluados

Tratamiento	Peso seco (g)	Volumen radicular (cm ³)	Costo total por planta (S/)	IEE (g/S/)
T1	99.05	110.3	8.67	11.42
T2	75.8	74.3	8.85	8.57
T3	92.29	95	9.03	10.22
T4	94.77	91.7	9.39	10.09
T5	135.08	114.5	8.83	15.3
T6	100.21	102.7	8.98	11.16
T7	110.82	95.8	9.3	11.92
T8	123.54	119.7	9.69	12.75
T9	87.01	92.5	10.71	8.12
T10	138.84	143	12.75	10.89