



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”
CARRERA AGRONOMÍA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA AGRÓNOMA**

**EFFECTO DE LA NUTRICIÓN EN EL CRECIMIENTO Y
DESARROLLO DE LOS HIJOS DE BANANO (*Musa spp.*) EN
LA FASE DE VIVERO**

AUTOR

MONTOYA FAJARDO JULISSA NATASHA

TUTOR

ING. NAVARRETE CORNEJO ALEXANDRA, M.Sc.

MILAGRO, ECUADOR

2025



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”
CARRERA AGRONOMÍA

APROBACIÓN DEL TUTOR

El suscrito, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: EFECTO DE LA NUTRICIÓN EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LOS HIJOS DE BANANO (*Musa spp.*) EN LA FASE DE VIVERO, realizado por la estudiante MONTOYA FAJARDO JULISSA NATASHA; con cédula de identidad N° 0941437758 de la carrera AGRONOMIA, Extensión Ciudad Universitaria “Dr. Jacobo Bucaram Ortiz” Milagro, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

ING. NAVARRETE CORNEJO ALEXANDRA, M.Sc
TUTOR

Milagro, 30 de julio del 2025



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”
CARRERA AGRONOMÍA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: EFECTO DE LA NUTRICIÓN EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LOS HIJOS DE BANANO (*Musa spp.*) EN LA FASE DE VIVERO, realizado por la estudiante MONTOYA FAJARDO JULISSA NATASHA, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

ING. MARTÍNEZ ALCÍVAR FERNANDO, M.Sc
PRESIDENTE

ING. FLORES CADENA CRISTIAN, M.Sc
EXAMINADOR PRINCIPAL

ING. NAVARRETE CORNEJO ALEXANDRA, M.Sc
EXAMINADOR PRINCIPAL

Milagro, 30 de julio del 2025

DEDICATORIA

A mis padres, por ser mi ejemplo de esfuerzo, constancia y amor incondicional. Gracias por creer en mí incluso cuando yo dudaba, por su apoyo silencioso pero firme, y por enseñarme que los sueños se alcanzan con trabajo y corazón.

A mi hermana, por ser mi compañera de vida, mi amiga y mi apoyo en los momentos más difíciles. Gracias por tus palabras de aliento, tu paciencia y por alegrar mis días con tu presencia.

Esta tesis es también de ustedes. Con todo mi amor.

AGRADECIMIENTO

"Quiero agradecerme por creer en mí, quiero agradecerme por todo este esfuerzo. Quiero agradecerme por no tener días libres. Quiero agradecerme por nunca rendirme. Quiero agradecerme por ser siempre generosa y tratar de dar más de lo que recibo. Quiero agradecerme por tratar de hacer más bien que mal. Quiero agradecerme por ser yo misma en todo momento. "*Snoop Dogg*".

Autorización de Autoría Intelectual

Yo, MONTOYA FAJARDO JULISSA NATASHA, en calidad de autora del proyecto realizado, sobre EFECTO DE LA NUTRICIÓN EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LOS HIJOS DE BANANO (*Musa spp.*) EN LA FASE DE VIVERO, por medio de la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor(a) me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Milagro, 30 de julio del 2025

MONTOYA FAJARDO JULISSA NATASHA
C.I. 0941437758

RESUMEN

Esta investigación evaluó el efecto de la nutrición en el crecimiento y desarrollo de los hijos de banano (*Musa spp.*) en la fase de vivero, utilizando un diseño experimental de bloques completamente al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Los resultados demostraron que la fertilización balanceada, especialmente la combinación de macronutrientes (NPK) con micronutrientes, tiene un impacto positivo y significativo en el desarrollo de las plántulas. Los tratamientos T3 (NPK 14 g + micronutrientes) y T4 (NPK 7 g + micronutrientes) mostraron superioridad en todas las variables evaluadas en comparación con tratamientos que solo aplicaron NPK y el testigo sin fertilización (T5). A los 90 días, T3 alcanzó la mayor altura (42.88 cm) y diámetro del tallo (9.13 mm), evidenciando que la dosis completa de macronutrientes combinada con micronutrientes promueve un crecimiento vigoroso. En cuanto al desarrollo foliar, T3 presentó el máximo número de hojas (6.80 por planta), seguido de T4 (6.50), reflejando una mejor absorción y uso eficiente de nutrientes. Además, el análisis radicular a los 90 días reveló que ambos tratamientos con micronutrientes favorecieron un desarrollo radicular más extenso, superando significativamente al resto. Esto indica que los micronutrientes optimizan la absorción y utilización de los nutrientes, favoreciendo un mejor establecimiento y vigor de las plántulas en vivero.

Palabras clave: Banano, foliar, plántulas, raíces, vivero.

ABSTRACT

This research evaluated the effect of nutrition on the growth and development of banana (*Musa spp.*) suckers at the nursery stage, using a completely randomized block experimental design with five treatments and four replications. The results demonstrated that balanced fertilization, especially the combination of macronutrients (NPK) with micronutrients, has a positive and significant impact on seedling development. Treatments T3 (NPK 14 g + micronutrients) and T4 (NPK 7 g + micronutrients) showed superiority in all the variables evaluated compared to treatments that only applied NPK and the control without fertilization (T5). At 90 days, T3 reached the highest height (42.88 cm) and stem diameter (9.13 mm), evidencing that the full dose of macronutrients combined with micronutrients promotes vigorous growth. Regarding leaf development, T3 had the highest number of leaves (6.80 per plant), followed by T4 (6.50), reflecting better nutrient uptake and efficient use. Furthermore, root analysis at 90 days revealed that both micronutrient treatments promoted more extensive root development, significantly outperforming the other treatments. This indicates that micronutrients optimize nutrient uptake and utilization, promoting better seedling establishment and vigor in the nursery.

Keywords: Banana, foliar, seedlings, roots, nursery.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 12 |
| 1.1 Antecedentes del problema..... | 12 |
| 1.2 Planteamiento y formulación del problema..... | 13 |
| 1.3 Justificación de la investigación..... | 13 |
| 1.4 Delimitación de la investigación..... | 14 |
| 1.5 Objetivo general..... | 14 |
| 1.6 Objetivos específicos | 14 |
| 1.7 Hipótesis o idea a defender..... | 14 |
| 2. MARCO TEÓRICO..... | 15 |
| 2.1 Estado del arte..... | 15 |
| 2.2 Bases científicas y teóricas de la temática..... | 17 |
| 2.3 Marco legal..... | 23 |
| 3. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 25 |
| 3.1 Enfoque de la investigación..... | 25 |
| 3.2 Metodología..... | 25 |
| 4. RESULTADOS..... | 29 |
| 5. DISCUSIÓN..... | 35 |
| 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 37 |
| BIBLIOGRAFÍA | 39 |
| ANEXOS..... | 45 |
| APÉNDICES..... | 46 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--|----|
| Anexo N° 1: Tabla 1. Tratamientos | 26 |
| Anexo N° 2: Tabla 2. Diseño del análisis de la varianza | 26 |
| Anexo N° 3: Tabla 3. Descripción de las parcelas experimentales | 27 |
| Anexo N° 4: Tabla 4. Altura a los 15 días..... | 29 |
| Anexo N° 5: Tabla 5. Altura a los 90 días..... | 30 |
| Anexo N° 6: Tabla 6. Diámetro a los 15 días | 31 |
| Anexo N° 7: Tabla 7. Diámetro a los 90 días | 31 |
| Anexo N° 8: Tabla 8. Número de hojas 15 días | 32 |
| Anexo N° 9: Tabla 9. Número de hojas 90 días | 33 |
| Anexo N° 10: Tabla 10. Desarrollo de raíces 90 días | 34 |
| Anexo N° 11: Figura 1. Croquis del estudio | 47 |
| Anexo N° 12: Figura 2. Croquis de la parcela | 47 |
| Anexo N° 13: Foto 1. Tratamientos | 56 |
| Anexo N° 14: Foto 2. Tratamientos | 56 |
| Anexo N° 15: Foto 3. Tratamientos | 56 |
| Anexo N° 16: Foto 4. Tratamientos | 56 |
| Anexo N° 17: Foto 5. Tratamientos | 56 |
| Anexo N° 18: Foto 6. Diámetro | 56 |
| Anexo N° 19: Foto 7. Diámetro | 57 |
| Anexo N° 20: Foto 8. Número de hojas | 57 |
| Anexo N° 21: Foto 9. Número de hojas | 57 |
| Anexo N° 22: Foto 10. Desarrollo de raíces | 57 |
| Anexo N° 23: Foto 11. | 57 |
| Anexo N° 24: Foto 12. | 57 |
| Anexo N° 25: Foto 13. | 58 |
| Anexo N° 26: Foto 14. | 58 |
| Anexo N° 27: Foto 15. | 58 |
| Anexo N° 28: Foto 16. Altura | 58 |
| Anexo N° 29: Foto 17. Altura | 58 |
| Anexo N° 30: Foto 18. Diámetro | 58 |
| Anexo N° 31: Foto 19. Diámetro | 59 |
| Anexo N° 32: Tabla 20. Número de hojas | 59 |

| | |
|---|----|
| Anexo N° 33:Foto 21. Número de hojas 90 días | 59 |
| Anexo N° 34:Foto 22. Desarrollo de raíces 90 días | 59 |
| Anexo N° 35:Foto 23. Croquis del estudio | 59 |
| Anexo N° 36:Foto 24. Croquis de la parcela | 59 |
| Anexo N° 37:Foto 25. Tratamientos | 60 |
| Anexo N° 38:Foto 26. Tratamientos | 60 |
| Anexo N° 39:Foto 27. Tratamientos | 60 |
| Anexo N° 40:Foto 28. Tratamientos | 60 |
| Anexo N° 41:Foto 29. Tratamientos | 60 |
| Anexo N° 42:Foto 30. Diámetro | 60 |

ÍNDICE DE APÉNDICES

| | |
|--|----|
| Apéndices N° 1: Tabla 11. Análisis de la varianza altura a los 15 días..... | 46 |
| Apéndices N° 2: Tabla 12. Análisis de la varianza altura a los 90 días | 47 |
| Apéndices N° 3: Tabla 13. Análisis de la varianza diámetro a los 15 días | 48 |
| Apéndices N° 4: Tabla 14. Análisis de la varianza diámetro a los 90 días | 49 |
| Apéndices N° 5: Tabla 15. Análisis de la varianza número de hojas 15 días | 50 |
| Apéndices N° 6: Tabla 16. Análisis de la varianza número de hojas 90 días | 51 |
| Apéndices N° 7: Tabla 17. Análisis de la varianza desarrollo de raíces | 52 |

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes del problema

El banano, conocido en numerosos países como plátano dulce, ha desempeñado un importante papel por su protagonismo a nivel mundial como la fruta más popular y de mayor consumo, esto debido a su versatilidad en la gastronomía, además de sus bondades nutricionales (Naranjo, 2022).

Debido a la progresiva demanda de la fruta, el comercio de banano ha incrementado de manera significativa en los últimos diez años, esto gracias a su asequible precio, sus características y aportes nutricionales, lo cual lo han llevado a convertirse en un alimento básico para la población global (Yunga, 2023).

El protagonismo del banano se relaciona en gran parte con su amplia disponibilidad, se cultiva en más de 100 países, entre los cuales resaltan Ecuador, Guatemala, Honduras, Costa Rica y Colombia como los principales productores y exportadores de América Latina (Murillo, 2021).

El banano es un cultivo de alto valor socioeconómico ya que representa una importante fuente de ingresos para los agricultores y países productores, sin embargo, en la actualidad, el rendimiento y la calidad de la fruta enfrentan varios desafíos (Fuentes, 2023).

El rendimiento y calidad del banano dependen en gran medida de un apropiado crecimiento y desarrollo de las plántulas durante su etapa inicial o fase de vivero. Esta etapa es limitante para el éxito del cultivo, debido a que un mal manejo influye en la salud, vigor y calidad de las plantas durante su vida útil (Mateus, 2020).

Una apropiada fertilización es clave para el desarrollo óptimo de las plantas de banano, los nutrientes esenciales como N,P,K, entre otros, cumplen un rol importante en el crecimiento de las plántulas y en la formación de estructuras vegetativas. Es importante conocer las cantidades y dosificaciones óptimas de nutrientes para proporcionar un crecimiento vigoroso y adecuada formación de brotes y raíces (Álvarez, 2023).

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

El banano se caracteriza por ser una de las frutas de mayor consumo y comercialización en todo el mundo, para satisfacer su progresiva demanda, los productores de banano deben contar con plantas sanas y vigorosas capaces de resistir la adversidad de las condiciones ambientales y producir frutas de calidad premium. El éxito de la producción de banano depende principalmente del manejo que se les dé a las plántulas en la fase de vivero.

En la fase de vivero es elemental que las plántulas de banano reciban una apropiada y equilibrada nutrición, con el fin de facultar su óptimo crecimiento y desarrollo, no obstante, existen desafíos y brechas, ya que el conocimiento sobre los requisitos nutricionales específicos de las plántulas de banano y como influyen durante su crecimiento, es limitado.

1.2.2 Formulación del problema

¿Cómo influye la nutrición en el crecimiento y desarrollo de los hijos de banano (*Musa spp*) en la fase de vivero?

1.3 Justificación de la investigación

Investigar de que manera influye la nutrición durante el crecimiento y desarrollo de los hijos de banano es relevante debido a su gran importancia en la industria. Durante la fase de vivero los hijos sucesivos de banano atraviesan un temprano crecimiento y desarrollo que sienta las bases para su posterior rendimiento y productividad en el lugar de establecimiento definitivo, una nutrición apropiada en la etapa inicial es crucial para garantizar una alta tasa de supervivencia en campo y maximizar su potencial de crecimiento en el futuro.

Al llevar a cabo la investigación del efecto de la nutrición en los hijos de banano en etapa de vivero, nos permitirá obtener datos y conocimientos científicos con bases sólidas que respalden la optimización de las prácticas de nutrición y fertilización durante la etapa inicial del cultivo, lo cual nos puede brindar varios beneficios: mejoras en el rendimiento, eficiencia de recursos, frutos de mayor calidad y sostenibilidad y seguridad alimentaria.

1.4 Delimitación de la investigación

La presente investigación se llevó a cabo bajo las siguientes limitaciones.

- **Espacio:** Se realizó en el cantón Milagro, perteneciente a la provincia del Guayas.
- **Tiempo:** Este trabajo tuvo una duración de 6 meses.
- **Población:** Propietario de la hacienda bananera y productores aledaños.

1.5 Objetivo general

Evaluar el efecto de la nutrición en el crecimiento y desarrollo de los hijos de banano en la fase de vivero.

1.6 Objetivos específicos

- Determinar la influencia de los diferentes niveles de nutrientes en el crecimiento y desarrollo de los hijos de banano en la fase de vivero.
- Identificar los efectos de la aplicación de micronutrientes y macronutrientes en la absorción y utilización de nutrientes de los hijos de banano en la fase de vivero.
- Valorar el impacto de la nutrición en el desarrollo de raíces y la calidad del sistema radicular de los hijos de banano en la fase de vivero.

1.7 Hipótesis o idea a defender

La aplicación de una nutrición adecuada en los hijos de banano en la fase de vivero mejora su crecimiento y desarrollo, logrando una mejor absorción y utilización de nutrientes, lo que se refleja en un mayor desarrollo de raíces y una mejor calidad del sistema radicular.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

En su trabajo de investigación “Efectos de bencilaminopurina y tipo de brotes en la producción y calidad de plántulas de plátano vía macropropagación” López (2021), indica que la relación adecuada de nitrógeno y fósforo influye en la calidad de las plántulas de banano en el vivero, promoviendo el crecimiento saludable y vigoroso de los hijos que presentaban buen desarrollo en su sistema radicular y su follaje era de color verde oscuro; por otra parte, dosificaciones desbalanceadas afectaron de manera negativa el crecimiento de las plántulas.

Diversas investigaciones han evidenciado la importancia de los nutrientes primarios en el desarrollo inicial del cultivo de banano, considerado uno de los frutos de mayor relevancia económica a nivel mundial. En este contexto, un estudio desarrollado en el Campus “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo evaluó el efecto de la aplicación de fertilizantes edáficos en plántulas de banano variedad Williams bajo condiciones de vivero. Se implementó un diseño completamente al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, analizando variables como altura, diámetro, biomasa fresca y seca, y número de hojas. Los resultados indicaron que la aplicación de nitrógeno y potasio (NK) promovió un mayor crecimiento en altura (27.63 cm) y diámetro (2.69 cm), mientras que el tratamiento con NPK completo favoreció una mayor tasa de emisión foliar (7.48 días por hoja). Estos hallazgos destacan la necesidad de una nutrición balanceada en etapas tempranas para asegurar la calidad y vigor de las plántulas destinadas al trasplante (Loor, 2023).

En su investigación Martínez (2021), revela que las plántulas que recibieron una aplicación adecuada de calcio mostraron un pseudotallo de mayor diámetro, eran resistente a enfermedades y toleraban el estrés abiótico, por lo tanto, adicionar calcio a las plántulas durante la etapa de vivero tuvo un impacto positivo y significativo en la calidad de las plántulas.

Se realizó un estudio experimental sobre la respuesta agronómica del cultivo de banano a la aplicación de ácidos húmicos en combinación con fertilización NPK. El ensayo se diseñó completamente al azar con cinco tratamientos (incluyendo un testigo) y cuatro repeticiones, aplicando un análisis estadístico mediante la prueba

de Tukey al 5% de probabilidad. Los tratamientos que incluyeron combinaciones de NPK con ácido húmico mostraron mejoras significativas. El tratamiento T4 (112,5 g NPK + 7,5 cc ácido húmico) presentó la mayor altura de planta madre (247,25 cm) y número de manos por racimo (5), mientras que el T1 (150 g NPK + 10 cc ácido húmico) alcanzó el mayor peso de racimo (14,95 kg) y número de dedos (19,94). Además, el T3 se destacó por la longitud (24,75 cm) y diámetro (13,11 cm) del dedo central. Estos resultados confirman el potencial de los ácidos húmicos como complemento eficaz en la nutrición del banano, mejorando el rendimiento y la calidad del cultivo (Ganchozo, 2021).

El banano es un cultivo frutal de gran importancia económica, uno de los principales obstáculos para el desarrollo del cultivo es la escasez de semillas o plántulas con patrones de crecimiento homogéneos y disponibles en cantidad. En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes concentraciones de nutrientes NPK sobre el desarrollo de plántulas de banano. El estudio se llevó a cabo en el Departamento de Agronomía de la Facultad de Agricultura de la Universidad Halu Oleo, utilizando un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con cinco tratamientos: P0 (sin aplicación de NPK), P1 (50 kg NPK ha⁻¹), P2 (100 kg NPK ha⁻¹), P3 (150 kg NPK ha⁻¹) y P4 (200 kg NPK ha⁻¹). Las variables evaluadas fueron altura de planta, número de hojas y área foliar. Los resultados mostraron que la aplicación de NPK tuvo un efecto significativo en el desarrollo de las plántulas de banano, observándose mejoras en altura, número de hojas y área foliar a medida que aumentó la dosis de fertilizante aplicada, lo cual evidencia el papel clave del NPK en la fase inicial del cultivo (Muhidin, et al 2023).

Mora (2021), en su estudio, indica que las plántulas a las que se les proporcionó una fertilización balanceada de potasio desarrollaron un sistema radicular más extenso y fibroso, lo cual facultó la absorción de nutrientes y el crecimiento saludable y vigoroso de las plántulas.

En el distrito de Sheema, se desarrolló un experimento para evaluar el efecto del estiércol de corral y del fertilizante NPK en el rendimiento del cultivo de banano. El estudio tuvo como objetivos analizar su influencia en el grosor y altura de las plantas, el desarrollo de hojas y retoños, y la formación de manos en los racimos.

Se utilizó un diseño de bloques incompletos al azar en tres fincas, con cuatro tratamientos: estiércol, NPK, combinación de ambos y un testigo. Los datos, recolectados de 15 plantas por bloque y analizados con SPSS, demostraron que la aplicación combinada de estiércol y NPK generó mejores resultados en el desarrollo vegetal y la producción. Se recomendó esta práctica como estrategia eficiente para aumentar los rendimientos, así como el uso exclusivo de estiércol como alternativa viable para agricultores de bajos recursos (Kanyesigye, 2023).

2.2 Bases científicas y teóricas de la temática

2.2.1 Origen e importancia del cultivo

Se cree que el cultivo de banano se domesticó hace miles de años en las regiones tropicales del sudeste de Asia. Estudios revelan que las primeras variedades de banano se cultivaron en las regiones que abarcan Malasia, Indonesia y Filipinas (Adrian, 2019).

El cultivo de banano se extendió a lo largo del mundo gracias a las migraciones humanas y los intercambios comerciales y con la llegada de los europeos durante el siglo XV, quienes se encargarían de introducir el banano en el Caribe y América Latina (Acosta, 2021).

Se cree que el banano se cultiva en por lo menos 150 países, sin embargo, la mayor producción de la musácea se encuentra en los países de climas tropicales y subtropicales de América Latina, parte de Asia y África (Nadal, 2019).

La importancia del cultivo de banano radica en el impacto socioeconómico que representa para los países productores, ya que el cultivo y exportación de banano generan miles de empleos y e ingresos significativos, lo que ha contribuido en su desarrollo económico (García, 2023).

2.2.2 Clasificación taxonómica

El banano se conoce en términos científicos como *Musa spp*, es una herbácea gigante del reino Plantae, incluida en la división Magnoliophyta a su vez agrupada en la clase Liliopsida, pertenece al orden de las Zingiberales, de la familia Musaceae que abarca al género *Musa* (Caicedo, 2022).

2.2.3 Descripción morfológica

2.2.3.1 Raíz

El sistema radicular del banano es denso, está compuesto de raíces fibrosas que se tienden a desarrollar de manera superficial, las raíces laterales y adventicias que se originan desde el principio del tallo se encuentran extendidas horizontalmente (Saquicela, 2023).

Las raíces de banano principalmente son las responsables de la absorción de agua y nutriente, también le brindan estabilidad a la planta y le proporcionan anclaje al suelo (Ajila, 2023).

2.2.3.2 Tallo

El tallo es un bulbo subterráneo robusto, está formado por el pseudotallo que se compone por vainas foliares que se encuentran enlazadas entre sí de manera compacta (Zapata, 2022).

El pseudotallo es cilíndrico y su textura es carnosa, inicialmente es de color verde, pero a medida que la planta madura se vuelve de color marrón. La función principal del pseudotallo es proporcionar soporte a las hojas y los frutos (Goebel, 2022).

2.2.3.3 Hojas

Las hojas de banano son ovaladas, de gran tamaño, pueden llegar a medir hasta tres metros, poseen un largo pecíolo que las une al tallo, son de color verde brillante y su textura es lisa (Olivares, 2022).

Las hojas se encuentran dispuestas a manera de roseta en la parte superior del pseudotallo, son flexibles y resistentes a vientos fuertes. Su principal función es captar luz solar para la fotosíntesis (Mayorga, 2022).

2.2.3.4 Flores

Las flores del banano se agrupan en pequeños racimos a los cuales se les denomina inflorescencias, son de color blanco o amarillo, normalmente se desarrollan en la parte superior del pseudotallo (Ruiz, 2022).

Cada racimo se compone de numerosas flores individuales que tienen una apertura secuencial (Pacheco, 2023).

2.2.3.5 Frutos

Los frutos poseen una piel gruesa que inicialmente es verde, sin embargo, a medida que madura se torna de un color amarillo intenso y la piel tiende a desprenderse con facilidad (Martínez Cardozo, 2019).

Los frutos se agrupan en racimos que pueden llegar a tener más de cien bananos. El fruto es alargado y curvo, puede medir hasta 25 centímetros de longitud, su piel es blanca, cremosa, dulce, agradable al gusto (Vargas Calvo, 2020).

2.2.4 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo

2.2.4.1 Temperatura

El banano es una musácea de climas cálidos, por lo tanto, requiere de temperaturas cálidas y constantes para su desarrollo y crecimiento óptimos. La temperatura ideal para el banano se encuentra entre los 27 y 32°C durante el día y no debe ser inferior a los 14°C por las noches (Galán, 2018).

El banano es una planta sensible a las condiciones de frío, las heladas podrían ocasionar daños irreversibles, sin embargo, temperaturas superiores a los 40°C también afectan a la planta (Nava, 2019).

2.2.4.2 Heliofanía

El banano requiere de alta cantidad de horas de luminosidad para cumplir con sus funciones fisiológicas de manera óptima. Necesita estar expuesto a la luz solar directa durante la mayor parte del día (Vásquez, 2019).

El cultivo requiere estar expuesto a los rayos solares un promedio de 8 horas diarias, sin embargo, es capaz de tolerar sombra de manera parcial (Domingues, 2022).

2.2.4.3 Precipitación

Para su desarrollo saludable, el cultivo de banano requiere de una cantidad apropiada de agua. Se considera óptimo un rango de 2500 mm al año, con un mínimo de 1500 mm (Toro, 2019).

El exceso de humedad puede ocasionar daños irreversibles en la planta ya que el cultivo no tolera períodos prolongados de lluvias intensas (Caicedo Camposano, 2019).

2.2.4.4 Topografía

El cultivo de banano tiene la capacidad de adaptarse con facilidad a los terrenos con pendientes ligeras o moderadas, las pendientes pronunciadas pueden tornarse un problema debido a la erosión y posibles adversidades durante la cosecha (Villarreal, 2018).

A pesar de que se adapta muy bien en terrenos de topografía plana, se recomienda no establecer plantaciones en áreas totalmente planas ya que son susceptibles a inundaciones y encharcamientos (Durango, 2020).

2.2.4.5 Suelo

El cultivo prospera en suelos profundos, ricos en materia orgánica, que sean de textura franco arcillosa, que no sean pesados ni compactos, que posean capacidad de retención de agua pero a su vez que se drenen rápido (Castañeda, 2018).

El suelo debe tener un pH que oscile entre 5,5 y 7, suelos ligeramente ácidos o neutros para que las plantas puedan absorber con facilidad los nutrientes (Combatt, 2019).

2.2.5 Manejo del cultivo

2.2.5.1 Control de malezas

El control de malezas es una labor relevante en el manejo agronómico del cultivo de banano, la presencia de malezas trae consigo varios problemas, entre ellos la competencia por elementos esenciales, luminosidad y recursos (Quintero, 2019).

Es importante realizar un monitoreo de manera periódica en el campo y tomar las medidas necesarias para evitar la proliferación de malezas, con el objeto de conseguir un cultivo más sano y productivo (Rodríguez, 2019).

2.2.5.2 Deshoje

El deshoje es una práctica fundamental en el manejo del cultivo de banano, al eliminar hojas viejas, dañadas o enfermas, se permite la circulación de aire, lo cual reduce la incidencia de enfermedades (Güerere, 2018).

El momento apropiado para realizar esta práctica varía según las condiciones locales y de la variedad de banano, generalmente se efectúa después de la cosecha de los racimos, después de la recolección de los frutos (Orozco, 2018).

2.2.5.3 Deshije

Se elimina el exceso de brotes laterales conocidos como hijos o chupones que compiten con el hijo principal por recursos, al eliminarlos, contribuye al desarrollo vigoroso del hijo principal, promoviendo a su vez un crecimiento más eficiente y frutas de mejor calidad (Aldana, 2020).

El deshoje se debe efectuar cortando los brotes laterales lo más cerca posible del pseudotallo, de preferencia entre 20 y 30 centímetros de longitud (Lara, 2021).

2.2.5.4 Deschante

El deschante se enfoca en la eliminación de las vainas superiores del pseudotallo, ya que a medida que estas envejecen, tienden a marchitarse y podrían ser fuente de inóculo de enfermedades (Tuz et al., 2018).

El retiro de las hojas senescentes, facilita la circulación del aire y la exposición de los racimos de frutas a la luz solar, lo que puede contribuir a su crecimiento y maduración (Alvarado, 2022).

2.2.5.5 Fertilización

El banano es exigente en cuanto al tema nutricional, posee una alta demanda de nutrientes, en especial de potasio (K), la dosificación e intervalo de aplicación de los fertilizantes, varían según las condiciones del suelo y los requerimientos específicos de la planta (Velez, 2022).

Se recomienda realizar análisis de suelos de manera paulatina para de esta manera determinar las necesidades nutricionales y ajustar la fertilización en consecuencia y así suministrar de manera apropiada los nutrientes para el crecimiento saludable de la plantación (Simo, 2020).

2.2.5.6 Riego

El riego es una labor elemental en el manejo del banano, debido a la alta demanda de agua durante los primeros estadíos del cultivo. Se requiere mantener en suelo con un constante nivel de humedad para su óptimo desarrollo y producción (Monge, 2022).

El riego se debe programar en función de las necesidades hídricas de la de la planta y las condiciones climáticas, evitando tanto la sequía como el encharcamiento (Rodríguez et al., 2019).

2.2.5.7 Control fitosanitario

Se debe realizar un monitoreo constante del cultivo, para protegerlo del ataque de plagas y enfermedades. Se suelen realizar tratamientos preventivos y

curativos, empleando productos específicos y seguros para el cultivo (Ibarra Zapata et al., 2021).

Es importante recalcar que en el control fitosanitario se debe priorizar el uso de medidas y productos que sean seguros tanto para el cultivo como para el medio ambiente (Martínez Solórzano, 2021).

2.3 Marco legal

La presente investigación se apega al Plan Nacional del Buen Vivir en el objetivo 7 Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global, ajustado a las políticas y lineamientos estratégicos número 7.10 en donde se promueve implementar medidas de mitigación y adaptación al cambio climático para reducir la vulnerabilidad económica y ambiental con énfasis en grupos de atención prioritaria.

Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria

Principios generales

Artículo 12. Principios generales del fomento.- Los incentivos estatales estarán dirigidos a los pequeños y medianos productores, responderán a los principios de inclusión económica, social y territorial, solidaridad, equidad, interculturalidad, protección de los saberes ancestrales, imparcialidad, rendición de cuentas, equidad de género, no discriminación, sustentabilidad, temporalidad, justificación técnica, razonabilidad, definición de metas, evaluación periódica de sus resultados y viabilidad social, técnica y económica.

Artículo 13. Fomento a la micro, pequeña y mediana producción. - Para fomentar a los microempresarios, microempresa o micro, pequeña y mediana producción agroalimentaria, de acuerdo con los derechos de la naturaleza, el Estado:

- a) Otorgará crédito público preferencial para mejorar e incrementar la producción y fortalecerá las cajas de ahorro y sistemas crediticios solidarios, para lo cual creará un fondo de reactivación productiva que será canalizado a través de estas cajas de ahorro;
- b) Subsidiará total o parcialmente el aseguramiento de cosechas y de ganado mayor y menor para los microempresarios, microempresa o micro, pequeños y medianos productores, de acuerdo al Art. 285 numeral 2 de la Constitución de la República;
- c) Regulará, apoyará y fomentará la asociatividad de los microempresarios, microempresa o micro, pequeños y medianos productores, de conformidad con el Art. 319 de la Constitución de la República para la producción, recolección, almacenamiento, conservación, intercambio, transformación, comercialización y consumo de sus productos. El Ministerio del ramo desarrollará programas de capacitación organizacional, técnica y de

comercialización, entre otros, para fortalecer a estas organizaciones y propender a su sostenibilidad;

d) Promoverá la reconversión sustentable de procesos productivos convencionales a modelos agroecológicos y la diversificación productiva para el aseguramiento de la soberanía alimentaria;

e) Fomentará las actividades artesanales de pesca, acuicultura y recolección de productos de manglar y establecerá mecanismos de subsidio adecuados;

f) Establecerá mecanismos específicos de apoyo para el desarrollo de pequeñas y medianas agroindustrias rurales;

g) Implementará un programa especial de reactivación del agro enfocado a las jurisdicciones territoriales con menores índices de desarrollo humano;

h) Incentivará de manera progresiva la inversión en infraestructura productiva: centros de acopio y transformación de productos, caminos vecinales; e,

i) Facilitará la producción y distribución de insumos orgánicos y agroquímicos de menor impacto ambiental.

Artículo 14. Fomento de la producción agroecológica y orgánica. - El Estado estimulará la producción agroecológica, orgánica y sustentable, a través de mecanismos de fomento, programas de capacitación, líneas especiales de crédito y mecanismos de comercialización en el mercado interno y externo, entre otros. En sus programas de compras públicas dará preferencia a las asociaciones de los microempresarios, microempresa o micro, pequeños y medianos productores y a productores agroecológicos.

Artículo 15. Fomento a la Producción agroindustrial rural asociativa. - El Estado fomentará las agroindustrias de los pequeños y medianos productores organizados en forma asociativa.

Artículo 16. Producción pesquera y acuícola. - El Estado fomentará la producción pesquera y acuícola sustentable, y establecerá las normas de protección de los ecosistemas. Las tierras ilegalmente ocupadas y explotadas por personas naturales o jurídicas, camaroneras y acuícolas, serán revertidas al Estado de no solicitarse su regularización en el plazo de un año, de conformidad con las normas vigentes en la materia, con el fin de garantizar procesos de repoblamiento y recuperación del manglar. Serán revertidas al Estado las zonas ocupadas en áreas protegidas, sin que éstas puedan regularizarse. El Estado protegerá a los pescadores artesanales y recolectores comunitarios y estimulará la adopción de prácticas sustentables de reproducción en cautiverio de las especies de mar, río y manglar. Se prohíbe la explotación industrial de estas especies en ecosistemas sensibles y protegidos (Ministerio del Buen Vivir, 2019).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo y alcance de la investigación

Se llevó a cabo un estudio en campo, empleando un ensayo para examinar cómo la nutrición afecta el crecimiento y desarrollo de los hijos de banano (*Musa spp.*) durante la etapa de vivero. Además, este estudio se consideró descriptivo, ya que los procedimientos, como la recolección de datos, se describieron de forma analítica.

3.1.2 Diseño de investigación

Se trata de un estudio experimental que tuvo como objetivo evaluar el efecto de la nutrición en el crecimiento y desarrollo de los hijos de banano (*Musa spp.*) en la fase de vivero. Dado los desafíos actuales, resulta fundamental investigar el efecto de la nutrición en el crecimiento y desarrollo de los hijos de banano, con el propósito de mejorar tanto la producción como la calidad de los frutos.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. Variable independiente

Fertilizantes macronutrientes y micronutrientes.

3.2.1.2. Variables dependientes

3.2.1.2.1. Altura de plantas

Se registró la altura de las plantas en el vivero cada 15 y 90 días después de aplicado los tratamientos, se registró este dato en 10 plantas en el vivero.

3.2.1.2.2. Diámetro del tallo

Se registró el incremento del tallo a los 10 cm de la base, la frecuencia de toma de estos datos fue a 15 y 90 días después de aplicado los tratamientos en estudio.

3.2.1.2.3. Número de hojas CH

Se registró el incremento de hojas a 15 y 90 días, después de aplicado los tratamientos en estudio.

3.2.1.2.4. Desarrollo de raíces

Se registró el tamaño de las raíces a los 90 días después de aplicado los tratamientos, esto se lo realizó en 10 plantas.

3.2.2 Tratamientos

El trabajo de campo está constituido por la aplicación de los tratamientos en estudio detallados en la Tabla 1:

Tabla 1.
Descripción de los tratamientos experimentales

| N° | Tratamientos | Frecuencia |
|----|----------------------------|----------------------|
| 1 | NPK 7g | al inicio del ensayo |
| 2 | NPK 14 g | al inicio del ensayo |
| 3 | NPK 14 g + Micronutrientes | al inicio del ensayo |
| 4 | NPK 7 g + Micronutrientes | al inicio del ensayo |
| 5 | Testigo absoluto | |

Elaborado por: La Autora, 2025

Tabla 2.
Esquema del análisis de varianza

| Fuente de Variación | Grados de libertad |
|---------------------|--------------------|
| Tratamientos | 4 |
| Repeticiones | 3 |
| Error experimental | 12 |
| Total | 19 |

Elaborado por: La Autora, 2025

3.2.4 Diseño experimental

Para el siguiente trabajo se empleó un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), comprendido por cinco tratamientos bajo cuatro repeticiones lo que genera un ensayo de 20 parcelas experimentales.

La unidad experimental medirá 3 m de ancho y 3 m de largo, con 9 m² de área, del cual se tomará una planta, para la recolección de datos, la delimitación del área experimental se detalla a continuación:

Tabla 3.
Delimitación del ensayo

| Elemento | Dimensión |
|-------------------------|--------------------|
| Ancho de parcela | 3.0 m |
| Longitud de parcela | 3.0 m |
| Ancho de área útil | 1.0 m |
| Longitud de área útil | 1.0 m |
| Distancia entre bloques | 2.0 m |
| Ancho del ensayo | 12.0 m |
| Longitud del ensayo | 15.0 m |
| Área de parcela útil | 1.0 m ² |

Elaborado por: La Autora, 2025

3.2.5 Recolección de datos

3.2.5.1. Recursos

- **Materiales y herramientas:** Machete, bomba de fumigación, insumos agrícolas, cinta métrica, balanza digital, estacas, libreta de apuntes, bolígrafo, computadora, cámara fotográfica, entre otros.
- **Recurso bibliográfico:** Se recopiló información de diversas fuentes, como tesis de grado, sitios web, revistas científicas, fichas técnicas y tesis doctorales, entre otros.
- **Material experimental:** Plantas de banano, fertilizante edáfico y foliar.
- **Recursos humanos:** Tesista, tutor.
- **Recursos económicos:** El presente trabajo de investigación fue financiado por recursos propios del tesista.

3.2.5.2. Métodos y técnicas

3.2.5.2.1. Métodos

- **Método inductivo:** Este método permitió observar los resultados obtenidos con la finalidad de cumplir los objetivos específicos e hipótesis planteada.
- **Método deductivo:** Para deducir por medio del razonamiento lógico, varias suposiciones, es decir; parte de verdades previamente establecidas como principios generales.

- **Método sintético:** Mediante este método se logró establecer y relacionar los resultados para construir la discusión, conclusiones relacionadas bajo la perspectiva de totalidad de la investigación.

3.2.5.2.2. Técnicas

Las labores culturales que se realizaron son las siguientes:

- **Selección de plántulas:** Para el presente trabajo de investigación se eligió plantas de banano en vivero.
- **Riego:** El riego estuvo supeditado a la frecuencia de la finca que tiene con una frecuencia de un riego por semana.
- **Labores culturales:** Las actividades culturales engloban las tareas llevadas a cabo por la finca, como el control de malezas, el control fitosanitario y otras labores relacionadas con la gestión del cultivo.
- **Fertilización:** La fertilización para las plantas estuvo relacionado a los tratamientos que se aplicaron en el presente trabajo de campo.

3.2.6 Análisis estadístico

3.2.7.1. Análisis funcional

Se realizó un análisis estadístico de la información recopilada utilizando técnicas como el análisis de varianza y la comparación de medias. Para efectuar las comparaciones entre los distintos tratamientos, se aplicó la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5%. El análisis estadístico de los datos fue efectuado mediante el uso del software InfoStat.

3.2.7.2. Hipótesis estadística

Ha: Al menos uno de los tratamientos en estudio obtuvo resultados favorables para el cultivo de banano en vivero.

Ho: Ninguno de los tratamientos en estudio obtuvo resultados favorables para el cultivo de banano en vivero.

4. RESULTADOS

4.1 Determinación de la influencia de los diferentes niveles de nutrientes en el crecimiento y desarrollo de los hijos de banano en la fase de vivero.

4.1.1 Altura de plantas a los 15 días (cm)

La tabla 4 presenta los resultados del análisis de la variable altura de plantas a los 15 días. El coeficiente de variación (CV) fue de 0.99%. En cuanto al análisis de medias, el tratamiento T3 (NPK 14 g + micronutrientes) alcanzó la mayor altura promedio con 14.55 cm, seguido de T4 (NPK 7 g + micronutrientes) con 14.13 cm. Le siguen T2 (NPK 14 g) con 13.25 cm y T1 (NPK 7 g) con 12.40 cm. El tratamiento testigo absoluto (T5), que no recibió fertilización, registró la menor altura promedio con 9.75 cm. Las letras asignadas (A, B, C, D, E) indican diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, siendo T3 el tratamiento con el efecto más favorable en el crecimiento de las plantas.

Tabla 4.

Altura de plantas a los 15 días (cm)

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|---------------------------------|--------|----------------|-------------------|------|
| Altura de plantas a los 15 días | 20 | 1.00 | 0.99 | 0.99 |
| Tratamientos | Medias | n | E.E. | |
| T5 (T. Absoluto) | 9.75 | 4 | 0.06 | A |
| T1 (NPK 7 g) | 12.40 | 4 | 0.06 | B |
| T2 (NPK 14 g) | 13.25 | 4 | 0.06 | C |
| T4 (NPK 7 g + Micronutrien.. | 14.13 | 4 | 0.06 | D |
| T3 (NPK 14 g + Micronutrie.. | 14.55 | 4 | 0.06 | E |

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

Elaborado por: La Autora, 2025

4.1.2 Altura de plantas a los 90 días (cm)

La tabla 5 muestra los resultados obtenidos para la variable altura de plantas a los 90 días. El coeficiente de variación (CV) fue de 0.60%. En cuanto a los tratamientos, se observa que T3 (NPK 14 g + micronutrientes) alcanzó la mayor altura promedio con 42.88 cm, seguido de T4 (NPK 7 g + micronutrientes) con 40.18 cm. El tratamiento T2 (NPK 14 g) obtuvo 37.10 cm, mientras que T1 (NPK 7 g) logró

33.78 cm. Por su parte, el tratamiento testigo absoluto (T5), sin fertilización, mostró la menor altura con 24.78 cm. Las letras (A, B, C, D, E) indican diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, destacándose nuevamente el efecto positivo de la combinación de fertilización NPK con micronutrientes en el crecimiento de las plantas a los 90 días.

Tabla 5.

Altura de plantas a los 90 días (cm)

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|---------------------------------|--------|----------------|-------------------|------|
| Altura de plantas a los 90 días | 20 | 1.00 | 1.00 | 0.60 |
| Tratamientos | Medias | n | E.E. | |
| T5 (T. Absoluto) | 24.78 | 4 | 0.11 | A |
| T1 (NPK 7 g) | 33.78 | 4 | 0.11 | B |
| T2 (NPK 14 g) | 37.10 | 4 | 0.11 | C |
| T4 (NPK 7 g + Micronutrien..) | 40.18 | 4 | 0.11 | D |
| T3 (NPK 14 g + Micronutrie..) | 42.88 | 4 | 0.11 | E |

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

Elaborado por: La Autora, 2025

4.1.3 Diámetro del tallo a los 15 días (mm)

La tabla 6 muestra los resultados del diámetro del tallo a los 15 días después de aplicado el tratamiento en plantas bajo cinco tipos de fertilización. El coeficiente de variación (CV) fue de 1.61%. En cuanto a los tratamientos, T3 (NPK 14 g + micronutrientes) y T4 (NPK 7 g + micronutrientes) obtuvieron los mayores promedios con 5.80 mm y 5.70 mm respectivamente, sin diferencias estadísticas significativas entre ellos (letra D). Le sigue T2 (NPK 14 g) con 5.50 mm (letra C), luego T1 (NPK 7 g) con 5.13 mm (letra B) y finalmente el testigo absoluto T5 con 4.20 mm (letra A), que presentó el menor desarrollo del grosor del tallo. Estos resultados reflejan un efecto positivo y creciente del aporte de nutrientes, especialmente cuando se combina fertilización NPK con micronutrientes.

Tabla 6.
Diámetro del tallo a los 15 días (mm)

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------------------------------|--------|----------------|-------------------|------|
| Diámetro del tallo a los 15 días | 20 | 0.99 | 0.98 | 1.61 |
| Tratamientos | Medias | n | E.E. | |
| T5 (T. Absoluto) | 4.20 | 4 | 0.04 | A |
| T1 (NPK 7 g) | 5.13 | 4 | 0.04 | B |
| T2 (NPK 14 g) | 5.50 | 4 | 0.04 | C |
| T4 (NPK 7 g + Micronutrien..) | 5.70 | 4 | 0.04 | D |
| T3 (NPK 14 g + Micronutrie..) | 5.80 | 4 | 0.04 | D |

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

Elaborado por: La Autora, 2025

4.1.4 Diámetro del tallo a los 90 días (mm)

La tabla 7 presenta los valores del diámetro del tallo a los 90 días en plantas sometidas a cinco tratamientos distintos. El coeficiente de variación (CV) fue de 1.33%. En cuanto a los resultados por tratamiento, T3 (NPK 14 g + micronutrientes) obtuvo el mayor diámetro con 9.13 mm, seguido de T4 (NPK 7 g + micronutrientes) con 8.70 mm. Luego se ubicaron T2 (NPK 14 g) con 8.25 mm, T1 (NPK 7 g) con 7.75 mm y el testigo absoluto T5 con 6.40 mm. Las diferencias estadísticas entre tratamientos, indicadas por las letras A a E, evidencian que el uso combinado de NPK con micronutrientes incrementó significativamente el desarrollo del tallo.

Tabla 7.

Diámetro del tallo a los 90 días (mm)

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------------------------------|--------|----------------|-------------------|------|
| Diámetro del tallo a los 90 días | 20 | 0.99 | 0.99 | 1.33 |
| Tratamientos | Medias | n | E.E. | |
| T5 (T. Absoluto) | 6.40 | 4 | 0.05 | A |
| T1 (NPK 7 g) | 7.75 | 4 | 0.05 | B |
| T2 (NPK 14 g) | 8.25 | 4 | 0.05 | C |
| T4 (NPK 7 g + Micronutrien..) | 8.70 | 4 | 0.05 | D |
| T3 (NPK 14 g + Micronutrie..) | 9.13 | 4 | 0.05 | E |

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

Elaborado por: La Autora, 2025

4.2 Identificación de los efectos de la aplicación de micronutrientes y macronutrientes en la absorción y utilización de nutrientes de los hijos de banano en la fase de vivero.

4.2.1 Número de hojas a los 15 días (n)

La tabla 8 presenta los resultados para la variable número de hojas a los 15 días. El coeficiente de variación (CV) fue de 1.90%. En lo que respecta a las medias, el tratamiento T3 (NPK 14 g + micronutrientes) obtuvo el mayor número de hojas con 3.23, seguido de T4 (NPK 7 g + micronutrientes) con 3.10 hojas. T2 (NPK 14 g) alcanzó 2.70 hojas, T1 (NPK 7 g) 2.45 hojas y el testigo absoluto T5 apenas 2.10 hojas. Las letras (A a E) señalan diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, siendo evidente el impacto positivo de la fertilización NPK enriquecida con micronutrientes, especialmente en dosis más altas, sobre la generación temprana de hojas en las plantas.

Tabla 8.
Número de hojas a los 15 días (n)

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|-------------------------------|--------|----------------|-------------------|------|
| Número de hojas a los 15 días | 20 | 0.99 | 0.99 | 1.90 |
| Tratamientos | Medias | n | E.E. | |
| T5 (T. Absoluto) | 2.10 | 4 | 0.03 | A |
| T1 (NPK 7 g) | 2.45 | 4 | 0.03 | B |
| T2 (NPK 14 g) | 2.70 | 4 | 0.03 | C |
| T4 (NPK 7 g + Micronutrien.. | 3.10 | 4 | 0.03 | D |
| T3 (NPK 14 g + Micronutrie.. | 3.23 | 4 | 0.03 | E |

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

Elaborado por: La Autora, 2025

4.2.2 Número de hojas a los 90 días (n)

La tabla 9 muestra los resultados correspondientes a la variable número de hojas a los 90 días. El coeficiente de variación (CV) fue de 1.69%. En relación con los tratamientos, el mayor número de hojas se observó en T3 (NPK 14 g + micronutrientes) con un promedio de 6.80 hojas por planta, seguido de T4 (NPK 7 g + micronutrientes) con 6.50 hojas. T2 (NPK 14 g) presentó 5.93 hojas, T1 (NPK 7 g) alcanzó 5.30, y el tratamiento T5 (testigo absoluto) registró el valor más bajo con

4.13 hojas. Las letras (A a E) indican diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, reafirmando el efecto positivo de la combinación de fertilización NPK y micronutrientes en el desarrollo foliar a mediano plazo.

Tabla 9.

Número de hojas a los 90 días (n)

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|-------------------------------|--------|----------------|-------------------|------|
| Número de hojas a los 90 días | 20 | 0.99 | 0.99 | 1.69 |
| Tratamientos | Medias | n | E.E. | |
| T5 (T. Absoluto) | 4.13 | 4 | 0.05 | A |
| T1 (NPK 7 g) | 5.30 | 4 | 0.05 | B |
| T2 (NPK 14 g) | 5.93 | 4 | 0.05 | C |
| T4 (NPK 7 g + Micronutrien..) | 6.50 | 4 | 0.05 | D |
| T3 (NPK 14 g + Micronutrie..) | 6.80 | 4 | 0.05 | E |

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

Elaborado por: La Autora, 2025

4.3 Valoración del impacto de la nutrición en el desarrollo de raíces y la calidad del sistema radicular de los hijos de banano en la fase de vivero.

4.3.1. Desarrollo de raíces a los 90 días (cm)

La tabla 10 detalla los resultados obtenidos para la variable desarrollo de raíces a los 90 días, el coeficiente de variación (CV) fue de solo 0.80%. En cuanto a los promedios, los mayores desarrollos radiculares se observaron en T4 (NPK 7 g + micronutrientes) y T3 (NPK 14 g + micronutrientes), con 22.28 cm y 22.08 cm respectivamente, sin diferencias estadísticas significativas entre ellos (letra D). Les siguió T2 (NPK 14 g) con 19.00 cm (letra C), T1 (NPK 7 g) con 17.23 cm (letra B) y finalmente el tratamiento T5 (testigo absoluto) con 13.43 cm (letra A), el cual presentó el menor desarrollo radicular. Estos resultados evidencian que la combinación de NPK con micronutrientes, incluso en menor dosis, promueve significativamente el crecimiento de las raíces.

Tabla 10.**Desarrollo de raíces a los 90 días (cm)**

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|--|--------|----------------|-------------------|------|
| Desarrollo de raíces a los los 90 días | 20 | 1.00 | 1.00 | 0.80 |
| Tratamientos | Medias | n | E.E. | |
| T5 (T. Absoluto) | 13.43 | 4 | 0.07 | A |
| T1 (NPK 7 g) | 17.23 | 4 | 0.07 | B |
| T2 (NPK 14 g) | 19.00 | 4 | 0.07 | C |
| T3 (NPK 14 g + Micronutrie..) | 22.08 | 4 | 0.07 | D |
| T4 (NPK 7 g + Micronutrien..) | 22.28 | 4 | 0.07 | D |

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

Elaborado por: La Autora, 2025

5. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente estudio demuestran de forma consistente que la fertilización con NPK, especialmente cuando se complementa con micronutrientes, tiene un efecto positivo significativo en el crecimiento y desarrollo de los hijos de banano en la fase de vivero. A los 15 días después de la aplicación del tratamiento, se observó que el tratamiento T3 (NPK 14 g + micronutrientes) promovió la mayor altura de planta (14.55 cm), seguido de T4 (NPK 7 g + micronutrientes), evidenciando que incluso desde etapas tempranas del desarrollo vegetativo, la inclusión de micronutrientes junto con macronutrientes favorece un crecimiento más acelerado. Esto coincide con lo reportado por López (2021), quien señaló que una relación adecuada de nitrógeno y fósforo impulsa un desarrollo más vigoroso del sistema radicular y un follaje sano, contribuyendo directamente al desempeño fisiológico de las plántulas. La aplicación de micronutrientes, además de NPK, juega un papel clave no solo en el crecimiento vertical, sino también en el engrosamiento del tallo, como lo evidencian los resultados de los diámetros a los 15, 90 días, en los que T3 presentó siempre los mayores promedios. Estos hallazgos son respaldados por estudios como el de Loor (2023), quien reportó que la aplicación de fertilizantes edáficos balanceados en vivero promovió mayores tasas de crecimiento en altura y diámetro en plántulas de banano variedad Williams, resaltando la importancia de una nutrición adecuada desde la etapa inicial.

En relación con el segundo objetivo específico en cuanto al número de hojas a los 15, 90 días indican de manera clara la influencia positiva de la aplicación de macronutrientes y micronutrientes en la absorción y utilización de nutrientes por parte de los hijos de banano durante la fase de vivero. Estos resultados reflejan que, además del aporte básico de nitrógeno, fósforo y potasio, los micronutrientes desempeñan funciones clave como cofactores enzimáticos y componentes estructurales que estimulan procesos fisiológicos como la división celular, la fotosíntesis y la expansión foliar. Lo anterior concuerda con lo señalado por Martínez (2021), quien encontró que la suplementación con calcio no solo promovió pseudotallos más robustos y resistentes, sino también un crecimiento más uniforme de las plántulas en vivero, sugiriendo que el equilibrio nutricional integral fortalece tanto el vigor vegetativo como la tolerancia al estrés en fases tempranas. Este

hallazgo es coherente con los resultados de Muhidin et al. (2023), quienes demostraron que incrementos progresivos en la dosis de NPK mejoraron significativamente el desarrollo foliar y la superficie fotosintética de las plántulas de banano. En conjunto, estos resultados reafirman que una adecuada estrategia nutricional que combine macronutrientes esenciales con micronutrientes clave no solo mejora el número de hojas, sino que también optimiza la eficiencia de absorción y asimilación de nutrientes en el sistema foliar, lo cual es determinante para el establecimiento exitoso del cultivo en campo definitivo.

Respecto al tercer objetivo específico, cuyo análisis de la variable desarrollo de raíces a los 90 días revela que la fertilización con NPK en combinación con micronutrientes tiene un impacto significativamente positivo en el crecimiento del sistema radicular de los hijos de banano durante la fase de vivero. Los tratamientos T4 (NPK 7 g + micronutrientes) y T3 (NPK 14 g + micronutrientes) alcanzaron los mayores promedios con 22.28 cm y 22.08 cm respectivamente, sin diferencias estadísticas significativas entre ellos, lo que sugiere que incluso una menor dosis de NPK puede ser altamente efectiva si se complementa con micronutrientes adecuados. Estos hallazgos refuerzan la hipótesis de que la fertilización completa, que incluye tanto macro como micronutrientes, no solo mejora el crecimiento aéreo, sino que optimiza el desarrollo subterráneo, crucial para una absorción eficiente del agua y los nutrientes. La importancia de un sistema radicular vigoroso en plántulas de banano también fue resaltada por Mora (2021), quien demostró que una fertilización balanceada, fomenta un sistema de raíces más extenso y fibroso, lo que incrementa la eficiencia en la absorción de nutrientes y agua, promoviendo un crecimiento más saludable. A su vez, el estudio de Kanyesigye (2023) valida la relevancia de una estrategia de fertilización combinada ya sea con NPK y micronutrientes mejora el rendimiento general del cultivo, incluyendo el desarrollo radicular, los resultados obtenidos permiten concluir que el desarrollo del sistema radicular de las plántulas de banano se ve altamente favorecido por la aplicación conjunta de macronutrientes y micronutrientes.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Los resultados de esta investigación confirman que la fertilización balanceada, especialmente la combinación de NPK con micronutrientes, tiene un efecto positivo y significativo en el desarrollo de plántulas de banano en vivero. Los tratamientos T3 (NPK 14 g + micronutrientes) y T4 (NPK 7 g + micronutrientes) sobresalieron en todas las variables evaluadas, superando a los tratamientos con solo NPK y al testigo sin fertilización (T5), que presentó el menor desarrollo. El tratamiento T3 fue el más eficiente, logrando la mayor altura (42.88 cm) y diámetro del tallo (9.13 mm) a los 90 días, demostrando que una dosis completa de macronutrientes combinada con micronutrientes promueve un crecimiento más vigoroso.

Esta investigación evidenció que la combinación de macronutrientes (NPK) con micronutrientes tiene un impacto significativo en el desarrollo vegetativo de las plántulas de banano en vivero, especialmente al analizar el número de hojas como indicador de absorción y aprovechamiento nutricional. A los 90 días, T3 registró el máximo desarrollo foliar con 6.80 hojas por planta, seguido de T4 con 6.50 hojas, confirmando que incluso dosis moderadas de NPK pueden ser altamente efectivas cuando se complementan con micronutrientes. Este patrón sostenido sugiere una mayor eficiencia en la absorción y asimilación de nutrientes, reflejada en un crecimiento foliar más robusto.

Finalmente, el análisis del desarrollo radicular a los 90 días muestra que la combinación de NPK con micronutrientes tiene un efecto claramente positivo en el crecimiento de las raíces en plántulas de banano en vivero. Los tratamientos T4 (NPK 7 g + micronutrientes) y T3 (NPK 14 g + micronutrientes) alcanzaron las mayores longitudes radiculares, con 22.28 cm y 22.08 cm respectivamente. Este resultado sugiere que los micronutrientes optimizan la eficiencia en la absorción y uso de macronutrientes, favoreciendo un desarrollo subterráneo más robusto. Un sistema radicular bien formado mejora la absorción de recursos y el establecimiento exitoso de la planta en campo.

6.2 Recomendaciones

De acuerdo con esta investigación, se recomienda lo siguiente:

Se recomienda aplicar fertilizantes que incluyan no solo macronutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio) sino también micronutrientes esenciales, ya que esta combinación ha demostrado favorecer significativamente el crecimiento en altura, diámetro del tallo, número de hojas y desarrollo radicular de los hijos de banano en vivero.

Los resultados indican que dosis medias de NPK (7 g) combinadas con micronutrientes pueden ser tan efectivas como dosis mayores (14 g) en la promoción del crecimiento vegetal. Por tanto, es aconsejable ajustar las dosis de fertilización para maximizar la eficiencia del uso de nutrientes y reducir costos sin afectar la calidad de las plántulas.

Durante la fase de vivero, el seguimiento del número de hojas y el desarrollo del sistema radicular debe ser prioritario para evaluar la efectividad del programa nutricional y realizar ajustes oportunos que aseguren la producción de plántulas vigorosas y listas para su trasplante.

Es fundamental capacitar al personal técnico y a los productores en la correcta aplicación y manejo de fertilizantes con micronutrientes, para mejorar la producción sostenible de hijos de banano y garantizar un mejor establecimiento en campo.

Se recomienda realizar investigaciones complementarias que analicen la dinámica de nutrientes en diferentes tipos de suelo y condiciones ambientales para adaptar los programas de fertilización a contextos específicos, optimizando la absorción y utilización de nutrientes por las plantas.

Para potenciar los efectos de la nutrición, se sugiere combinar la fertilización con técnicas adecuadas de riego, control de plagas y enfermedades, y manejo de sombra, que contribuyan al desarrollo integral y saludable de los hijos de banano en vivero.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, Ana María Martínez, y Daniel Gerardo Cayón Salinas. (2021). «Dinámica del Crecimiento y Desarrollo del Banano (Musa AAA Simmonds cvs. Gran Enano y Valery)». *Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín* 64(2):6055-64.
- Adrian, Enríquez. (2019). «Origen y domesticación del plátano: un cultivo de gran importancia para México». 3(11).
- Ajila, Josué, Marco Aguilar, Héctor Romero, y Jesica Campoverde. (2023). «Análisis de la producción y comercialización de banano en la provincia de El Oro en el periodo 2018-2022». *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar* 7:7494-7507. doi: 10.37811/cl_rcm.v7i1.4981.
- Aldana Leyva, Félix, Osvaldo Fernández Martínez, Leyanes García-Águila, Zoe Sarría, Ortelio Hurtado Ribalta, Félix Aldana Leyva, Osvaldo Fernández Martínez, Leyanes García-Águila, Zoe Sarría, y Ortelio Hurtado Ribalta. 2020. «Respuesta agronómica de plantas de banano cultivar 'FHIA-17' (Musa AAAA) obtenidas por cultivo de tejidos y por propagación agámica». *Biotecnología Vegetal* 20(2):83-91.
- Alvarado-Zabala, Julio, Ivette Alchundia, Mayra Espinoza, y Kerly Calle. (2022). «Innovaciones en tecnología informática para la gestión de las principales labores del cultivo de banano: implementación de un sistema web». *Sapienza: International Journal of Interdisciplinary Studies* 3:298-319. doi: 10.51798/sijis.v3i6.557.
- Alvarez, Juan, Juan Gil, Grupo De, Investigación Sistema, Agrícolas Tropicales, Politécnico Colombiano, Jaime Isaza, Cadavid Colombia, y Henry Sarmiento. (2023). «Desarrollo de un Sistema Experto Para Asistir el Cálculo de las Necesidades de Fertilización de un Cultivo de Banano.»
- Caicedo Camposano, Oscar, Carlos Balmaseda Espinosa, y Jaime Proaño Saraguro. (2019). «Programación del riego del banano (Musa paradisiaca) en finca San José 2, Los Ríos, Ecuador». *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias* 24(2):18-22.
- Caicedo, Henry, Diego Calderón, y José Giraldo. (2022). «Plan estratégico del banano».
- Castañeda Sánchez, Darío Antonio, Daniel Francisco Jaramillo Jaramillo, y José Miguel Cotes Torres. (2018). «Selección de propiedades del suelo espacialmente relacionadas con producción en el cultivo de banano». *Ciencia del suelo* 32(1):85-94.
- Combatt-Caballero, Enrique, Rafael Novoa-Yáñez, y José Luis Barrera-Violeth. (2019). «Caracterización química de macroelementos en suelos cultivados con plátano (Musa AAB Simmonds) en el departamento de Córdoba, Colombia». *Acta Agronómica* 61(2):166-76.

- Domingues-Lima, Juliana, Alex Mesczezen-Drominiski, Camila da Silva-Rocha, Mariana Passos da-Conceição, Danilo Eduardo-Rozane, Eduardo Nardini-Gomes, Juliana Domingues-Lima, Alex Mesczezen-Drominiski, Camila da Silva-Rocha, Mariana Passos da-Conceição, Danilo Eduardo-Rozane, y Eduardo Nardini-Gomes. 2022. «Arrepollamiento de banano asociado a variaciones climáticas y nutricionales». *Revista mexicana de ciencias agrícolas* 13(3):393-405. doi: 10.29312/remexca.v13i3.2918.
- Durango, Juan C., Teobaldis Mercado, y Jhon J. Feria. 2020. «Efecto Del Manto Freático Somero En El Cultivo de Banano (Musa AAA) En La Zona de Urabá, Colombia». *Revista ESPACIOS* 41(32).
- Finol, J., L. Fernández, C. Nava, y D. Esparza. 2020. «Efecto de la fertilización nitrogenada en el crecimiento de plántulas de banano». *Revista de la Facultad de Agronomía* 21(3):221-32.
- Fuentes, Nelly, César Heredia, Kleber Herrera, y Marianela Loor. 2023. «Costos de producción y comercialización en la industria bananera en la zona norte, cantón Quevedo-Ecuador: Production and Marketing Costs in the Banana Industry in the Northern Zone, Quevedo Canton-Ecuador». *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 4:536-49. doi: 10.56712/latam.v4i1.292.
- Ganchozo, N. (2021). Respuesta agronómica del cultivo de banano (*Musa paradisiaca*) a la aplicación de ácidos húmicos. Ecuador : La Maná : Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC). <https://repositorio.utc.edu.ec/items/3e0ced82-9fd4-4f8a-beb3-cd30fc1f16ad>
- Galan, Víctor, Antonio Rangel, Jorge Lopez, Juan Bernardo Perez Hernandez, Jorge Sandoval, y Herminio Souza Rocha. 2018. «Propagación del banano: técnicas tradicionales, nuevas tecnologías e innovaciones». *Revista Brasileira de Fruticultura* 40:e. doi: 10.1590/0100-29452018574.
- García-Cáceres, Rafael, Tatiana Gómez, y Nini Alvarez. 2023. «Caracterización estratégica de la cadena de suministro del banano». *SIGNOS - Investigación en sistemas de gestión* 15. doi: 10.15332/24631140.8244.
- Goebel, Anthony, y Andrea Montero. 2022. «Una Aproximación al Metabolismo Social Agrario del Espacio Productivo Especializado en Banano y Cacao en el Contexto de la Revolución Verde. Costa Rica (1955-1973)». *Historia Ambiental Latinoamericana y Caribeña (HALAC) revista de la Solcha* 12:214-54. doi: 10.32991/2237-2717.2022v12i3.p214-254.
- Güerere-Pereira, P., L. Martínez, y L. Fuenmayor. 2018. «Efecto del deshoje inducido sobre la productividad del plátano (*Musa AAB*) cv. Hartón y la incidencia de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet)». *Revista de la Facultad de Agronomía* 25(4):636-48.
- Ibarra Zapata, Enrique, Carlos Aguirre-Salado, Martín Escoto-Rodríguez, Liliana Miranda-Aragón, Catarina Loredó-Osti, Marcos Casiani, Gustavo Mora-Aguilera, Alejandro Aguirre-Salado, César Ramos-Méndez, Nancy Villegas-

- Jiménez, Carlos Urías-Morales, y Rigoberto González-Gómez. 2021. «Análisis geoespacial fitosanitario de la Fusariosis de las Musáceas a nivel global, con énfasis en América Pantropical». *Investigaciones Geográficas*. doi: 10.14350/rig.60466.
- Kanyesigye, J. (2023). Evaluación de los efectos de la aplicación de estiércol de granja y fertilizantes NPK en la producción de banano en el Ayuntamiento de Shuuku, Distrito de Sheema, Uganda Occidental. <https://jodet.bsu.ac.ug/index.php/1/article/view/9>.
<https://doi.org/10.59472/jodet.v1i1.9>
- Lara-García, Sandro, Daniel Vera-Aviles, Mirian Cabanilla-Lamulle, y Betty González-Osorio. 2021. «Desarrollo comunitario: Producción de Musácea en dos zonas de la costa ecuatoriana». *Revista de Ciencias Sociales (Ve)* 27(Esp.3):340-54.
- López Constante, Jahir, Galo Cedeño García, George Cedeño García, Jahir López Constante, Galo Cedeño García, y George Cedeño García. 2021. «Efectos de bencilaminopurina y tipo de brotes en la producción y calidad de plántulas de plátano vía macropropagación». *Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria* 5(15):3-16. doi: 10.33996/revistaalfa.v5i15.124.
- Macías Campuzano, Francisco Wilfrido. 2019. «Influencia de la disponibilidad de micronutrientes en el desarrollo de plántulas de banano». bachelorThesis, Quevedo: UTEQ.
- Martínez, Gustavo, Juan Rey, Rafael Pargas, Carlos Guerra, Edwuar Manzanilla, y Henry Ramírez. 2021. «Efecto de sustratos y fuentes orgánicas en la propagación de banano y plátano». *Agronomía Mesoamericana* 32:808-22. doi: 10.15517/am.v32i3.42490.
- Martínez-Cardozo, César, Gerardo Cayón-Salinas, y Gustavo Ligarreto-Moreno. 2018. «Composición química y distribución de materia seca del fruto en genotipos de plátano y banano». *Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 17(2):217-27.
- Martínez-Solórzano, Gustavo E., y Juan C. Rey-Brina. 2021. «Bananos (Musa AAA): Importancia, producción y comercio en tiempos de Covid-191». *Agronomía Mesoamericana* 32(3):1034-46.
- Mateus, Lina, y Mateus Bogotá. 2020. *ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DEL BANANO EN COLOMBIA*.
- Mayorga Arias, David, Marlon Pazos, y Alvaro Pérez. 2022. «Análisis del sistema de cultivo más rentable entre la producción de banano de altas densidades contra el cultivo habitual». *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación* 6:161-69. doi: 10.29018/issn.2588-1000vol6iss42.2022pp161-169.
- Ministerio del Buen Vivir. (2018). [buenvivir.ec](http://plan.senplades.gob.ec/web/guest/inicio). Obtenido de <http://plan.senplades.gob.ec/web/guest/inicio>

- Monge-Freile, Marlon, Ana Alvarez Sanchez, Aimé Batista-Casaco, y Wiver Alvarado. 2022. «Necesidades hídricas del cultivo de banano (*Musa paradisiaca*) variedad Williams». *Ciencia y Tecnología* 15:20-24. doi: 10.18779/cyt.v15i2.581.
- Mora-González, Andy, Jaime Naranjo-Morán, Alexander Albiño-Quitiaquez, José Flores-Cedeño, Rodrigo Oviedo Anchundia, Luis Galarza-Romero, Marisol Vera-Oyague, y Milton Barcos-Arias. 2021. «Optimización en la aclimatación de plántulas micropropagadas de banano (*Musa* sp.) utilizando tres insumos orgánicos.» *Bionatura* 6:1452-61. doi: 10.21931/RB/2021.06.01.3.
- Muhidin, M. Sadimantara, G. Hyudi, L. Eviyani, M. Yusuf, D. Leomo, S. (2023). Efecto del fertilizante en el crecimiento de plántulas de banano enano cavendish (*Musa acuminata* L.) bajo sombra natural. https://www.researchgate.net/publication/374490711_The_effect_of_fertilizer_on_the_growth_of_dwarf_banana_cavendish_Musa_acuminata_L_seedling_under_the_natural_shade. 10.1088/1755-1315/1241/1/012037.
- Murillo, Antonio, Mariana Bermeo, y Renny Bolaño. 2021. «Estudio socioeconómico de los productores de banano orgánico, Cantón Milagro, Ecuador». *Revista Tecnológica - ESPO* 33:168-80. doi: 10.37815/rte.v33n3.869.
- Nadal-Medina, Rocío, Gilberto Manzo-Sánchez, José Orozco-Romero, Mario Orozco-Santos, y Salvador Guzmán-González. 2019. «Diversidad genética de bananos y plátanos (*Musa* spp.) determinada mediante marcadores RAPD». *Revista fitotecnia mexicana* 32(1):01-07.
- Naranjo, Luis, Teresa Pinela, Jazmín Salazar, y Ana Salgado. 2022. «Cadena de comercialización del banano ecuatoriano. Aproximación de una propuesta de política pública de exportación». *Revista Ñeque* 5:261-77. doi: 10.33996/revistaneque.v5i12.79.
- Nava, J. C., R. Villalobos, L. Sosa, y M. Delgado. 2019. «Vida útil económica del cultivo del banano (*Musa* aaa Cavendish cv gran enano) en la planicie aluvial del río motatán». *Revista de la Facultad de Agronomía* 22(3):267-76.
- Olivares, Barlin. 2022. «Machine Learning y la nueva agricultura sostenible: aplicaciones en sistemas productivos de bananos/ Machine Learning and the new sustainable agriculture: applications in banana production systems».
- Orozco-Santos, Mario, José Orozco-Romero, Octavio Pérez-Zamora, Gilberto Manzo-Sánchez, Javier Farías-Larios, y Wilson da Silva Moraes. 2018. «Prácticas culturales para el manejo de la Sigatoka negra en bananos y plátanos». *Tropical Plant Pathology* 33:189-96. doi: 10.1590/S1982-56762008000300003.
- Pacheco-Bermeo, Lilia, Joselyn Ruiz-Solano, y Rocío Guzmán-Arias. 2023. «Guía de trazabilidad en los procesos logísticos de las pequeñas empresas exportadoras de banano». *593 Digital Publisher CEIT* 8:41-57. doi: 10.33386/593dp.2023.3.1709.

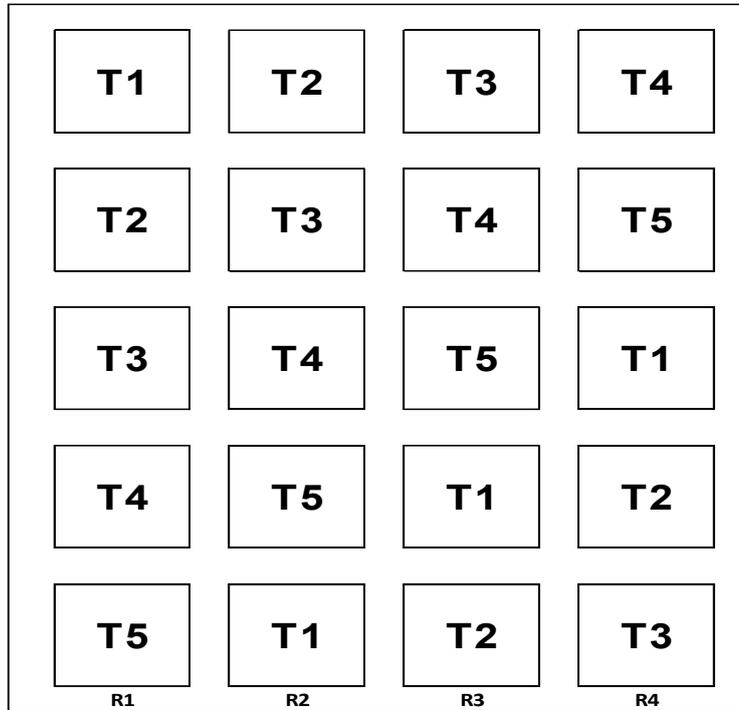
- Quintero-Pertúz, Irma, y Eduino Carbonó-Delahoz. 2018. «Panorama del manejo de malezas en cultivos de banano en el departamento de Magdalena, Colombia». *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 9(2):329-40. doi: 10.17584/rcch.2015v9i2.4188.
- Loor, J. (2023). Importancia de los nutrientes primarios en el desarrollo de plántulas de banano cultivar Williams a nivel de vivero. Quevedo. UTEQ <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/7996>
- Rodríguez, Manuel, Reynaldo Rey, Víctor Torralba, Omar Puig, y Rodolfo Acevedo. 2019. «Riego por aspersión de baja intensidad en el cultivo del banano con el empleo del miniaspersor Mamkad 2255 “pruebas de campo”». *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias* 16(2):73-77.
- Rodríguez-Ruiz, Ana María, y Renán Agüero-Alvarado. 2019. «Dinámica poblacional de *Panicum polygonatum* y *Axonopus micay* bajo combate con herbicidas y chapea, en una plantación bananera». *Agronomía Mesoamericana* 22(1):117-22.
- Ruiz-Contreras, Mariana, Faiver Rodríguez, y Andrea Redondo-Méndez. 2022. «Competitividad del banano colombiano: una mirada desde el caso ecuatoriano». *I+D Revista de Investigaciones* 17:75-87. doi: 10.33304/revinv.v17n2-2022006.
- Saquicela Cruz, Paulina, Elena Romanova, Rocío Guamán Guamán, Santiago Ulloa, y Ángel Fabian Villavicencio. 2023. «Caracterización morfológica y bioquímica de *Ralstonia solanacearum* Raza 2, bacteria patógena en cultivos de banano y plátano en El Carmen, Manabí, Ecuador». *Siembra* 10:e4305. doi: 10.29166/siembra.v10i1.4305.
- Simo González, Jaime, Ramón Espinosa, Luis Martínez, y Gloria Marta Martín Alonso. 2020. «THE INTEGRATION OF AMF INOCULANTS, GREEN MANURE AND ORGANO-MINERAL FERTILIZATION, IN BANANA PLANTATIONS ON CALCIC HAPLIC PHAEOZEMS † [LA INTEGRACION DE INOCULANTES MICORRÍZICOS, ABONOS VERDES Y ABONAMIENTO ORGÁNICO-MINERAL EN]». *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 23.
- Toro-Trujillo, Ana María, Ramón Arteaga-Ramírez, M. Alberto Vázquez-Peña, L. Alicia Ibáñez-Castillo, Ana María Toro-Trujillo, Ramón Arteaga-Ramírez, M. Alberto Vázquez-Peña, y L. Alicia Ibáñez-Castillo. 2018. «Requerimientos de riego y predicción del rendimiento en el cultivo de banano mediante un modelo de simulación en el Urabá antioqueño, Colombia». *Tecnología y ciencias del agua* 7(6):105-22.
- Tuz, Ivanna, José Quevedo Guerrero, Rigoberto García Batista, y Sayda Herrera. 2018. «Manejo integrado del cultivo de banano (musa x paradisiaca L.) clon Williams, usando biocarbón y microorganismos eficientes».
- Vargas-Calvo, Alfonso. 2020. «Grosor del fruto de la última y segunda mano como criterio de cosecha en banano». *Agronomía Mesoamericana* 23(1):41-46.

- Vásquez-Castillo, Wilson, Mauricio Racines-Oliva, Pablo Moncayo, William Viera, y María Seraquive. 2019. «Calidad del fruto y pérdidas poscosecha de banano orgánico (*Musa acuminata*) en el Ecuador». *Enfoque UTE* 10(4):57-66.
- Velez-Duque, Pedro. 2022. «Optimization of banana crop fertilization using GIS tools. Optimización de la fertilización del cultivo de banano mediante el uso de herramientas SIG». 22. doi: 10.37959/revista.v1i15.220.
- Villarreal-Núñez, José, Idefonso Pla-Sentis, Lwonel Agudo-Martínez, Jhon Villaláz-Perez, Franklin Rosales, y Luís Pocasangre. 2013. «Índice de calidad del suelo en áreas cultivadas con banano en Panamá». *Agronomía Mesoamericana* 24(2):301-15.
- Yunga-Armijos, Lizbeth, Asley Toro-Vivanco, y Marcela Capa-Tejedor. 2023. «Planificación de un Sistema de Gestión de Calidad para exportación de banano: Caso Asociación de Agricultores 3 de Julio». *593 Digital Publisher CEIT* 8:582-95. doi: 10.33386/593dp.2023.3.1787.
- Zapata-Ramón, Claudia, Alejandra Paladines-Montero, Antonio Leon-Reyes, y Dario Ramirez-Villacis. 2022. «Caracterización del microbioma de plantas de banano (*Musa × paradisiaca* L.) bajo sistemas de producción orgánico y convencional». *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías* 14. doi: 10.18272/aci.v14i2.2298.

ANEXOS

Figura 1.

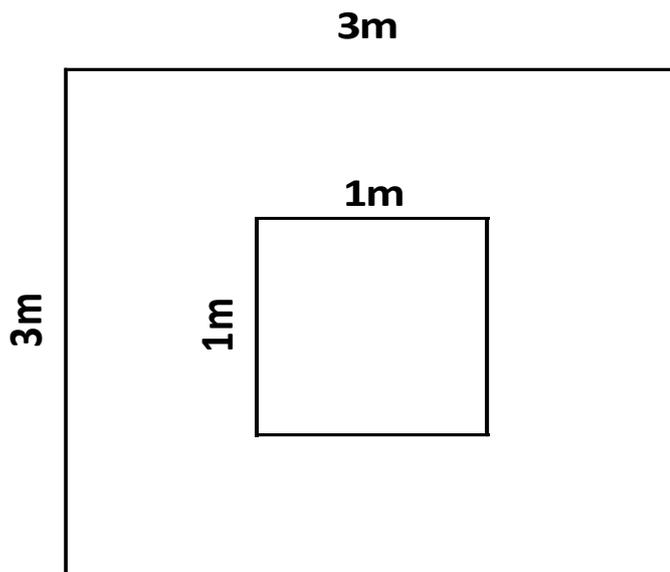
Croquis del estudio



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 2.

Características de parcela experimental



Elaborado por: La Autora, 2025

APÉNDICES

Tabla 11.

Análisis de la varianza altura de plantas a los 15 días

Altura de plantas a los 15 días

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|------------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Altura de plantas a los 15.. | 20 | 1.00 | 0.99 | 0.99 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|-------|----|-------|--------|---------|
| Modelo | 57.99 | 7 | 8.28 | 517.80 | <0.0001 |
| Tratamientos | 57.93 | 4 | 14.48 | 905.12 | <0.0001 |
| Repeticiones | 0.07 | 3 | 0.02 | 1.36 | 0.3005 |
| Error | 0.19 | 12 | 0.02 | | |
| Total | 58.19 | 19 | | | |

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.28509

Error: 0.0160 gl: 12

| Tratamientos | Medias | n | E.E. | | |
|------------------------------|--------|---|------|---|---|
| T5 (T. Absoluto) | 9.75 | 4 | 0.06 | A | |
| T1 (NPK 7 g) | 12.40 | 4 | 0.06 | B | |
| T2 (NPK 14 g) | 13.25 | 4 | 0.06 | | C |
| T4 (NPK 7 g + Micronutrien.. | 14.13 | 4 | 0.06 | | D |
| T3 (NPK 14 g + Micronutrie.. | 14.55 | 4 | 0.06 | | E |

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

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.23751

Error: 0.0160 gl: 12

| Repeticiones | Medias | n | E.E. | |
|--------------|--------|---|------|---|
| 4 | 12.74 | 5 | 0.06 | A |
| 2 | 12.80 | 5 | 0.06 | A |
| 1 | 12.82 | 5 | 0.06 | A |
| 3 | 12.90 | 5 | 0.06 | A |

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

Elaborado por: La Autora, 2025

Tabla 12.**Análisis de la varianza altura de plantas a los 90 días****Altura de plantas a los 90 días**

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|------------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Altura de plantas a los 90.. | 20 | 1.00 | 1.00 | 0.60 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|--------|----|--------|---------|---------|
| Modelo | 786.10 | 7 | 112.30 | 2450.18 | <0.0001 |
| Tratamientos | 786.08 | 4 | 196.52 | 4287.70 | <0.0001 |
| Repeticiones | 0.02 | 3 | 0.01 | 0.15 | 0.9306 |
| Error | 0.55 | 12 | 0.05 | | |
| Total | 786.65 | 19 | | | |

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.48252*Error: 0.0458 gl: 12*

| Tratamientos | Medias | n | E.E. | | |
|------------------------------|--------|---|------|---|--|
| T5 (T. Absoluto) | 24.78 | 4 | 0.11 | A | |
| T1 (NPK 7 g) | 33.78 | 4 | 0.11 | B | |
| T2 (NPK 14 g) | 37.10 | 4 | 0.11 | C | |
| T4 (NPK 7 g + Micronutrien.. | 40.18 | 4 | 0.11 | D | |
| T3 (NPK 14 g + Micronutrie.. | 42.88 | 4 | 0.11 | E | |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)***Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.40199***Error: 0.0458 gl: 12*

| Repeticiones | Medias | n | E.E. | |
|--------------|--------|---|------|---|
| 2 | 35.70 | 5 | 0.10 | A |
| 4 | 35.72 | 5 | 0.10 | A |
| 1 | 35.76 | 5 | 0.10 | A |
| 3 | 35.78 | 5 | 0.10 | A |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)***Elaborado por: La Autora, 2025**

Tabla 13.**Análisis de la varianza diámetro del tallo a los 15 días****Diámetro del tallo a los 15 días**

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|------------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Diámetro del tallo a los 1.. | 20 | 0.99 | 0.98 | 1.61 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|---------|----|---------|--------|---------|
| Modelo | 6.74 | 7 | 0.96 | 134.34 | <0.0001 |
| Tratamientos | 6.74 | 4 | 1.68 | 235.05 | <0.0001 |
| Repeticiones | 1.5E-03 | 3 | 5.0E-04 | 0.07 | 0.9750 |
| Error | 0.09 | 12 | 0.01 | | |
| Total | 6.83 | 19 | | | |

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.19080

Error: 0.0072 gl: 12

| Tratamientos | Medias | n | E.E. | |
|------------------------------|--------|---|------|---|
| T5 (T. Absoluto) | 4.20 | 4 | 0.04 | A |
| T1 (NPK 7 g) | 5.13 | 4 | 0.04 | B |
| T2 (NPK 14 g) | 5.50 | 4 | 0.04 | C |
| T4 (NPK 7 g + Micronutrien.. | 5.70 | 4 | 0.04 | D |
| T3 (NPK 14 g + Micronutrie.. | 5.80 | 4 | 0.04 | D |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.15896**

Error: 0.0072 gl: 12

| Repeticiones | Medias | n | E.E. | |
|--------------|--------|---|------|---|
| 4 | 5.26 | 5 | 0.04 | A |
| 2 | 5.26 | 5 | 0.04 | A |
| 1 | 5.26 | 5 | 0.04 | A |
| 3 | 5.28 | 5 | 0.04 | A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**Elaborado por: La Autora, 2025**

Tabla 14.**Análisis de la varianza diámetro del tallo a los 90 días****Diámetro del tallo a los 90 días**

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Diámetro del tallo a los 90 días | 20 | 0.99 | 0.99 | 1.33 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|-------|----|---------|--------|---------|
| Modelo | 17.73 | 7 | 2.53 | 220.27 | <0.0001 |
| Tratamientos | 17.72 | 4 | 4.43 | 385.26 | <0.0001 |
| Repeticiones | 0.01 | 3 | 3.2E-03 | 0.28 | 0.8421 |
| Error | 0.14 | 12 | 0.01 | | |
| Total | 17.87 | 19 | | | |

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.24170*Error: 0.0115 gl: 12*

| Tratamientos | Medias | n | E.E. | | |
|-------------------------------|--------|---|------|---|---|
| T5 (T. Absoluto) | 6.40 | 4 | 0.05 | A | |
| T1 (NPK 7 g) | 7.75 | 4 | 0.05 | B | |
| T2 (NPK 14 g) | 8.25 | 4 | 0.05 | | C |
| T4 (NPK 7 g + Micronutrien..) | 8.70 | 4 | 0.05 | | D |
| T3 (NPK 14 g + Micronutrie..) | 9.13 | 4 | 0.05 | | E |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)***Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.20136***Error: 0.0115 gl: 12*

| Repeticiones | Medias | n | E.E. | |
|--------------|--------|---|------|---|
| 4 | 8.02 | 5 | 0.05 | A |
| 2 | 8.04 | 5 | 0.05 | A |
| 1 | 8.04 | 5 | 0.05 | A |
| 3 | 8.08 | 5 | 0.05 | A |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)***Elaborado por: La Autora, 2025**

Tabla 15.**Análisis de la varianza número de hojas a los 15 días****Número de hojas a los 15 días**

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|------------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Número de hojas a los 15 d.. | 20 | 0.99 | 0.99 | 1.90 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|------|----|---------|--------|---------|
| Modelo | 3.43 | 7 | 0.49 | 183.94 | <0.0001 |
| Tratamientos | 3.43 | 4 | 0.86 | 321.37 | <0.0001 |
| Repeticiones | 0.01 | 3 | 1.8E-03 | 0.69 | 0.5768 |
| Error | 0.03 | 12 | 2.7E-03 | | |
| Total | 3.47 | 19 | | | |

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.11639*Error: 0.0027 gl: 12*

| Tratamientos | Medias | n | E.E. | | |
|------------------------------|--------|------|------|------|---|
| T5 (T. Absoluto) | | 2.10 | 4 | 0.03 | A |
| T1 (NPK 7 g) | | 2.45 | 4 | 0.03 | B |
| T2 (NPK 14 g) | | 2.70 | 4 | 0.03 | C |
| T4 (NPK 7 g + Micronutrien.. | | 3.10 | 4 | 0.03 | D |
| T3 (NPK 14 g + Micronutrie.. | | 3.23 | 4 | 0.03 | E |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)***Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.09696***Error: 0.0027 gl: 12*

| Repeticiones | Medias | n | E.E. | |
|--------------|--------|---|------|---|
| 3 | 2.70 | 5 | 0.02 | A |
| 4 | 2.70 | 5 | 0.02 | A |
| 1 | 2.72 | 5 | 0.02 | A |
| 2 | 2.74 | 5 | 0.02 | A |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)***Elaborado por: La Autora, 2025**

Tabla 16.**Análisis de la varianza número de hojas a los 90 días****Número de hojas a los 90 días (n)**

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|------------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Número de hojas a los 90 d.. | 20 | 0.99 | 0.99 | 1.69 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|---------|----|---------|--------|---------|
| Modelo | 18.15 | 7 | 2.59 | 275.33 | <0.0001 |
| Tratamientos | 18.15 | 4 | 4.54 | 481.78 | <0.0001 |
| Repeticiones | 2.0E-03 | 3 | 6.7E-04 | 0.07 | 0.9745 |
| Error | 0.11 | 12 | 0.01 | | |
| Total | 18.26 | 19 | | | |

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.21871*Error: 0.0094 gl: 12*

| Tratamientos | Medias | n | E.E. | | |
|------------------------------|--------|------|------|------|---|
| T5 (T. Absoluto) | | 4.13 | 4 | 0.05 | A |
| T1 (NPK 7 g) | | 5.30 | 4 | 0.05 | B |
| T2 (NPK 14 g) | | 5.93 | 4 | 0.05 | C |
| T4 (NPK 7 g + Micronutrien.. | | 6.50 | 4 | 0.05 | D |
| T3 (NPK 14 g + Micronutrie.. | | 6.80 | 4 | 0.05 | E |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)***Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.18221***Error: 0.0094 gl: 12*

| Repeticiones | Medias | n | E.E. | |
|--------------|--------|---|------|---|
| 1 | 5.72 | 5 | 0.04 | A |
| 3 | 5.72 | 5 | 0.04 | A |
| 4 | 5.74 | 5 | 0.04 | A |
| 2 | 5.74 | 5 | 0.04 | A |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)***Elaborado por: La Autora, 2025**

Tabla 17.**Análisis de la varianza desarrollo de raíces a los 90 días****Desarrollo de raíces a los 90 días**

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|------------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Desarrollo de raíces a los.. | 20 | 1.00 | 1.00 | 0.80 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|--------|----|-------|---------|---------|
| Modelo | 216.91 | 7 | 30.99 | 1377.21 | <0.0001 |
| Tratamientos | 216.85 | 4 | 54.21 | 2409.44 | <0.0001 |
| Repeticiones | 0.06 | 3 | 0.02 | 0.89 | 0.4747 |
| Error | 0.27 | 12 | 0.02 | | |
| Total | 217.18 | 19 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.33808*Error: 0.0225 gl: 12*

| Tratamientos | Medias | n | E.E. | |
|------------------------------|--------|---|------|---|
| T5 (T. Absoluto) | 13.43 | 4 | 0.07 | A |
| T1 (NPK 7 g) | 17.23 | 4 | 0.07 | B |
| T2 (NPK 14 g) | 19.00 | 4 | 0.07 | C |
| T3 (NPK 14 g + Micronutrie.. | 22.08 | 4 | 0.07 | D |
| T4 (NPK 7 g + Micronutrien.. | 22.28 | 4 | 0.07 | D |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)***Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.28165***Error: 0.0225 gl: 12*

| Repeticiones | Medias | n | E.E. | |
|--------------|--------|---|------|---|
| 2 | 18.72 | 5 | 0.07 | A |
| 4 | 18.78 | 5 | 0.07 | A |
| 1 | 18.84 | 5 | 0.07 | A |
| 3 | 18.86 | 5 | 0.07 | A |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)***Elaborado por: La Autora, 2025**

Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4



Foto 5



Foto 6



Foto 7



Foto 8



Foto 9



Foto 10



Foto 11



Foto 12



Foto 13



Foto 14



Foto 15



Foto 16



Foto 17



Foto 18



Foto 19



Foto 20



Foto 21



Foto 22



Foto 23



Foto 24



Foto 25



Foto 26



Foto 27



Foto 28



Foto 29

