



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**EFFECTO DE DISTINTOS NIVELES DE FERTILIZACIÓN
MINERAL EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE
CUATRO VARIEDADES DE BANANO (*Musa paradisiaca*) EN LA
PARROQUIA GUASAGANDA**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del título de
Ingeniero (a) Agrónomo (a)

AUTORES:

Diego Franklin Ramírez Argoti
Alisson Gabriela Rosado Calero

TUTOR:

Jonathan Bismar López Bósquez

**LA MANÁ-ECUADOR
AGOSTO-2024**

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

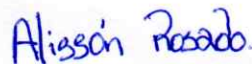
Diego Franklin Ramírez Argoti, con cédula de ciudadanía No. 1250986641, Alisson Gabriela Rosado Calero, con cédula de ciudadanía No. 0504059379 declaramos ser autores del presente **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: “EFECTO DE DISTINTOS NIVELES DE FERTILIZACIÓN MINERAL EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CUATRO VARIEDADES DE BANANO (*Musa paradisiaca*) EN LA PARROQUIA GUASAGANDA”**, siendo el Ing. Jonathan Bismar López Bósquez Mgs., Tutor del presente trabajo y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

La Maná, 15 de agosto del 2024



Diego Franklin Ramírez Argoti
C.C: 1250986641



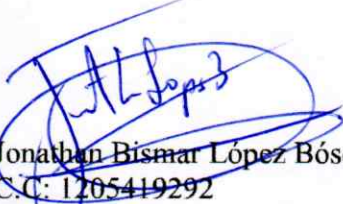
Alisson Gabriela Rosado Calero
C.C: 0504059379

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del proyecto de investigación sobre el título:

“EFECTO DE DISTINTOS NIVELES DE FERTILIZACIÓN MINERAL EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CUATRO VARIEDADES DE BANANO (*Musa paradisiaca*) EN LA PARROQUIA GUASAGANDA”, de Diego Franklin Ramírez Argoti; Alisson Gabriela Rosado Calero, de la carrera de Agronomía, considero que dicho Informe Investigativo es merecedor del aval de aprobación al cumplir técnicas, traducción y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa

La Maná, 15 de agosto del 2024


Jonathan Bismar López Bósquez
C.C: 1205419292
TUTOR

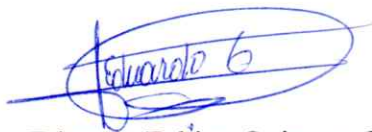
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y, por la extensión La Maná: Diego Franklin Ramírez Argoti; Alisson Gabriela Rosado Calero, con el título del Proyecto de Investigación: **“EFECTO DE DISTINTOS NIVLES DE FERTILIZACIÓN MINERAL EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CUATRO VARIEDADES DE BANANO (*Musa paradisiaca*) EN LA PARROQUIA GUASAGANDA”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometidos al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

La Maná, 15 de agosto del 2024

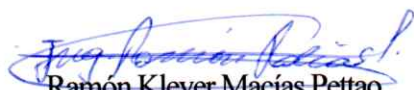
Para consiguiente firman:



Eduardo Fabian Quinatoa Lozada
C.C: 1804011839
LECTOR 1 (PRESIDENTE)



Kleber Augusto Espinosa Cunuhay
C.C: 0502612740
LECTOR 2 (MIEMBRO)



Ramón Klever Macías Pettao
C.C: 0910743285
LECTOR 3 (SECRETARIO)

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la Universidad Técnica de Cotopaxi "Extensión La Maná", en especial a la facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, en la carrera de Agronomía, por habernos permitido formarnos como profesionales, queremos dar las gracias infinitas a los docentes, por su dedicación, paciencia y sabiduría. Sus enseñanzas han sido esenciales para nuestro desarrollo académico y personal. En especial, agradecemos a nuestro docente tutor (Jonathan López), quien fue nuestra guía y apoyo durante todo este proceso, su conocimiento dedicación y entusiasmo han sido fundamentales para la realización de este trabajo que nos permitió convertirnos en unos profesionales.

Alisson & Diego

Gracias a Dios por su guía y fortaleza por haberme permitido concluir esta importante etapa de mi vida, su apoyo constante ha sido fundamental en cada paso del camino.

A mi madre cuyo amor y sacrificio ha sido el pilar de mi vida, gracias por tu apoyo incondicional, tus sabias palabras y tu fe en mí, este logro es tanto tuyo como mío.

A mi familia, especialmente a mis hermanas por su apoyo incondicional para alcanzar esta meta.

Diego

DEDICATORIA

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por permitirme haber logrado este paso importante en mi vida profesional. A mi familia que quienes con su amor, sacrificio y esfuerzo me han brindado las herramientas necesarias para alcanzar este logro. A mis dos angelitos que desde el cielo me han cuidado y me han dado las fuerzas para seguir adelante en todo este proceso, abuelita y papá esto es para ustedes.

Gracias a mi pareja, por su amor, comprensión y apoyo constante. Su presencia ha sido un pilar fundamental en este proceso. Gracias por ser mi fuente de fortaleza y mi inspiración diaria, cada palabra escrita y cada paso dado en este camino ha sido posible gracias a ti.

Alisson

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

TÍTULO: EFECTO DE DISTINTOS NIVLES DE FERTILIZACIÓN MINERAL EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CUATRO VARIEDADES DE BANANO (*Musa paradisiaca*) EN LA PARROQUIA GUASAGANDA

Autores:
Diego Franklin Ramírez Argoti
Alisson Gabriela Rosado Calero

RESUMEN

Esta investigación se realizó en el centro experimental Sacha Wiwa, ubicado en la parroquia Guasaganda, perteneciente a la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, en un cultivo de banano donde se evaluó el efecto de distintos niveles de fertilización mineral en el comportamiento agronómico de cuatro variedades de banano (*Musa paradisiaca*), donde se empleó un Diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con un arreglo factorial de AxB, el factor A compuesto por Cultivares de banano (Orito, Williams, Morado y Gros Michel), factor B los niveles de fertilización (sin fertilización, déficit, baja, media y alta), con un total de 20 tratamientos con tres repeticiones, con un total de 57 gl, empleando la prueba de rangos múltiples de Tukey al 0.05%, evaluando 12 variables, teniendo como resultados que los niveles de fertilización si intervinieron en el desarrollo de lo cultivares de banano, en variables como altura, ancho y largo de hoja, presentaron mejores valores con una fertilización baja, entendiendo que los cultivares no requieren de niveles altos para maximizar los valores en esta variables, poniendo a manifiesto su capacidad de aprovechamiento de los nutrientes disponibles, mientras que en las variables número de hojas, diámetro de fuste, área foliar, días a la floración, se obtuvieron buenos resultados con una fertilización alta llegando a alcanzar similares resultados con una fertilización baja, en cuanto al peso del racimo no hubo diferencias estadísticas entre cultivares, sin embargo se presentaron mejores promedios con una fertilización baja, en el número de manos la fertilización Baja presento los mejores promedios en los cultivares Gros Michel presento un mayor número de manos mientras que el menor fue Orito lo cual esta influenciado por las características genéticas de lo cultivares, número de hojas a la cosecha, destacaron las variedades Morado y Orito, donde no influyeron los niveles de fertilización, mientras que la cosecha (Días) las variedades Morado y Williams presentaron un mayor número de días, Orito fue el cultivar que presento menores días a la cosecha en los cuales no influyeron los niveles de fertilización sin embargo se observó un mejor comportamiento con el tratamiento control seguido de una fertilización media, se pudo determinar que los factores agroecológicos de Guasaganda pudieron haber influido puesto que los resultados se dieron mejor en niveles de fertilización bajo, sin excluir las características genéticas de los cultivares.

Palabras claves: Williams, Orito, Gros Michel, Morando, Déficit.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
EXTENSION LA MANÁ

**TITLE: EFFECT OF DIFFERENT MINERAL FERTILIZATION LEVELS ON THE
AGRONOMIC BEHAVIOR OF FOUR VARIETIES OF BANANA (*Musa paradisiaca*)
IN THE GUASAGANDA PARISH**

Authors:
Diego Franklin Ramírez Argoti
Alisson Gabriela Rosado Calero

ABSTRACT

his research was carried out at the “Sacha Wiwa” experimental center, located in the Guasaganda parish, belonging to the Technical University of Cotopaxi in La Maná, in a banana crop where the effect of different levels of mineral fertilization on the agronomic behavior of four varieties of banana (*Musa paradisiaca*) was evaluated, where a completely random block design (CRBD) was used. with a factorial arrangement of AxB, factor A composed of banana cultivars (Baby banana, Williams, Morado and Gros Michel), factor B the fertilization levels (without fertilization, deficit, low, medium and high), with a total of 20 treatments with three replications, with a total of 38 gl, employing Tukey's multiple range test at 0.05%, evaluating 12 variables, having as results that fertilization levels did intervene in the development of banana cultivars, in variables such as height, leaf width and length, presented better values with low fertilization, understanding that cultivars do not require high levels to maximize the values in these variables, highlighting their ability to take advantage of the available nutrients, while in the variables number of leaves, stem diameter, leaf area, days to flowering, good results were obtained with high fertilization, reaching similar results with low fertilization, as for the weight of the bunch there were no statistical differences between cultivars, however, in fertilization there were better averages with low fertilization, in the number of hands, low fertilization presented the best averages in terms of cultivars, Gros Michel presented a greater number of hands, while the lowest was Baby banana, which is influenced by the genetic characteristics of the cultivars, Number of leaves at harvest, the Purple and Baby banana varieties stood out a value, where fertilization levels did not influence, while the Harvest (Days) the Purple and Williams varieties presented a greater number of days, Baby banana was the cultivar that presented fewer days at harvest in which fertilization levels did not influence, however, a better behavior was observed with the control treatment followed by medium fertilization, it was determined that the agroecological factors of Guasaganda could have included since the results were better at low fertilization levels without excluding the genetic characteristics of the cultivars.

Keywords: Williams, Orito, Gros Michel, Morando, Deficit.

INDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
INDICE GENERAL	x
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE GRAFICAS.....	xv
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	4
4.1. Beneficiarios directos	4
4.1. Beneficiarios indirectos	4
5. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	4
6. OBJETIVOS.....	5
1. Objetivo general	5
2. Objetivos específicos.....	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACION A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	7
8.1. Producción de Banano	7
8.2. Origen y descripción.....	7
8.3. Factores que afecta la producción de banano	8
8.4. Situación del mercado internacional	8
8.5. Clasificación taxonómica del banano	9
8.6. Principales características morfológicas del cultivo de banano	10
8.7. Cultivares de Banano.....	11
8.7.1. Banano orito	11

8.7.2.	Gros Michel.....	12
8.7.3.	Banano Morado.....	13
8.7.4.	Williams.....	14
8.8.	Nutrición del cultivo del banano.....	14
8.9.	Elementos minerales fundamentales en el cultivo.....	14
8.9.1.	Nitrógeno.....	15
8.9.2.	Potasio.....	16
8.9.3.	Fósforo.....	17
8.9.4.	Calcio.....	18
8.9.5.	Azufre.....	19
8.9.6.	Zinc.....	19
8.9.7.	Magnesio.....	20
8.9.8.	Boro.....	21
8.10.	Fertilización.....	22
8.11.	Fuentes de fertilizantes.....	22
8.11.1.	Fertilizantes Fosfatados.....	22
8.11.2.	Fertilizantes potásicos.....	23
8.11.3.	Fertilización Nitrogenada.....	23
8.11.4.	Urea activa.....	23
8.11.5.	Nitrato de potasio.....	24
8.11.6.	Sulfato de magnesio.....	24
8.12.	Antecedentes investigativos.....	24
9.	HIPÓTESIS.....	26
10.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	27
10.1.	Ubicación y duración de la investigación.....	27
10.2.	Condiciones agrometeorológicas del centro de investigación Sacha Wiwa.....	27
10.3.	Tipo de investigación.....	27
	Experimental.....	27
	Descriptiva.....	28

Cuantitativa.....	28
Documental.....	28
10.4. Materiales y equipos	28
10.5. Factores de estudio.....	29
Factor A: Variedades.....	29
Factor B: Niveles de fertilización.....	29
10.6. Tratamientos de fertilización usados en el estudio	29
10.7. Esquema del experimento.....	30
10.8. Diseño experimental	31
10.9. Manejo de la investigación	31
10.9.1. Limpieza del terreno.....	31
10.9.2. Elaboración de zanjas.....	31
10.9.3. Toma de muestra para el análisis de suelo.....	32
10.9.4. Deshoje.....	32
10.9.5. Deschive	32
10.9.6. Deschante	32
10.9.7. Deshije.....	32
10.9.8. Realización de Corona.....	33
10.9.9. Apuntalamiento	33
10.9.10. Enfunde	33
10.9.11. Toma de datos.....	33
10.9.12. Fertilización.....	33
10.10. Variables evaluadas.....	34
11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39
11.1. Altura de planta - Efecto simple del factor A y B.....	39
11.2. Número de Hojas - Efecto simple del factor A y B.	41
11.3. Diámetro de Fuste - Efecto simple del factor A y B.	43
11.4. Ancho de hoja - Efecto simple del factor A y B.	44
11.5. Largo de Hoja - Efecto simple del factor A y B.....	46
11.6. Área foliar - Efecto simple del factor A y B.	48

11.7. Días a la floración - Efecto simple del factor A y B.	50
11.8. Peso del racimo - Efecto simple del factor A y B.	52
11.9. Número de manos - Efecto simple del factor A y B.	54
11.10. Número de hojas a la cosecha - Efecto simple del factor A y B.	56
11.11. Días a la cosecha Efecto simple del factor A y B.	58
11.12. Eficiencia agronómica	60
11.13. Análisis económico.....	63
12. IMPACTOS	64
13. PRESUPUESTO.....	65
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	66
15. BIBLIOGRAFÍA.....	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Actividades y sistema de tareas en relación con los objetivos planteados.....	6
Tabla 2 Clasificación Taxonómica del cultivo de banano.	10
Tabla 3 Condiciones agrometeorológicas del centro de investigación Sacha Wiwa.	27
Tabla 4 Materiales y Equipos empleados.	28
Tabla 5 Esquema de análisis de varianza.....	31
Tabla 6 Resumen del plan de fertilización aplicado en la investigación.	34
Tabla 7 Análisis económico de los tratamientos en estudio.	63
Tabla 8 Presupuesto de la investigación.	65

ÍNDICE DE GRAFICAS

Gráfica 1. Efecto simple (A y B) en la altura de planta de cuatro cultivares de banano por la fertilización mineral, Guasaganda, La Maná.....	39
Grafica 2. Interacción en la altura de planta de cuatro cultivares de banano por la fertilización mineral, Guasaganda, La Maná.	40
Grafica 3 Efecto simple (A y B) en el Numero de hojas de cuatro cultivares de banano por la fertilización mineral, Guasaganda, La Maná.....	41
Grafica 4 Interacción en el número de hojas de cuatro cultivares de banano por la fertilización mineral, Guasaganda, La Maná.	42
Grafica 5 Efecto simple (A y B) en el Diámetro de Fuste de cuatro cultivares de banano por la fertilización mineral, Guasaganda, La Maná.....	43
Grafica 6 Interacción en el Diámetro de Fuste de cuatro cultivares de banano por la fertilización mineral, Guasaganda, La Maná.	44
Grafica 7 Efecto simple (A y B) en el Ancho de hoja de cuatro cultivares de banano por la fertilización mineral, Guasaganda, La Maná.....	45
Grafica 8 Interacción en el Ancho de Hoja de cuatro cultivares de banano por la fertilización mineral, Guasaganda, La Maná.	46
Grafica 9 Efecto simple (A y B) en el Largo de hoja de cuatro cultivares de banano por la fertilización mineral, Guasaganda, La Maná.....	47
Grafica 10. Interacción en el Largo de Hoja de cuatro cultivares de banano por la fertilización mineral, Guasaganda, La Maná.	48
Grafica 11 Efecto simple (A y B) en el Área foliar de cuatro cultivares de banano por la fertilización mineral, Guasaganda, La Maná.....	49
Gráfica 12. Interacción en el Área foliar de cuatro cultivares de banano por la fertilización mineral, Guasaganda, La Maná.	50
Grafica 13. Efecto simple (A y B) en los Días a la floración cuatro cultivares de banano por la fertilización mineral, Guasaganda, La Maná.....	51
Grafica 14 Interacción en los Días a la floración de cuatro cultivares de banano por la fertilización mineral, Guasaganda, La Maná.....	52

Grafica 15 Efecto simple del factor (A y B) en el Peso del racimo en cuatro cultivares de banano por la fertilización mineral, Guasaganda, La Maná.....	53
Grafica 16 Interacción en el Peso del racimo de cuatro cultivares de banano por la fertilización mineral, Guasaganda, La Maná.	54
Grafica 17 Efecto simple del factor (A y B) en el Número de manos en cuatro cultivares de banano por la fertilización mineral, Guasaganda, La Maná	55
Grafica 18 Interacción en el Número de mano de cuatro cultivares de banano por la fertilización mineral, Guasaganda, La Maná.	56
Grafica 19 Efecto simple del factor (A y B) en el Número de hojas a la cosecha en cuatro cultivares de banano por la fertilización mineral, Guasaganda, La Maná.....	57
Grafica 20 Interacción en el Número de hojas a la cosecha de cuatro cultivares de banano por la fertilización mineral, Guasaganda, La Maná.	58
Grafica 21 Efecto simple del factor (A y B) en Días a la cosecha en cuatro cultivares de banano por la fertilización mineral, Guasaganda, La Maná.....	59
Grafica 22 Interacción en Días a la cosecha de cuatro cultivares de banano por la fertilización mineral, Guasaganda, La Maná.	60
Grafica 23. Eficiencia agronómica del Nitrógeno.	60
Grafica 24. Eficiencia agronómica Fósforo.....	61
Grafica 25 Eficiencia agronómica del Potasio.	62
Grafica 26 Eficiencia agronómica Magnesio.	62

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto:	Efectos de distintos niveles de fertilización mineral en el comportamiento agronómico de cuatro variedades de Banano (<i>Musa paradisiaca</i>) en la parroquia Guasaganda
Fecha de inicio:	Abril 2024
Fecha de finalización:	Agosto 2024
Lugar de ejecución:	Parroquia Guasaganda, Centro de Investigación experimental Sacha Wiwa
Facultad que auspicia:	Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales
Carrera que auspicia:	Agronomía
Proyecto de Investigación:	Sector Agrícola
Equipo de Trabajo:	Diego Franklin Ramírez Argoti Alisson Gabriela Rosado Calero
Tutor de tesis	Ing. Jonathan Bismar López Bósquez, Mgs.
Área de Conocimiento:	Agricultura, silvicultura y pesca
Línea de investigación:	
Sublínea de Investigación:	Producción Agrícola Sostenible

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

A nivel mundial, el banano se ubica entre los principales productos agrícolas, entre los mayores exportadores en la última década a Ecuador, Filipinas, y Costa Rica, mientras que los países importadores son Estados Unidos, Alemania y Bélgica. El aporte nutricional y la capacidad de producción durante todo el año son elementos predominantes al momento de concretar relaciones comerciales en relación con esta fruta, además de su nivel de asequibilidad puesto que la producción a escala permite reducir los costos de producción y con ello que la fruta se comercialice a valores acordes en los diferentes países adquirente (León *et al.*, 2023).

Ecuador es uno de los principales productores y exportadores de banano de alta calidad en el mundo, cumpliendo estándares de mercados muy exigentes como la Unión Europea y los Estados Unidos, así como los requisitos de certificación para asegurar el cumplimiento de las normas sociales y ambientales (Ministerio de Comercio Exterior , 2017)

En el cantón La Maná más del 60% de sus habitantes dependen de la agricultura. El banano se encuentra entre sus principales actividades agrícolas, especialmente las variedades de exportación, Valery, Williams y en una menor cantidad Orito y Morado. Este fruto es de gran importancia económica, ya que su exportación en grandes cantidades impulsa el desarrollo de pequeños, medianos y grandes productores, además de generar empleos para la población ecuatoriana.

En el cultivo de banano la aplicación de fertilizantes regula los procesos fisiológicos de la planta como la absorción de nutrientes lo cual influye en el desarrollo y crecimiento de las plantas, así como también la obtención de fruta de calidad siendo sostenible, sustentables y generando rentabilidad para el sector bananero. Según Russo, (1995) los fertilizantes aplicados en bananos durante sus etapas juveniles promueven significativamente las expansiones del área foliar, además de aumentar tanto en diámetro como en altura pseudotallo de la planta.

La presente investigación se llevó a cabo en la parroquia Guasaganda en la provincia de Cotopaxi en el centro de investigación de Sacha Wiwa con el objetivo de evaluar el efecto de distintos niveles de fertilización mineral en el comportamiento agronómico de cuatro variedades de banano (*Musa paradisiaca*), contando con testigos sin aplicación. Para el efecto se establecieron cuatro niveles de fertilizantes inorgánicos con bases a análisis de suelo y a la demanda nutricional de los cultivos. Se empleó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA), en arreglo factorial A x B, siendo el factor A (variedades de banano) y factor

B (niveles de fertilizantes) con tres repeticiones. Para el análisis estadístico se empleó la prueba de rangos múltiples de Tukey al 5% de probabilidad.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En el 2020, el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, menciona que se usó un promedio al de redor de 827,7 kg/ha de fertilizantes en el cultivo de banano, dado que es un cultivo de suma importancia para la economía del país puesto que su producción es exportable y representa el 2% del PIB general y aproximadamente el 35% del PIB agrícola (INEC, 2020)

Mendoza (2023), establece que una buena fertilización es crucial en el manejo de las musáceas, ya que estas plantas son altamente eficientes y producen una gran cantidad de biomasa en poco tiempo. La innovación en los conceptos modernos de manejo de elementos para la fertilización del banano ha sido un factor clave para lograr mejores rendimientos y rentabilidad. Como señalan (Espinosa & Mite, 2023).

Una de las prácticas más comunes en el sector bananero es la aplicación de fertilizante, labor que consiste en reponer los nutrientes extraídos del suelo, la fertilización consiste en una aplicación uniforme alrededor de la planta y escalonada, la cual permite una mejor asimilación por las plantas (Aboboreira Neto , 1994). No obstante, es de mucha importancia en la plantación ejecutar la fertilización, ya que consigue mejorar puesto que los elementos son necesarios para el desarrollo de la planta, tanto de su parte aérea radical lo que nos da como resultado lograr una fruta de mejor calidad comercial (longitud, grosor y peso), por esta razón es una práctica necesaria que las plantas de banano tengan una adecuada fertilización (Tene Guarnizo, 2021)

En esta investigación se evaluó el efecto de distintos niveles de fertilización en cuatro variedades de banano con el fin de optimizar el uso de estos nutrientes, a fin de mejorar significativamente la rentabilidad de las plantaciones maximizando el crecimiento y la producción de las plantas. Esta práctica contribuye a la reducción de los impactos ambientales negativos, como la contaminación del suelo y del agua, que resultan del uso excesivo de fertilizantes minerales. Implementando técnicas sostenibles que no solo beneficiaran a los agricultores, incrementando sus ingresos y estabilidad económica, sino que también con el fin de promover la salud del ecosistema. Es esencial adoptar métodos innovadores y eficientes de fertilización que prioricen el equilibrio ambiental y la sostenibilidad a largo plazo. De esta manera, se puede garantizar un futuro más próspero y ecológico para la producción bananera, protegiendo los recursos naturales para las generaciones futuras.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

4.1. Beneficiarios directos

Los principales beneficiarios sobre los resultados de esta investigación están dirigidos a los productores de banano en especial a los pequeños productores que se dedican a la comercialización de este cultivar, esta investigación brinda alternativas para una producción sostenible y sustentable.

4.1. Beneficiarios indirectos

Los beneficiarios indirectos son los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi pertenecientes a la carrera de agronomía, gracias a los resultados de esta investigación obtendrán el conocimiento en base al uso de fertilizantes minerales en el cultivo de banano y su efecto en el desarrollo y producción del banano.

5. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

En el 2022 en la base de datos del INEC, menciona que se usó alrededor de 623 kg/ha de fertilizantes minerales en cultivos permanentes destacando el cultivo de Banano, realizando una comparación entre año, mediante sus estadísticas de censo mostro que para el 2023 la intensidad del uso de fertilizantes aumento con un promedio de 410kg/ha de fertilizantes a nivel nacional (INEC, 2024)

Entre los diversos problemas que se presentan en las plantaciones de banano, se encuentran los factores ambientales, biológicos y abióticos, este último se centra al manejo del suelo, específicamente la parte química, que por ser cultivo que se extrae macro y micronutrientes en cantidades considerables, los productores se ven en la obligación de reponer los elementos nutrimentales que se encuentran deficientes en el suelo, a través de la fertilización, esto en algunos escenarios no son manejados técnicamente, lo que trae como consecuencia, problema la pérdida de su fertilidad, por el bloque de nutrientes, acidificación y la perdida de la biota que contribuye en la mineralización (Orzama, 2017)

En los datos mencionados por el INEC, se puede observar que la intensidad del uso de fertilizantes va en aumento, por una degradación más acelerada por desconocimiento de fertilización.

Uno de los problemas primordiales el cultivo de banano, es la falta de conocimiento por parte del agricultor en los requerimientos nutricionales necesarios para la plantación, el problema es

la mala práctica de fertilización edáfica, como se lo realiza desde hace muchos años lo cual va ocasionando que los suelos se vayan deteriorando o bloqueando otros elementos donde la planta hoy en día ya no puede asimilarlo, esto ocurre por lo que están acostumbrado a aplicar nitrógeno, fosforo y potasio que en si son elementos necesarios para un buen desarrollo de una planta pero la aplicación lo realizan en dosis no establecidas o sin un previo análisis de suelo y sin tomar en cuenta la necesidad del cultivo.

Por lo cual mediante esta investigación se pretende enfocarnos en el problema de la nutrición que tiene en la parroquia Guasaganda en sus plantaciones bananeras para verificar la efectividad que nos muestra el efecto de distintos niveles de fertilización mineral en el comportamiento agronómico de cuatro variedades de banano (*Musa paradisiaca*).

6. OBJETIVOS

1. Objetivo general

- Evaluar el uso de los distintos niveles de fertilización mineral en el comportamiento agronómico de cuatro variedades de Banano (*Musa paradisiaca*) en la parroquia Guasaganda.

2. Objetivos específicos

- Analizar la respuesta agronómica en las cuatro variedades de banano (*Musa paradisiaca*) con la aplicación de distintos niveles de fertilizantes.
- Determinar el nivel de fertilización favorable para un buen desarrollo de las cuatro variedades de banano (*Musa paradisiaca*).
- Establecer un análisis económico de los tratamientos en estudio de las cuatro variedades de banano (*Musa paradisiaca*).

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACION A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1 Actividades y sistema de tareas en relación con los objetivos planteados.

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS	MÉTODO DE VERIFICACIÓN
*Identificar las variables agronómicas en las cuatro variedades de banano (<i>Musa paradisiaca</i>) con la aplicación de distintos niveles de fertilizantes.	*Delimitación del área de estudio, *Elaboración de análisis de suelo química-física. *Toma de datos de las variables agronómicas.	*Investigación del campo establecido. *Parcelas definidas. *Datos de crecimiento como: altura de plantas, diámetros de Fuster, número de hojas	Fotografías, libro de campo, análisis de suelo, Excel, análisis estadístico de los resultados
Determinar el nivel de fertilización favorable para un buen desarrollo de las cuatro variedades de banano (<i>Musa paradisiaca</i>).	*Toma de datos de los tratamientos	*Ficha de las variables (Altura, largo y ancho de hojas, floración, cosecha, peso del racimo, N. de manos)	Libro de campo, fotografías.
Establecer un análisis de costo de los tratamientos en estudio de las cuatro variedades de banano (<i>Musa paradisiaca</i>).	*Realizar un análisis económico de los tratamientos establecidos en la investigación.	*Datos del análisis de los costos de los tratamientos establecidos en la investigación	Documento del análisis de costos de los tratamientos establecidos en la investigación.

Elaborado por: Rosado & Ramírez (2024).

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1. Producción de Banano

En el mercado internacional, el fruto del ejercicio diarios es el banano, en términos de volumen, son la principal fruta de exportación, solo superada por lo cítricos en valor, representando el 12% de la producción mundial total de fruta (Martinez et al., 2007).

El desarrollo del mercado internacional de la fruta del banano está estrechamente relacionado con el crecimiento de la industria y su carácter puramente exportador, que a su vez depende de la producción mundial. A lo largo de la historia del cultivo se han producido cambios significativos en las técnicas de producción y/o estructura o canales de comercialización que de una forma u otra marcaron y determinaron su futuro. Durante la década de 1950 a 1960, la industria experimento un crecimiento significativo debido al desarrollo y consolidación de los mercados de Europa Occidental y Japón, expandiendo efectivamente las necesidades del mundo se enfoca solo en Estados Unidos (García et al., 2016)

Hasta fines de la década de 1950, el comercio internacional y el mercado bananero estuvo dominado por el linaje Gros Michel (*Musa AAA*), cuando la alta incidencia y propagación del mal de Panamá causado por *Fusarium 8 (oxysporum sp cubense)* tipo 1 provocó una fuerte disminución de la producción. Por lo tanto, el banano como el trigo, el arroz y el maíz, son producto de consumo importante en los países en desarrollo de tal forma se los considera un producto con impactos económicos, sociales, ambientales y políticos, son fuentes de ingresos latinos y empleos en las Américas, el Caribe y Asia y en África (Chamba y Montoya, 2021)

8.2. Origen y descripción

Musa paradisiaca es una planta herbácea definida por primera vez por Linneo en el año 1753. El género *musa* es muy antiguo se presume que el banano se originó desde el Sureste Asiático, donde las culturas primitivas empezaron a propagarlos hace unos diez mil años y muchas de las especies presentes en el son utilizadas tanto en la alimentación humana como en animales. La sección *Eumusa* forma parte de la gran diversidad del género, contiene la mayoría de los bananos y plátanos comestibles. La utilización de banano como fruto fresco, destaca a todas las demás frutas, solo superado por el consumo de cítricos industriales (Ibisi y Asoluka, 2018).

Este cultivo se lo considera una hierba gigante, el producto de aprovechamiento se encuentra en el racimo, el fruto es rico en hidratos de carbono los cuales son fácilmente asimilados por el ser humano y aportan grandes nutrientes energéticos: la planta está compuesta por dos partes,

en la primera se encuentra desde las raíces, el corno y los hijos: la otra parte la conforma el pseudotallo, las hojas y el racimo (Tirado y Zalazar, 2018).

8.3. Factores que afecta la producción de banano

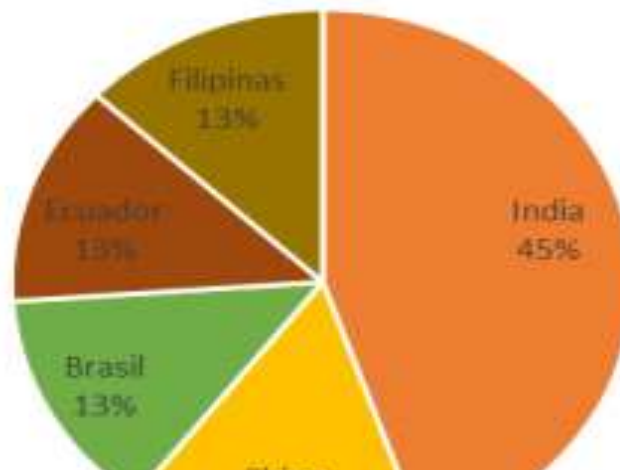
Hay una manera de clasificar los tipos de factores que afectan la producción, como factores internos y externos. En la que los factores internos o genéticos suelen ser más sobre la variedad de las plantas cultivadas, mientras que los factores externos tienen que ver con el medio ambiente o los que están en constante cambio dependiendo de la zona donde se encuentren. Además, se toman en cuenta los agentes abióticos en la cual se encuentran organismos benéficos y perjudiciales, además intervienen muchas veces la mano del hombre alterando o ayudando en condiciones en la plantación del cultivo (Alvario, 2018)

Dentro de los factores que afectan indirectamente al banano y coexisten en gran medida con respecto a los factores genéticos se aborda a existencia de clones de banano los cuales fueron desarrollados para que se adapten las condiciones de la zona, tenga una alta tolerancia a las plagas y que tengan altos índices de producción que se vean reflejados en el rendimiento. Es de gran relevancia mencionar que para mejorar el manejo agronómico el productor debe implementar nuevas técnicas o prácticas agrícolas que le permitan mejorar el rendimiento a futuro. Las principales técnicas son: el manejo de las densidades de siembra, el deshije, el repoblamiento de los espacios en blanco en campo, el control de arvenses, planes de fertilización, controles de plagas y enfermedades, el riego y drenaje de los canales, entre otros (Vite et al., 2020).

8.4. Situación del mercado internacional

De acuerdo con las estadísticas de la FAO en cuanto a la producción histórica promedio del año 1994 al 2019 la mayor producción fue del país de la India, Chin, Brasil, Ecuador y Filipinas estos fueron los principales productores de banano en ese orden.

figura 1 Porcentaje de la producción histórica de los cuatro principales países.



Fuente, (FAO, 2019)

Si bien la producción histórica (toneladas) indica que la India tubo 21431132.69, China 7529903.85, Brasil 6470631.35, Ecuador 6309615.38 y Filipinas 6221526.73 son los principales productores, se debe considerar que India, China y Filipinas son los países consumidores de la fruta, pero no exportando, por lo que Ecuador es un importante exportador de fruta a nivel mundial. El banano es la fruta fresca más consumida en el mundo ver (Figura 1). La producción de banano es reconocida como uno de los cultivos más rentables en América Latina y el Caribe. El mercado evoluciona de año en año y enfrenta cambios en la estructura, los sistemas de producción los canales de distribución y las especificaciones del producto (Martínez et al., 2007).

8.5. Clasificación taxonómica del banano

El banano es una planta monocotiledónea cultivada en aproximadamente 120 países de las regiones tropicales y subtropicales pertenece a la familia Musáceas y es reconocido como uno de los alimentos más importantes en el mundo en desarrollo. La variedad Cavendish constituye el 47% de la producción mundial de banano, destacándose especialmente en el Caribe, América Latina, África (como Camerún y Costa de Marfil, así como las Islas Canarias), y Asia (como Filipinas). Sin embargo, estas plantaciones son vulnerables a plagas y enfermedades que afectan tanto el crecimiento como la producción (Cosoveanu y Trujillo, 2016)

Tabla 2 Clasificación Taxonómica del cultivo de banano.

Genero	Musa spp.
Orden	<i>Zingiberales</i>
Familia	<i>Musáceas</i>
Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Liliopsida</i>
especie	<i>Musa acuminata, Musa Balbisiana</i>

Fuente: (Rustagi y Shekhar, 2014)

8.6. Principales características morfológicas del cultivo de banano

La planta de Banano posee un sistema radicular compuesto por una gran cantidad de raíces terciarias, secundarias y primarias que desempeñan funciones vitales para el soporte y la nutrición de la planta, así como la filtración del agua. Las raíces del banano se extienden horizontalmente hasta 3 metros y verticalmente hasta 1,5 metros de profundidad. Debido a su fragilidad, su penetración en el suelo está estrechamente vinculada a la estructura, textura y humedad de la superficie del suelo. Además, las raíces son esenciales para la absorción de agua y nutrientes, influyendo directamente en la salud y productividad de la planta (Torres, 2012).

El tallo también conocido como rizoma tuberoso, se encuentra casi en la superficie y acumula sustancias nutritivas, presentando un aspecto grueso y corto con tejido que retiene agua. Este órgano se origina a partir de un brote vegetativo de la planta madre y da lugar al sistema foliar y al pseudotallo. Por otro lado, las hojas del banano, que emergen del meristemo, cumplen funciones fotosintéticas esenciales. La planta de banano produce entre 36 y 35 hojas durante su ciclo de producción con una tasa de crecimiento de 0.6 a 1.0 hojas por semana. Las hojas son verdes con una estructura compuesta por limbo, nervadura, peciolos y vaina (Gonzalez, 2017).

(Barrera, 2014) menciona que el fruto del banano, carnoso y suave, se desarrolla a partir de las flores femeninas del ovario y toma entre 10 y 13 semanas en madurar completamente con un buen mantenimiento desde las fases iniciales del cultivo. El banano es una baya con pulpa dulce y aromática con un gran valor nutritivo y tonalidad parda. La inflorescencia o bellota, emerge del pseudotallo y está compuesta por flores masculinas y femeninas. Las flores femeninas, dispuestas en filas llamadas manos se encuentran una encima de otra, mientras que las flores masculinas se sitúan en el extremo del racimo, conocido como cucula. Un racimo típico de banano está formado por aproximadamente 22 dedos por mano y 12 manos por ramillete (Galan et al., 2018).

8.7. Cultivares de Banano

Los bananos que se cultivan en muchos países de clima tropical proceden de especies silvestres del género *Musa* que remonto su origen en el Sureste Asiático, el plátano malayo y el plátano macho. A partir de ellas se han podido obtener más de un millar de híbridos, cultivares y razas con un agradable sabor y un alto valor nutritivo, por lo cual también son conocidas por la importancia económica que han adquirido los cultivares de banano en especial los países con climas tropicales que contribuyen uno de los alimentos básicos de subsistencia (López y Pérez, 2017)

8.7.1. Banano orito

El cultivar banano orito también conocido como baby banana, ha tenido una gran prosperidad en las zonas de distribuciones de la cordillera de los Andes. Esta variedad se cultiva en la costa, sierra y amazonia ecuatoriana, especialmente con un predominio en el subtrópico. La producción de banano orito está en manos de pequeños productores y sigue en constante crecimiento. Se estima que se producen alrededor de 3 toneladas por hectárea al año, con cajas que pesan aproximadamente entre 15 y 17 libras. Este cultivo tiene una importancia significativa para la exportación y la economía (Quiroz, 2007). En este mismo contexto (El Productor, 2018), manifiesta que el cultivar de banano orito se cultiva en la costa, sierra y oriente del Ecuador. Convirtiéndose en un cultivo tradicional, siendo las provincias de Bolívar y Cotopaxi. La producción en su mayoría está destinada al mercado estadounidense, proporcionando sustento a las familias ecuatorianas que se dedican a esta actividad agrícola (AGRO, 2014)

De acuerdo con (AGRO, 2014) el cual menciona que en fincas especializadas que mantienen un control riguroso de las prácticas culturales, se producen entre 20 y 25 cajas por hectárea semanalmente durante todo el año. Estas cajas suelen pesar 16 libras cada una. No todas las plantaciones, sin embargo, cuentan con las condiciones edafoclimáticas adecuadas, lo que puede afectar la producción y el beneficio económico.

(Freire, 2015) establece que el baby banano es una fruta dulce de tamaño pequeño, generalmente no más de 3 pulgadas, que se consume fresca en ensaladas de frutas o se utiliza en la industria panadera para elaborar diversos bocadillos. Cuando está madura, su piel es de un color amarillo brillante. También se conoce como baby banana, orito, lady finger y platanito. Este cultivo presenta un pseudotallo de color amarillo verdoso y alcanza una altura promedio

de entre 2.5 y 3.6 metros. Sus hojas son angostas, erectas de color verde pálido y brillantes. El racimo es cilíndrico y puede tener 6 a 11 manos, mientras que su fruta es redonda. El orito puede sembrarse desde los 200 hasta los 1000 metros sobre el nivel del mar (msnm), aunque solo la fruta cultivada hasta los 800 msnm es adecuada para la exportación, ya que a mayores altitudes el crecimiento es más lento.

(Arechiga, 2013) afirma que el orito cumple con ciertas características para su comercialización, incluyendo un tallo de poco vigor que no supere los 4 metros. La fruta que produce es dulce ligeramente pastoso, diferenciándose de otras variedades por su sabor, tamaño, color y composición, así como por sus hojas más largas y brillantes. Una característica destacada del orito es su tolerancia a *Mycosphaerella spp*, lo que reduce la necesidad de fumigaciones aéreas para combatir esta enfermedad.

8.7.2. Gros Michel

Es una de las primeras variedades que fueron cultivadas en América Latina que ha permitido el desarrollo de clones resistentes a plagas y enfermedades, es una planta de gran tamaño, alcanzando una altura de 6 y 7 metros de altura y puede llegar a tener entre 8 a 12 hojas. Su pseudotallo formado por vainas foliares se asemeja a un tronco. Aproximadamente 9 meses después de la siembra la planta comienza a emitir sus primeras flores que crecen en el raquis y forman “dedos” que luego se convierten en manos. Cada racimo puede tener entre 10 y 12 manos. La fruta Gros Michel es muy apreciada, especialmente por su sabor agradable, cada racimo puede contener entre 10 y 12 manos, lo que la hace aún más valorada en el mercado (Lideres, 2012).

El Gros Michel es un cultivar triploide de bananos silvestres de *Musa acuminata*, clasificado en el grupo AAA y conocido oficialmente como *Musa acuminata*, Gros Michel también es conocido guineo de seda, guineo gigante, cambur, seda y plátano roatán, (Lideres, 2012) indica que actualmente, esta variedad no se cultiva en grandes cantidades para la exportación debido a su susceptibilidad a la *enfermedad Fusarium oxysporum* raza 1. Hasta el siglo XX, se cultivaba y comercializaba extensamente, pero debido a esta enfermedad ahora se produce principalmente para el consumo local. En los mercados nacionales, se vende en racimos en lugar de cajas y es especialmente popular en ciudades como Quito y Guayaquil debido a su sabor distintivo que la diferencia de otras variedades cultivadas en el país.

Según el (Comercio, 2019) afirma que, a principio del siglo XX, Tenguel fue el primer lugar en Ecuador donde se empezó a cultivar banano Gros Michel, abarcando 42.000 hectáreas. Posteriormente, el cultivo se expandió a las provincias de Los Ríos, Esmeraldas y El Oro, lo que permitió a Ecuador convertirse en un importante exportador de banano. Esto impulso significativamente la economía del país permitiendo exportaciones de más 70 millones de cajas, representando el 30 % de la producción mundial de esta fruta y brindando apoyo a los agricultores afectados por la crisis cacaotera. En 1962, la enfermedad *Fusarium oxysporum* apareció en Ecuador, causando la perdida de una gran parte de las plantaciones, especialmente en Los Ríos. A medida que el virus se propagaba por toda Centroamérica, los productores bananeros comenzaron a cultivar otras variedades, como el baby banano y el banano morado (Comercio, 2019).

8.7.3. Banano Morado

Estudios mencionan que esta variedad se cultiva en pequeñas proporciones debido a ciclo vegetativo más largo que dura aproximadamente 18 meses un periodo mayor en comparaciones con otras variedades. En las provincias de Los Ríos y Santo Domingo, pequeños agricultores la cultivan. A diferencia de la Cavendish, esta planta es de menor porte. En las zonas subtropicales de Cotopaxi, específicamente en el cantón La Maná, también se cultiva, destacándose por su resistencia a temperaturas frías (Oseguera, 2014).

Por otro lado (Aguilar, 2015) menciona que el banano *Musa acuminata*, también conocido como morado o guineo rojo, se cultiva en zonas más altas en comparación con los bananos comunes. Las áreas cercanas a las cordilleras son las más adecuadas para su cultivo. Las principales provincias productoras son Guayas, específicamente en la zona de Bucay y Cotopaxi, en el cantón La Mana. Otras provincias como Santo Domingo de los Tsáchilas también lo cultivan, pero en menor calidad.

Mientras que (Guerrero et al., 2018) determina que esta variedad es tolerante a plagas y enfermedades, aunque susceptible a nematodos, *Cosmopolitas spp.*, y *Mycosphaerella spp.* Tarda 18 meses en producir frutos. Es un banano de gran tamaño, alcanzando entre 3 y 5,5 metros de altura, con hojas y pseudotallo de un color morado intenso y un diámetro de entre 70 y 80 cm. Produce racimos compactados con alrededor de 100 frutos de sabor intenso y tamaño medio, que pasan de un color morado a un naranja parduzco al madurar.

las exigencias climáticas indican que el banano rojo es tolerante a bajas temperaturas lo que permite un desarrollo normal sin complicaciones ni síntomas de arrepolla miento a diferencia de los bananos convencionales (Navarrete, 2020).

8.7.4. Williams

Este cultivar produce frutos de alta calidad en grandes cantidades, es una planta semi enana con un pseudotallo vigoroso de color verde amarillento. Gracias a su robusto sistema radicular, es resistente al volcamiento por vientos. En términos de producción el racimo tiene un peso promedio de 26 kg y consta de 12 manos con una longitud de 23 cm y un perímetro de 13 cm por fruta. Esta variedad destaca por su adaptabilidad a condiciones extremas de clima, suelo y agua (Guerrero, 2016).

En cuanto a los patógenos se menciona que es muy susceptible al nematodo *Radopholus similis*, pero resistente a *Meloidogyne*. También es vulnerable al ataque del hongo *Mycosphaerella fijiensis*, agente causal de la enfermedad conocida como sigatoka negra (López, 2015).

8.8. Nutrición del cultivo del banano

Dentro del manual de nutrición y fertilización del IPNI, se describe cuáles son las funciones de los nutrientes sobre el cultivo de banano las cuales serán brevemente descritas, aunque la fertilización mineral o química no es la única alternativa en banano es muy necesaria debido a los requerimientos del cultivo (Espinoza & Maite., 2002).

Sin embargo, existen factores que afectan el crecimiento y la producción de las plantas generalmente se dividen en endógenos (genéticos) y exógenos (ambientales). Los factores internos están relacionados con la variedad utilizada, mientras que los factores externos están relacionados con el clima (sol, temperatura, lluvia), factores biológicos (orgánicos benéficos y dañinos), tipo de suelo, obviamente la intervención humana puede afectar o cambiar algunos factores ambientales a un cierto grado. En este sentido (Zhiminaicela-Cabrera et al., 2020) menciona la importancia de la utilización de nuevas tecnologías para evaluar la situación actual de los cultivos mediante la teledetección y otras herramientas.

8.9. Elementos minerales fundamentales en el cultivo

Los factores genéticos son de suma importancia dicho esto cabe mencionar que existen líneas de banano adaptadas de diferentes regiones productoras de banano de alto rendimiento en el mundo. De hecho, para las variedades de banano actuales, los factores externos tienen un gran impacto en la eficiencia operativa (Castillo et al., 2011).

Una zona que disponga de mucho sol al día y temperaturas altas (alrededor de 30 grados centígrados) puede ser más productiva que otra zona con muchas horas de sol al día y temperaturas extremas de frío o calor. Los términos sol y día a veces se usan indistintamente. De hecho, la luminosidad solar mide las horas de luz solar directa (sin nubes), mientras que el término horas de luz se refiere al número total de horas de luz en un día (con o sin nubes). A menudo es un enfoque erróneo buscar altos rendimientos en áreas desfavorecidas en otros lugares, sin considerar que los bajos rendimientos son el resultado del clima más que del manejo agronómico o del tipo de suelo utilizado (Zambrano, 2020)

8.9.1. Nitrógeno

El Nitrógeno (N) es uno de los elementos primordiales en el desarrollo de las plantas y constituye aproximadamente entre el uno y el cuatro por ciento del extracto seco de la planta. Se absorbe del suelo en forma de nitrato (NO_3^-) o amonio (NH_4^+). Dentro de la planta, este elemento se combina con productos derivados del metabolismo de carbohidratos para formar aminoácidos y proteínas. El Nitrógeno es fundamental para la estructura de las proteínas y juega un papel crucial en todos los procesos vitales de las plantas y en la preparación de su rendimiento. Además, es crucial en la asimilación de otros nutrientes por parte de la planta (FAO, Los fertilizantes y su uso, 2002).

En entornos naturales y agrícolas, el Nitrógeno suele estar presente en cantidades limitadas. Por este motivo, la producción de cultivos de alto rendimiento está estrechamente ligada a la aplicación de grandes cantidades de fertilizantes nitrogenados en el suelo. La importancia fisiológica del Nitrógeno para las plantas se refleja claramente en su impacto en el crecimiento de las hojas, la senescencia, la estructura del sistema radicular y el tiempo de floración, entre otros aspectos (Contreras, 2015).

En el caso del banano, se ha observado que el contenido máximo de nitrógeno en las hojas, el pseudotallo y el rizoma se alcanza durante la etapa de floración. Al llegar a la cosecha, estos órganos pueden contener aproximadamente el 55% del nitrógeno total de la planta, mientras que el 45% restante se encuentra en el racimo. Durante la etapa productiva, la concentración de nitrógeno en las hojas disminuye debido a la transferencia hacia los frutos. Los nutrientes acumulados en estos órganos al momento de la cosecha se transfieren al brote sucesor y una parte se reincorpora al suelo (Sanchez y Mira, 2013). Los síntomas más comunes de la deficiencia de nitrógeno en las plantas de banano incluyen clorosis o amarillamiento de las

hojas peciolos y vainas foliares, junto a un retraso en el crecimiento. Además se observa la formación de pseudotallo delgados, peciolos y hojas más pequeñas y una disminución en la vida útil de las hojas, la planta de banano es especialmente sensible a la falta de nitrógeno en comparación con otros elementos y esta deficiencia causa una reducción significativa en los rendimientos (Haifa, 2012).

8.9.2. Potasio

Se ha considerado el elemento más crucial en la nutrición mineral del banano, la planta requiere grandes cantidades de potasio (más de 1100 kg ha⁻¹ año⁻¹). Se absorbe en forma de catión monovalente y no forma parte de compuestos orgánicos, pero desempeña un papel vital en procesos como la respiración, la fotosíntesis, la formación de clorofila y la regulación del estado hídrico en las hojas. Además, es fundamental para la conversión de azúcares en almidones y para el transporte de asimilados desde las hojas hacia los frutos, cormos y raíces. El contenido de potasio en tejidos vegetales puede oscilar entre el 2.5% y el 4.5% de la materia seca total (Bazurto, 2016).

El potasio se representa entre el uno y el cuatro por ciento del extracto seco de la planta. Más de 60 enzimas, fundamentales para la regulación bioquímica, se activan gracias a este elemento dentro de la planta, promoviendo la síntesis de carbohidratos y proteínas. Su presencia mejora significativamente el régimen hídrico de la planta, confiriéndole tolerancia a sequías, bajas temperaturas y suelos salinos (FAO, Los fertilizantes y su uso, 2002)

Durante la floración del banano se dice que la planta acumula el 56% del potasio total que retendrá durante todo su ciclo de desarrollo. Al momento de la cosecha, las hojas, el pseudotallo y el rizoma contienen aproximadamente el 55% del potasio, mientras que el racimo alberga un 45%. Después de la floración, el contenido de potasio en las hojas disminuye. La función principal de este nutriente radica en el transporte y la acumulación de azúcares dentro de la planta, jugando un papel crucial en el llenado de la fruta y, por ende, vinculado estrechamente con el rendimiento del cultivo, aunque su impacto en el crecimiento es limitado (Buste, 2019).

Los síntomas de deficiencia de potasio en las plantas de banano son rápidamente evidentes cuando no se aplica potasio de forma continua en cultivos intensivos de banano, los síntomas clásicos de esta deficiencia son: Las hojas más viejas muestran clorosis, con las puntas volviéndose amarillas. Este amarilleo y la necrosis se extienden rápidamente hacia la base, hasta

que toda la hoja se seca. Por otro lado, se tornan amarillas rápidamente, luego naranjas, y finalmente se secan. Las hojas pueden desgarrarse, doblarse hacia abajo y presentar una apariencia arrugada. Se desarrollan divisiones paralelas a las venas secundarias y la lámina se dobla hacia abajo. La nervadura central también se dobla y fractura, dejando la mitad distal de la hoja colgando (*Prebel, 2002*).

8.9.3. Fósforo

El Fósforo (P) es un elemento esencial en la agricultura debido a que no tiene sustitutos y no puede ser obtenido de la atmósfera para la producción de cultivos. Es crucial asegurar un suministro adecuado de fósforo para lograr un crecimiento y reproducción óptimos (*Avellán et al., 2020*), De igual manera (*Azcòn y Talòn, 2013*) indica que la forma de ion fosfato, el fósforo está disponible para la planta y se absorbe principalmente como H_2PO_4 – en suelos ácidos (pH inferior a 7) y como anión divalente HPO_4^{2-} en suelos alcalinos (pH superior a 7). Constituye aproximadamente entre el 0,1% y el 0,4% del extracto seco de la planta y desempeña un papel crucial en la transferencia de energía. La fotosíntesis y otros procesos químico-fisiológicos en la planta son profundamente influenciados por el fósforo, siendo esencial para la diferenciación celular y el desarrollo de los tejidos vegetales.

El banano durante su fase de floración, las hojas, el pseudotallo y el rizoma acumulan el 55% del fósforo total que la planta retendrá durante su ciclo de vida. En el momento de la cosecha, solo el 39% del fósforo acumulado se encuentra en estos órganos, mientras que el 61% restante se concentra en el racimo. Se observa que el contenido de fósforo en las hojas disminuye después de la floración, transfiriéndose hacia el racimo y los brotes sucesores (*Sanchez y Mira, 2013*)

La deficiencia de fósforo en las plantas se manifiesta en las hojas viejas presentando una clorosis en los bordes y la aparición de manchas marrones y purpúreas. En casos graves, las hojas afectadas se rizan, los pecíolos se quiebran, y las hojas más jóvenes adquieren un color verde intenso. Esta deficiencia provoca un cese completo en la elongación, alcanzando una altura máxima de 60 cm, donde las hojas adoptan una disposición en roseta y las más viejas presentan necrosis irregular. Además, la producción de hojas disminuye y aparece clorosis marginal, pudiendo llevar a una muerte prematura en situaciones severas (*MPCEIP, 2017*).

8.9.4. Calcio

El calcio desempeña un papel crucial en el desarrollo de varias partes de la planta, especialmente en el desarrollo y funcionalidad de las raíces en el banano. Es un componente importante de la pared celular y contribuye a su división, además de influir en la organización cromosómica. La falta de este elemento puede causar problemas en la calidad de la fruta. La deficiencia de calcio está principalmente influenciada por el estrés hídrico, que interfiere con la absorción de calcio por parte de las raíces, resultando en deficiencias localizadas en los frutos. El uso excesivo de fertilizantes nitrogenados y el vigor excesivo de la planta también pueden contribuir a esta deficiencia (Balaguera, 2018).

Fuentes menciona que este puede estar presente en el suelo en concentraciones hasta diez veces mayores que las del potasio, su absorción dentro de la planta es menos eficiente y compite con otros cationes como el amonio y el potasio. Su principal mecanismo de absorción es a través del flujo de masa, y se considera inmóvil una vez absorbido, lo que provoca que los síntomas de deficiencia sean visibles primero en las hojas nuevas, manifestándose como deformaciones y clorosis foliar. En el banano, durante la floración, la planta acumula aproximadamente el 55% del calcio total que necesitará durante todo su ciclo de desarrollo. En el momento de la cosecha, alrededor del 88% del calcio se encuentra en las hojas, el pseudotallo y el rizoma, mientras que solo un 12% se concentra en el racimo (Sanchez y Mira, 2013).

El estrés hídrico es la principal causa de esta carencia, ya que dificulta la absorción de calcio por las raíces, resultando en deficiencias localizadas en los frutos. El boro es fundamental para mantener la transpiración y, por ende, la absorción de calcio. Además, el uso excesivo de fertilizantes nitrogenados y el crecimiento excesivo de la planta también contribuyen a la deficiencia de calcio. Tanto el calcio como el boro son esenciales para la fortaleza de la planta, por lo que las plantas deficientes en estos elementos son más vulnerables a enfermedades fúngicas y al estrés ambiental. Las deficiencias de calcio son comunes en suelos ácidos y alcalinos, incluso cuando los niveles de calcio intercambiable en el suelo son altos, debido a la baja movilidad del calcio en el suelo y la competencia con otros nutrientes como el amonio, el potasio y el magnesio (Campelo, 2023).

8.9.5. Azufre

El Azufre (S), es esencial como componente de las proteínas y juega un papel crucial en la formación de la clorofila. En la mayoría de las plantas, representa aproximadamente del 0,2% al 0,3% del extracto seco, lo cual lo equipara en importancia al fósforo y al magnesio, aunque frecuentemente se subestima su función (FAO, 2002).

El azufre se absorbe en forma de anión sulfato (SO_4^{2-}) y se transporta a través del xilema, este también puede ser absorbido por las estomas de las hojas en forma de dióxido de azufre (SO_2), un contaminante atmosférico derivado de la combustión de carbón, madera y petróleo. El SO_2 reacciona con el agua dentro de las células formando bisulfito (HSO_3^-), lo cual afecta la clorofila al desplazar el magnesio y reducir la fotosíntesis como consecuencia (MPCEIP, 2017)

Aunque el azufre es el menos abundante de los macroelementos en las plantas, constituye entre el 10% y el 15% del contenido de nitrógeno en la materia seca. Generalmente actúa como componente no estructural en biomoléculas, pero participa activamente en funciones catalíticas o electroquímicas de las moléculas de las que forma parte (Campelo, 2023).

El azufre (S) junto con el calcio y el magnesio, es uno de los tres nutrientes secundarios esenciales para el crecimiento saludable de las plantas. La deficiencia de cualquier nutriente secundario puede ser tan perjudicial como la de nitrógeno, fósforo o potasio. Sin una cantidad adecuada de azufre, las plantas no pueden utilizar eficientemente el nitrógeno ni otros nutrientes para alcanzar su máximo potencial (Castellanos, 2021).

El azufre desempeña un papel crucial en el cultivo del banano, y en los últimos 20 años se ha incluido en los planes de fertilización debido a informes de deficiencias en áreas bananeras. Participa en funciones vitales como la formación de proteínas y en la composición de compuestos importantes como aminoácidos, así como en la producción de vitaminas como la tiamina, la biotina y la coenzima A (Buste, 2019).

8.9.6. Zinc

Estudios afirman que el zinc es un elemento crucial para el crecimiento y desarrollo de las plantas y se recomienda en cantidades muy pequeñas que pueden ir entre los 15 a 20 miligramos por kilogramo de tejido seco, lo que representa menos del 0.1% del peso seco total del tejido. Por esta razón, se clasifica como un micronutriente. A pesar de su requerimiento mínimo, el zinc es indispensable para que las plantas completen su ciclo de vida, ya que participa

activamente en el metabolismo celular. Ningún otro elemento puede realizar las mismas funciones vitales que el zinc en las plantas (Amezcuza y Lara, 2017).

El zinc (Zn) es un elemento que muestra poca movilidad dentro de la planta, pero despliega múltiples funciones críticas. La estructura y actividad de numerosas enzimas dependen de la presencia de zinc. Se estima que alrededor de 2,800 proteínas requieren zinc para su síntesis y funcionamiento adecuados. Este elemento es necesario para la síntesis de carbohidratos durante la fotosíntesis y para la conversión de azúcares en almidón. Además, participa activamente en el metabolismo de hormonas al regular los niveles de auxinas mediante la síntesis del aminoácido triptófano. En los procesos de maduración y producción de semillas, el zinc favorece la formación y fertilidad del polen, lo cual subraya su impacto crucial en el rendimiento de los cultivos más que en el desarrollo vegetativo en sí. También contribuye al mantenimiento y la integridad de las membranas celulares, y proporciona a las plantas tolerancia frente a patógenos, especialmente aquellos presentes en el suelo (Cakmak, 2015).

La deficiencia de zinc es un problema frecuente en el cultivo de banano, presente en todas las regiones donde se cultiva esta planta. Es particularmente prevalente en plantas jóvenes, ya que no tienen una planta madre que pueda actuar como fuente de reserva de nutrientes. Aunque los síntomas pueden manifestarse en el primer año sin afectar el rendimiento, tienden a reducir significativamente la producción de fruta en el segundo o tercer año. La falta de zinc es evidente en los bananos que crecen en suelos con deficiencia de este elemento, especialmente en suelos arenosos o con pH elevado, donde el zinc tiende a fijarse, así como en suelos ácidos con bajos contenidos de zinc. En condiciones ácidas, el zinc puede lixiviar rápidamente mientras que, en presencia de altas concentraciones de fósforo en el suelo, tiende a inactivarse (Sabogal, 2001).

8.9.7. Magnesio

El magnesio (Mg), desempeña un papel importante como constituyente de clorofila, el pigmento verde en las hojas que captura la energía solar, razón por la cual entre el 15% y el 20% del magnesio presente en la planta se encuentra entre las plantas verdes además el Mg, participa activamente en reacciones enzimáticas relacionadas con la transferencia de energía dentro de la planta (FAO, Banano., 2020).

El magnesio pocas veces es limitante para las plantas, excepto en suelos muy ácidos o arenosos. Se absorbe en forma de ion divalente, Mg^{2+} , y es altamente móvil. Aproximadamente el 20% del magnesio total en las hojas se encuentra en los cloroplastos, de los cuales solo entre el 10%

y el 20% forma parte de las moléculas de clorofila. El resto se encuentra en forma iónica soluble en el espacio intratilacoidal y se traslada al estroma durante la iluminación del cloroplasto, donde activa enzimas cruciales como la ribulosa-1,5-bisfosfato carboxilasa/oxigenasa (Rubisco, EC 4.1.1.39), la fosfoenol-piruvato carboxilasa (PEPC; EC 4.1.1.31) y el glutamato sintasa (NADH, EC 1.4.1.14). La asignación de carbono y nitrógeno en la fotosíntesis depende en gran medida de la concentración de Mg^{2+} en los cloroplastos (Azcón y Talón, 2013).

A pesar de su importante papel en múltiples funciones vitales de las plantas, sorprende la falta de investigación sobre su impacto en el rendimiento y la calidad de los cultivos. Esto ha llevado a que el Mg sea a menudo considerado como el "elemento olvidado". Sin embargo, la deficiencia de magnesio está emergiendo como un factor limitante en sistemas intensivos de producción, especialmente en suelos fertilizados únicamente con nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) (Cakmak y Yazici, 2010).

En el banano, aproximadamente el 66% del magnesio utilizado por la planta durante su ciclo de desarrollo se encuentra en las hojas, el pseudotallo y el rizoma al momento de la cosecha. El 34% restante es absorbido por el racimo de banano (Sánchez y Mira, 2013)

La deficiencia de magnesio se manifiesta mediante una clorosis amarillenta en la zona central de la lámina, mientras que los bordes cercanos a la nervadura central permanecen verdes. Otros síntomas incluyen manchas púrpuras en los pecíolos y la separación de las vainas foliares del pseudotallo (Espinosa y Mite, 2002).

8.9.8. Boro

El boro al igual que el calcio tiene su distribución en la planta regulada por el proceso de la transpiración, debido a que es un elemento no móvil, las deficiencias suelen manifestarse en hojas o tejidos jóvenes, pero dando su papel multifuncional en la planta, los síntomas de deficiencia pueden aparecer en todas las partes. En el trópico húmedo, se encuentra principalmente como $B(OH)_3$, sus funciones están estrechamente relacionadas con el transporte de azúcares lo cual explica por qué la deficiencia de boro en el cultivo de plátano muestra síntomas característicos similares a los observados en otras especies vegetales como los cítricos. El boro desempeña un papel en el metabolismo de los fenoles, protegiendo las membranas celulares y evitando su acumulación en los tejidos de las plantas ya que los fenoles pueden inhibir la elongación de las raíces (Martinez A. , 2010).

Uno de los síntomas característicos es el engrosamiento notable de las nervaduras secundarias, donde se acumula esta sustancia. También se observa una síntesis inadecuada de las paredes celulares manifestada por el fenómeno conocido como "cuello de ganso", que consiste en una curvatura pronunciada de la hoja bandera antes de su apertura. Estos efectos están relacionados directamente con dos funciones esenciales del boro: la lignificación y la estructura de las paredes celulares. Además, la deficiencia de boro puede resultar en necrosis en los tejidos meristemáticos de los colinos, similar a lo que ocurre en la deficiencia de calcio (Bustos et al., 2019).

Por otro lado, los síntomas de la deficiencia de boro en las plantas incluyen estrías cloróticas en las hojas, que se orientan perpendicularmente y cruzan las venas primarias, malformación de las hojas y clorosis entre las venas. Esta deficiencia puede desarrollarse gradualmente con el tiempo. Además, la falta de boro puede provocar una reducción en el peso y tamaño del racimo, así como un llenado incorrecto de las frutas individuales (Nava y Villarreal, 2000).

8.10. Fertilización

Se sabe que los bananos absorben más nutrientes por hectárea que la mayoría de los otros cultivos de importancia comercial en el mundo, donde el rendimiento medio en fincas es de al menos 50t/ha/año, y en fincas de alto rendimiento este valor puede alcanzar las 70 t/ha/año. Considerando el alto contenido de elementos minerales de Moringa, se puede concluir que el rendimiento de 70 t/ha/año puede remover fácilmente 400, 125 y 15 kg/ha/año para potasio (K), nitrógeno (N) y fósforo (P), respectivamente. Estos elementos minerales deben reponerse mediante un buen programa de fertilización para mantener buenos niveles de producción (Botero et al., 2009).

8.11. Fuentes de fertilizantes

8.11.1. Fertilizantes Fosfatados

El super fosfato triple es un fertilizante con alto contenido de fósforo su uso no solo se reponen a los nutrientes del suelo, sino que también ayuda a obtener plantas más vigorosas, favoreciendo el rápido desarrollo y crecimiento de las raíces, lo que las hace más resistentes a las sequías. Los gránulos de este fertilizante varían en color, desde tonos marrones hasta negros. Su viaje es que el fósforo es esencial para la fotosíntesis, la respiración, el almacenamiento y la transferencia de energía, así como para la división y el crecimiento celular (IANSÁ, 2019).

8.11.2. Fertilizantes potásicos

La fuente más popular a nivel mundial de potasio (MOP), un nutriente esencial para la producción de azúcares y proteínas en las plantas, es un fertilizante rico en potasio (K), ideal para corregir deficiencias de este nutriente y asegurar un buen peso y llenado de frutos u órganos de cosecha. Las plantas absorben el potasio en su forma catiónica, K^+ , y este se retiene entre las arcillas y la materia orgánica, mientras que los iones Cl son fácilmente lixiviados. La absorción de potasio en el suelo está influenciada por la concentración de otros cationes, como el magnesio (Mg^{+2}), debido a la competencia. Es perfecto para el fertirriego y aplicación directa, interviene en la estimulación enzimática y ayuda a la asimilación de la clorofila. Además, participa en la formación de los prótidos, aumenta la resistencia de los vegetales a las enfermedades criptogámicas y, junto con el fósforo, favorece el desarrollo de las raíces. (Colina, 2022).

8.11.3. Fertilización Nitrogenada

La urea es un fertilizante con una alta concentración de nitrógeno (46%), generalmente es la más económica en el mercado. Se ofrece en formas perlada y granulada; la forma perlada es ideal para fertirrigación, mientras que la granulada se usa para aplicación directa al suelo. Debido a su alta solubilidad, se utiliza frecuentemente en formulaciones líquidas y es popular para inyección en sistemas de riego localizados. Está clasificada como fuente amoniacal y, por lo tanto, tiende a acidificar el suelo. La ventaja agronómica de la urea: Bajo costo por unidad de nitrógeno. Menor costo en flete, debido a la alta concentración de nutrientes por unidad de masa. Muy recomendable en pre abonado, incorporado al suelo previo a la siembra. Fertilizante de reacción ácida, recomendado para suelos neutros a ligeramente alcalinos. No incrementa la salinidad del agua de riego (Portalfruticola, 2019).

8.11.4. Urea activa

La urea activa es la formulación nitrógeno más azufre llamada Tecnología activa: Se trata de un nitrógeno estabilizado, activado y protegido diseñado para prevenir las pérdidas de nitrógeno (volatilización, desnitrificación y lixiviación), lo cual optimiza el potencial de rendimiento del fertilizante. Contiene microorganismos y microelementos que facilitan la asimilación del nitrógeno, estimulando así el desarrollo. Proporciona una liberación eficiente del nitrógeno, ofreciendo energía sostenida a lo largo de todas las etapas de crecimiento de las plantas para mejorar su desarrollo y obtener cultivos más vigorosos (Ferpacific, 2021).

8.11.5. Nitrato de potasio

El nitrato de potasio se destaca como una fuente única de potasio debido a su valor nutricional y su impacto positivo en la salud y productividad de las plantas. Su aplicación no solo aumenta los rendimientos, sino que también mejora la calidad de hortalizas, cultivos, flores, frutales y frutos secos. El nitrato de potasio se absorbe de manera eficiente por las plantas. La interacción sinérgica entre el ion K^+ y el ion NO_3^- facilita su absorción a través de las raíces. Además, la afinidad entre la carga negativa del nitrato y la carga positiva del potasio reducen las posibilidades de adsorción en las partículas del suelo, lo que prolonga su disponibilidad para las plantas durante (Palominos, 2015).

8.11.6. Sulfato de magnesio

El sulfato de magnesio es proveniente natural del magnesio y azufre recomendado para todo tipo de cultivos, con certificación para uso en agricultura ecológica. El magnesio es crucial en la estructura de la clorofila, esencial para la fotosíntesis y la producción de carbohidratos. Por su parte, el azufre desempeña funciones fundamentales en la síntesis de aminoácidos y la formación de clorofila. Ambos nutrientes mejoran la asimilación de otros elementos y la eficiencia de los fertilizantes aplicados. Debido a su estructura cristalina y estado granulado, el sulfato de magnesio se disuelve gradualmente en agua. Su granulometría permite su uso como fertilizante simple, en mezclas físicas o en la producción de fertilizantes (Zumba, 2020).

El uso regular de sulfato de magnesio sustituye los requerimientos de dos minerales esenciales para los cultivos, siendo cruciales para la síntesis de clorofila y la eficacia del nitrógeno. Sin embargo, la mayoría de los métodos de fertilización edáfica y foliar suelen ignorar la incorporación de magnesio y azufre, lo cual puede beneficiar notablemente las respuestas (Zumba, 2020).

8.12. Antecedentes investigativos

- (Mendieta, 2012), realizo con una investigación sobre el efecto de cinco niveles de fertilización en el crecimiento y desarrollo del cultivo de banano en la zona de Babahoyo, utilizando niveles (altos, medios, bajos, muy bajos y sin fertilización), dicha mezcla estaba compuesta por los siguientes elementos (Azufre, Nitrógeno, fósforo, potasio), en el cual obtuvo buenos resultados con una fertilización media seguida de una fertilización baja, mostrando que esos niveles son eficientes para incrementar la productividad del cultivo de banano, mencionando que la fertilización alta resulto exagerada causando un efecto contrario en el rendimiento y producción.

- Estudio realizado por (Pérez J. , 2017), sobre los efectos del uso de calcio y boro en la calidad y rendimiento de la cosecha de banano (*Musa spp.*). Se evaluaron tres productos diferentes: T1 con 10% de calcio y 0,3% de boro a una dosis de 1,00 L/ha, T2 con 30% de calcio y 1% de boro a una dosis de 0,30 kg/ ha, y T3 con 8% de calcio y 1% de boro a una dosis 1,20 L/ha. Los resultados mostraron que el tratamiento T1 incrementó el número de hojas, mientras que T2 afectó positivamente la presencia de más hojas en la cosecha. Por otro lado, la T3 logró un mayor peso del atado y del raquis. El tratamiento T1 favoreció un mayor número de manos, mientras que T3 resultó en una mayor longitud y calibrado del dedo medio de la segunda mano. En cuanto a T2, se observará un mayor largo y calibrado del dedo medio de la última mano en comparación con T1 y T3. Ambos T1 y T3 mostraron un mayor porcentaje de pérdida, pero T3 se destacó por su mayor rendimiento.
- Se hace referencia a la investigación realizada sobre varios fertilizantes y dosis en el ciclo de producción de banano. Los tratamientos incluyeron el uso de fertilizantes como 15-4-23-4 en diferentes dosis para los tratamientos 1, 2 y 3, mientras que el tratamiento 4 consistió en una mezcla de urea y KCl. el tratamiento 5, como control comercial. Los resultados mostraron que el tratamiento 4 tuvo un desempeño destacado en términos de producción de plátano. El tratamiento 3 demostró un comportamiento excelente en la mayoría de los parámetros evaluados, excepto en la longitud del dedo medio del metacarpiano, siendo una opción viable para la fertilización. En contraste, el tratamiento 2 tuvo un rendimiento muy bajo en comparación con los otros tratamientos, salvo en la longitud del dedo medio de la mano basal, donde obtuvo el segundo valor más alto. El tratamiento 1 mostró resultados similares al tratamiento 5, ya que solo obtuvo los valores más altos en 5 de los 13 parámetros evaluados. En conclusión, el tratamiento 5, que consistió en una mezcla, se mostró superior en él (Núñez y Carrillo, 2017).
- (Correa, 2021) llevó a cabo una investigación en el cantón Milagro, Ecuador, con el propósito de evaluar la aplicación de diatomea en un cultivo de plátano. El diseño experimental incluyó 4 tratamientos con tres repeticiones cada uno. Los tratamientos consistieron en la aplicación de fertilización NPK. Los resultados obtenidos mostraron diferencias significativas en la altura de las plantas, el peso de los racimos y el número de dedos. Según esta investigación, se concluye que la diatomea fortalece las hojas y los tallos de las plantas de plátano, mejorando así el proceso de fotosíntesis.

9. HIPÓTESIS

Ha: La aplicación de distintos niveles de fertilizantes tendrá un efecto en el crecimiento del cultivo de banano.

Ho: La aplicación de distintos niveles de fertilizantes no tendrá un efecto en el crecimiento del cultivo de banano.

10. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

10.1. Ubicación y duración de la investigación

El experimento se llevó a cabo en el centro experimental Sacha Wiwa, perteneciente a la parroquia Guasaganda perteneciente a la provincia de Cotopaxi, cantón La Maná, donde se realizó la investigación con distintos niveles de fertilización para las cuatro variedades de banano dicha ubicación geográfica posee las siguientes coordenadas WGS 84 0° 47' 46" S 79° 09' 31" a una latitud de 500msnm. Con una duración de 12 meses.

10.2. Condiciones agrometeorológicas del centro de investigación Sacha Wiwa

Tabla 3 Condiciones agrometeorológicas del centro de investigación Sacha Wiwa.

Parámetros	Promedios
Altitud	500 msnm
Temperatura media anual °C	18 a 24 °C
Humedad Relativa %	75 a 86 %
Heliofanía, horas/luz/año	894
Topografía	Irregular
Precipitación, mm/año	1626 mm
Textura	Franco arenosos y arcilloso

Fuente: (INMHI, 2020)

Elaborado por: Rosado & Ramírez (2024)

10.3. Tipo de investigación

Experimental

Esta investigación es de tipo experimental puesto que se basó en el análisis de variables, con el objetivo de buscar una respuesta a la propuesta de los niveles de fertilización en los cultivares de banano, los tratamientos de esta investigación fueron distribuidos en parcelas experimentales en condiciones de campo para comprar los resultados a partir de las variables en estudio.

Descriptiva

La investigación es de tipo descriptiva debido a la utilización de técnicas de observación y recopilación de datos de campo para cada uno de los tratamientos en estudio. Este enfoque permite obtener resultados precisos y detallados basados en los datos empíricos recolectados. Mediante la observación sistemática y el registro meticuloso de variables específicas se proporciona una descripción exhaustiva y objetiva de los fenómenos estudiados, facilitando un análisis preciso y fundamentado de los tratamientos estudiados.

Cuantitativa

La presente investigación es de tipo cualitativo puesto que los datos registrados en campo por medio de la observación como respuesta a las diferentes variables de estudio fueron cuantificados numéricamente, procesados y expresado por medio de un análisis estadístico de comparación de medias y análisis de varianza de los tratamientos planteados, su principal fortaleza es la capacidad de producir resultados replicables y comparables, lo que contribuye a la validez y fiabilidad de los hallazgos.

Documental

Es de tipo documental porque se basa en la revisión y análisis de documentos y registros existentes, como libros, artículos académicos, informes y archivos históricos. Este método permite recolectar información relevante y contextualizar el tema de estudio sin necesidad de generar nuevos datos. Es especialmente útil para explorar antecedentes, teorías y desarrollos previos relacionados con el tema de niveles de fertilización.

10.4. Materiales y equipos

Tabla 4 Materiales y Equipos empleados.

Descripción	Cantidad	Descripción	Cantidad
Materiales y suministros		Equipos	
Machete	1	GPS digital	1
Flexómetro	2	Bomba de mochila	1
Balde	2	Balanza digital	1
Fundas de banano	200	Gramera	1
Pala	1	Fertilizantes minerales	
Lima	1	Urea	120 kg

Azadón	2	Urea active	72 kg
Piola plástica A-9/300GR	4	Super fosfato triple	120 kg
Identificaciones	60	Muriato de potasio	120 kg
Cinta métrica	2	Nitrato de potasio	120 kg
Piola	1	Sulfato de Mg	120 kg
Cormos de Banano	400	Funguicida	
Poste de caña	50	Clorotalonil	1 lt
Análisis de suelo	1	Mancozeb + Oxido de cobre	2 kg

Elaborado por: Rosado & Ramírez (2024).

10.5. Factores de estudio

La presente investigación está conformada por dos factores los cuales son A * B donde el factor A son las variedades de banano y el factor B los niveles de fertilización mineral quedando de la siguiente manera:

Factor A: Variedades

- Orito
- Morado
- Williams
- Gros Michel

Factor B: Niveles de fertilización

- Sin Fertilización
- Déficit
- Bajo
- Medio
- Alto

10.6. Tratamientos de fertilización usados en el estudio

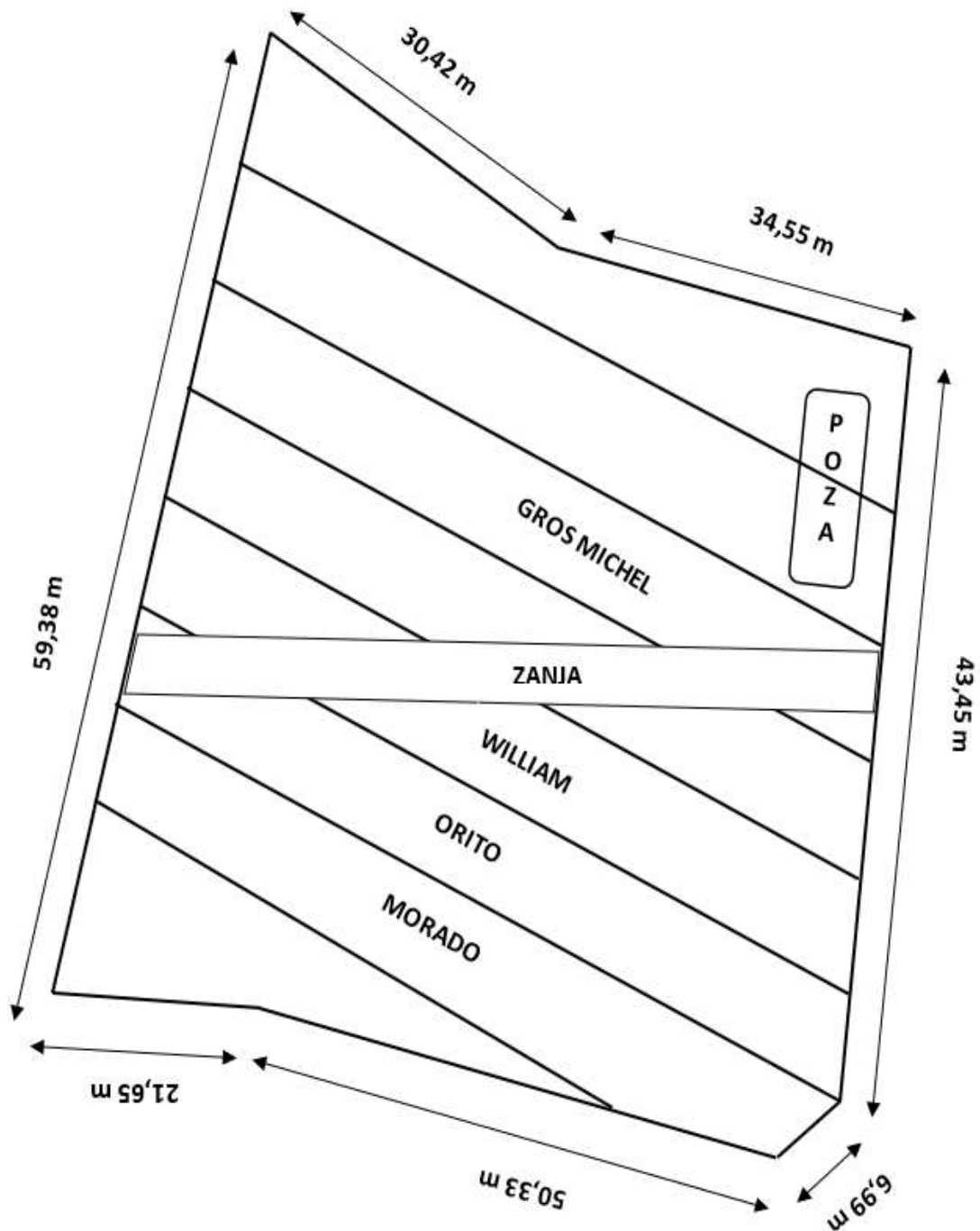
Niveles de Fertilización	Kg/ha/ Año				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S
Testigo	0	0	0	0	0
Déficit	200	25	400	25	32
Bajo	300	50	500	50	57
Medio	400	75	600	75	83
Alto	500	100	700	100	120

Elaborado por: Rosado & Ramírez (2024).

10.7. Esquema del experimento

Para esta investigación se establecieron parcelas de 2m x 15m, el delineamiento del experimento, con un total de 60 plantas por variedad, donde se evaluaron 3 plantas por tratamiento.

Ilustración 1 Croquis del terreno donde se realizó la investigación, centro experimental Sacha Wiwa.



Elaborado por: Rosado & Ramírez (2024).

10.8. Diseño experimental

El diseño experimental se empleó en la presente investigación es un diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), en arreglo factorial 4*5, siendo el factor A= Cuatros variedades de banano y el factor B Cinco niveles de Fertilizantes con tres repeticiones. Para el análisis estadístico se empleó la prueba de rangos múltiples de Tukey al 5% de probabilidad.

Tabla 5 Esquema de análisis de varianza.

Fuente de Variación		Grados de Libertad
Bloques	(r-1)	2
Factor (A)	(a-1)	3
Factor (B)	(b-1)	4
AxB	(a-1) (b-1)	12
Error experimental	(r-1) (ab-1)	57
Total	(rab-1)	59

Elaborado por: Rosado & Ramírez (2024).

10.9. Manejo de la investigación

10.9.1. Limpieza del terreno

La limpieza del terreno es un proceso crucial que implicó el uso de diversas herramientas como machetes palas y saco. Este procedimiento se realizó de manera semanal para prevenir el crecimiento y la dispersión de las malas hierbas. Los machetes se usaron para cortar la vegetación densa y las malas hierbas de mayor tamaño, mientras que las palas se emplearon para arrancar las malas hierbas de la raíz, asegurando su eliminación total. Los sacos se utilizaron para recolectar y transportar los residuos vegetales retirados, la constancia en este proceso asegura un terreno limpio y ordenado mejorando su calidad y utilidad para cualquier actividad futura.

10.9.2. Elaboración de zanjas

De manera similar a la limpieza, se utilizaron herramientas como palas y azadones con el propósito de mejorar el drenaje en la plantación y evitar que la fertilización aplicada se vea comprometida. Estas herramientas facilitan la remoción eficiente de la tierra creando canales y surcos que permitan un mejor flujo de agua. Además, al garantizar un drenaje adecuado

previene el encharcamiento lo que podría afectar las raíces de las plantas y disminuir la eficacia de los fertilizantes, el empleo de estas herramientas también favoreció una mejor aireación del suelo creando un ambiente más propicio para el desarrollo de las plantas de banano.

10.9.3. Toma de muestra para el análisis de suelo

El proceso de toma de muestra para el análisis de suelo es un ejemplo de cómo garantizar la representatividad y precisión de la evaluación de las condiciones del terreno al identificar áreas homogéneas, al limpiar la superficie antes de la toma de muestras se minimizan las posibles contaminaciones que podrían sesgar los resultados la extracción de sus muestras la cual se realizó a una profundidad uniforme cada 20 cm, tomando 10 muestras con ayuda de una pala desinfectada, y posterior se mezcló asegurando la muestra final sea representativa de todo el terreno y por último se almacenó en una bolsa zipper junto con su respectiva etiqueta.

10.9.4. Deshoje

El deshoje es una práctica agrícola que consiste en la eliminación de hojas viejas secas o enfermas de la planta de banano. Por lo cual se la realizó con un machete previamente desinfectado en plantas pequeñas, y en plantas grandes se realizó con un podón.

10.9.5. Deschive

El deschive es una práctica agrícola que consiste en la eliminación de los retoños o brotes laterales que crecen alrededor de la planta madre, el cual se realizó las falsas dependiendo del número de manos por racimo, con el fin de asegurar una fruta de alta calidad.

10.9.6. Deschante

El deschante es una práctica agrícola que ha realizado en el cultivo de banano que consiste en la eliminación de tallo principal deteriorado, el cual se realizó esta práctica se realizaba mensualmente.

10.9.7. Deshije

El deshije es una práctica en el cultivo de banano que consiste en eliminar algunos hijuelos o brotes secundarios que crecen alrededor de la planta principal. Estos hijos que también se conocen como retoños, pueden competir por nutrientes y el espacio de la planta principal. El deshije en nuestro ensayo se realizó con una palilla previamente desinfectada, la práctica se realizó constantemente apenas iban saliendo los brotes, se realizaba dicha práctica.

10.9.8. Realización de Corona

La corona es una práctica que se realiza en el cultivo de banano, el cual consiste en limpiar alrededor de la planta en forma redonda, dejando un espacio de 30 a 40 cm del tallo totalmente libre de malezas, esta práctica se la realizó dos veces al mes.

10.9.9. Apuntalamiento

El apuntalamiento en el cultivo de banano es una práctica agrícola que consiste en colocar soportes o estacas para sostener la planta de banano, por lo cual esta práctica se elaboró colocando dos cañas de guadua en los cultivares que estaban propensos a caerse.

10.9.10. Enfunde

El enfunde en el cultivo de Banano es una técnica de manejo que implica cubrir el racimo de bananos con una funda para protegerlo durante su desarrollo y maduración. Por lo cual esta práctica se realizó en floración.

10.9.11. Toma de datos

La toma de datos se realizó para cada una de las variables, por lo cual se utilizó un flexómetro para la toma de altura de planta, ancho de la hoja, largo de la hoja, y para el diámetro de fuste se utilizó una cinta métrica, para el peso de racimo se utilizó una balanza digital.

10.9.12. Fertilización

Basado en las necesidades nutricionales del cultivo, más el análisis de suelo se planteó cinco niveles de fertilización, que fueron aplicados durante todo el ciclo vegetativos de cultivo, con fuente nitrogenada, urea al 46%, dichos valores tan detallados en la tabla 8.

Durante todo el ciclo del cultivo la fertilización fue fraccionada a una vez por mes, efectuándose un total de doce aplicaciones durante todo el ciclo. Las fuentes minerales utilizadas estuvieron conformadas por superfosfato triple (P_2O_5), muriato de potasio (K_2O), Sulfato de magnesio ($MgSO_4$), urea, nitro. A continuación, se resume las cantidades.

Tabla 6 Resumen del plan de fertilización aplicado en la investigación.

Fertilizantes	Kg/ha/ año	Kg/mes/ha											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Alto													
SUPER FÓSFATO TRIPLE (SFT)	217	72				72				72			
MURIATO DE POTASIO	583	97		97		97		97		97		97	
UREA	320		53		53		53		53		53		53
UREAS ACTIVE	625	104		104		104		104		104		104	
NITRATO DE POTASIO	761		127		127		127		127		127		127
SULFATO DE MAGNESIO	588	98		98		98		98		98		98	
Medio													
SUPER FÓSFATO TRIPLE (SFT)	163	54				54				54			
MURIATO DE POTASIO	500	83		83		83		83		83		83	
UREA	320		53		53		53		53		53		53
UREAS ACTIVE	500	83		83		83		83		83		83	
NITRATO DE POTASIO	761		127		127		127		127		127		127
SULFATO DE MAGNESIO	441	74		74		74		74		74		74	
Bajo													
SUPER FÓSFATO TRIPLE (SFT)	109	36				36				36			
MURIATO DE POTASIO	417	69		69		69		69		69		69	
UREA	320		53		53		53		53		53		53
UREAS ACTIVE	375	63		63		63		63		63		63	
NITRATO DE POTASIO	761		127		127		127		127		127		127
SULFATO DE MAGNESIO	294	49		49		49		49		49		49	
Déficit													
SUPER FÓSFATO TRIPLE (SFT)	54	18				18				18			
MURIATO DE POTASIO	333	56		56		56		56		56		56	
UREA	320		53		53		53		53		53		53
UREAS ACTIVE	250	42		42		42		42		42		42	
NITRATO DE POTASIO	761		127		127		127		127		127		127
SULFATO DE MAGNESIO	147	25		25		25		25		25		25	
Sin fertilización													

Elaborado por: Rosado & Ramírez (2024).

10.10. Variables evaluadas

10.10.1. Altura de planta

Se realizó la toma de datos al inicio de la investigación, en las 3 plantas o unidades experimentales dando un total de 135 plantas seleccionadas al azar incluida las tres repeticiones,

en el área de la parcela y dependiendo la variedad, se midió su longitud desde base del pseudotallo hasta el ápice de la planta (inserción en v de las hojas) sin contar con la hoja bandera, con ayuda de una cinta métrica y se la expresó en metros.

10.10.2. Número de hojas

Para obtener los datos de este variable conteo de hojas se lo realizó manualmente planta por planta. Seleccionando siete plantas al zar dentro del área útil de la parcela. Labor realizada una vez a la floración contando las hojas desde arriba hacia abajo sin contar la hoja cigarro en cada una de las plantas evaluadas.

10.10.3. Diámetro de Fuste

Se procedió a tomar con la ayuda de una cinta métrica en las ciento treinta y cinco plantas seleccionadas al azar, evaluando tres plantas por unidades experimentales. en el área útil de la parcela de cada variedad, a 0.5 m de altura de la base del pseudotallo y se expresó su valor en cm. Esta labor se realizó en días a la floración de acuerdo con las variedades evaluadas.

10.10.4. Ancho de hoja

Este parámetro se registró en la etapa de desarrollo vegetativo, con una cinta métrica se midió desde la hoja número uno para medir el ancho en su parte media de la hoja, esta variable fue tomada a la hoja número uno cuando la planta dejo de emitir hojas espada

10.10.5. Largo de hoja

Este parámetro se registró en la etapa de desarrollo vegetativo, con una cinta métrica se midió desde la hoja número uno para medir el ancho en su parte media de la hoja, esta variable fue tomada a la hoja número uno cuando la planta dejo de emitir hojas espada

10.10.6. Área foliar

Se realizó la medición del área foliar al momento de la emisión de la bellota, seleccionando la hoja número tres de la planta. Se registraron el largo y ancho de la hoja en su mitad, además de un índice de irregularidad de la hoja con valor de 0.8. Con estos datos, se aplicó la fórmula propuesta por Soto (1992) fórmula para la estimación del área foliar:

$$\text{Área foliar} = L \times A \times IF$$

Donde:

- L: Largo de hoja
- A: ancho de hoja
- IF: Índice de irregularidad de hoja de 0.8

La hoja número tres se define como la tercera contada desde la parte superior de la planta.

10.10.7. Días a la floración

Este dato se registró a lo largo de todo el proceso de evaluación de cada una de las otras variables, comenzando desde el día del trasplante hasta el momento en que la planta emitiera la bellota.

10.10.8. Peso de racimo

En esta variable se registró los datos cuando el racimo fue cosechado y se expresó en kilogramos.

10.10.9. Número de manos

Este punto se registró y se cuantificó el número de manos cuando el racimo fue cosechado.

10.10.10. Número de hojas a la cosecha

El número de hoja a la cosecha se realizó conteo total de hojas que tiene la planta en el momento de la cosecha o la recolección de sus frutos. Esta variable es importante en estudios agronómicos y de cultivo, ya que puede influir en varios aspectos del rendimiento y la calidad de los productos.

10.10.11. Cosecha (Días)

Esta variable de días a la cosecha se tomó desde el momento de la floración a la cosecha, es decir que, al momento que florece la planta, se toman datos expresándose como semana uno, dos, tres, y así sucesivamente hasta el día de la cosecha se contó cuántos días tardó en cosecharse el fruto.

10.10.12. Eficiencia Agronómica

La eficiencia agronómica es la capacidad de un sistema agrícola para maximizar la productividad de biomasa o rendimiento de cultivos por unidad de fertilizante aplicado. Por lo cual, en este ensayo se tomó esta variable con la siguiente fórmula:

Donde:

EA= Eficiencia agronómica

R= Rendimiento de la porción cosechada con aplicación de N, P, K, Mg

R0= Rendimiento del fruto con tratamiento control (sin aplicación).

CDA= Cantidad de N, P, K y Mg aplicado

EA= $(R-R0)/CDA(3)$

10.10.13. Análisis económico

Para el análisis económico se tomarán en cuenta los costos totales de la inversión efectuada durante el ensayo, como también los ingresos de producción de los tratamientos bajo estudio, dichos procedimientos se detallan a continuación:

a. Ingresos brutos por tratamiento

Los datos para estos rubros se derivaron de los totales obtenidos durante la investigación, y se aplicó la fórmula siguiente para su cálculo.

$$IB=Y \times PY$$

Donde:

IB = Ingresos bruto

Y = Producto

PY = Precio del producto

b. Costos totales por tratamiento

Para determinar los costos totales, se consideraron los valores de inversión necesarios para llevar a cabo todas las tareas relacionadas con la producción de (Banano), incluyendo tanto los costos fijos como los variables. Estos costos fueron identificados y agregados para cada uno de los tratamientos.

$$CT = X + PX$$

Donde:

CT = Costos totales

X = Costos fijos

PX = Costos variables

c. Beneficio neto (BN)

El beneficio neto de este estudio se calculó restando los costos totales de los ingresos brutos, utilizando la fórmula siguiente:

$$BN=IB-CT$$

Donde:

BN= Beneficio neto

IB =Ingreso bruto

CT = Costos totales

d. Relación beneficio costo (B/C)

Se determinó el índice neto de rentabilidad mediante la división del valor actual de los beneficios netos entre el valor actual de los costos de inversión, utilizando la siguiente fórmula.

$$B/C=BN/CT$$

Donde:

B/C = El costo-beneficio

B/N = Beneficios netos

CT = Costos totales

e. Rentabilidad

Se determinó dividiendo los beneficios netos entre los costos de inversión. Para expresarlo como un porcentaje, se multiplicó el resultado obtenido por 100. Esta fórmula fue propuesta por el ingeniero en finanzas César Martines Dueñas.

$$ROI=\frac{BN}{CT} * 100$$

Donde:

ROI = Retorno de la investigación o rentabilidad

BN = Beneficios netos

CT = Costos totales

11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

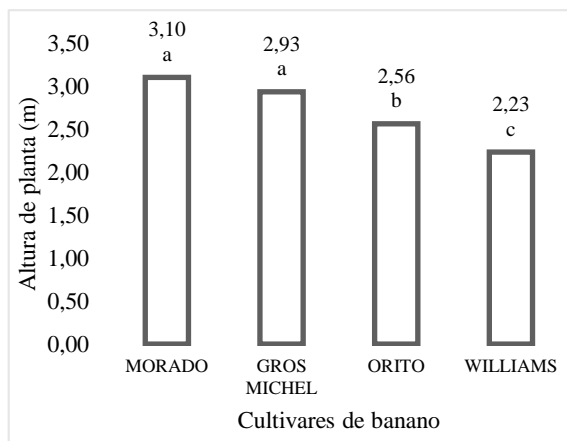
11.1. Altura de planta - Efecto simple del factor A y B.

En la Gráfica 1.A, se presentan los valores promedios del efecto simple (cultivares de banano) en la variable altura de planta. La prueba de rango múltiples de tukey con un nivel de significancia del ($p > 0,05$), mostro influencia estadística, esto demuestra que existe un comportamiento distinto entre los cultivares de banano sembrados bajo las condiciones agroecológicas de Guasaganda, por lo que se sugiere que este comportamiento está gobernado por al parecer factores genéticos. Esto es respaldado por estudios que demuestran que los genes responsables del crecimiento en altura pueden variar entre los cultivares y pueden ser afectados por el manejo agronómico y las condiciones ambientales (Hernández et al., 2021). Sin embargo, se recomienda realizar estudios adicionales para determinar la interacción precisa entre los factores genéticos y las prácticas de fertilización mineral, ya que estos podrían influir en el rendimiento general de los cultivares.

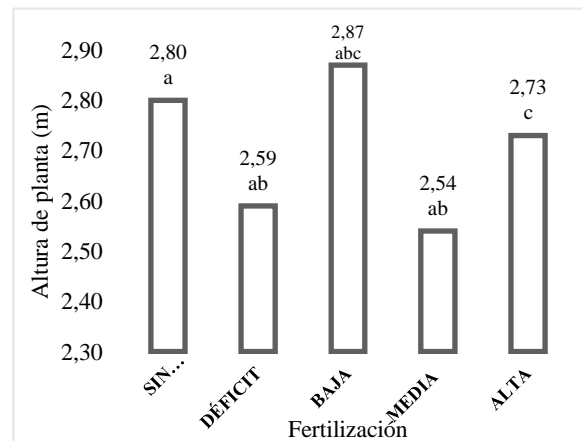
En la Gráfica 1.B se presentan los resultados obtenidos del efecto simple de los fertilizantes sobre la altura de las plantas de banano. El análisis estadístico determina que la aplicación de diferentes niveles de fertilización influyó significativamente en la altura de las plantas. En particular, el nivel más alto de fertilización no generó un aumento notable en la altura de las plantas, destacando la importancia de una adecuada dosificación de nutrientes para maximizar el crecimiento vegetal. El tratamiento con un nivel bajo de fertilización mostró un comportamiento agronómico intermedio, situándose entre los extremos de los tratamientos evaluados con los valores más altos en altura de planta.

Gráfica 2. Efecto simple (A y B) en la altura de planta de cuatro cultivares de banano por la fertilización mineral, Guasaganda, La Maná.

A: Cultivares de Banano



B: Fertilización



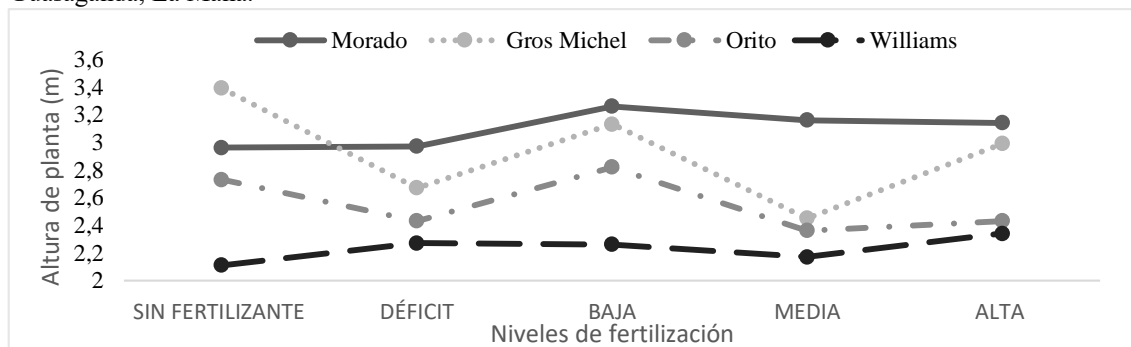
Elaborado por: Rosado & Ramírez (2024).

Interacción entre cultivares y niveles de fertilización

El gráfico 2, indica la interacción entre los cultivares (AxB), mostrando diferencias estadísticas significativas, observándose que los bananos no se comportaron en similares condiciones. Se puede notar que el nivel más bajo de altura de planta se da con el tratamiento de fertilización media, el cual alcanzó valores semejantes al tratamiento control sin fertilizante, la fertilización baja presenta promedios altos en altura de planta en todos los bananos evaluados, excluyendo al cultivar de banano Williams que con un déficit de fertilización alcanzo promedios ligeramente superiores que con los niveles más altos de fertilización. Finalmente se puede observar que el tratamiento control sin fertilizante en el cultivar de banano Gros Michael presenta los más altos niveles de altura de planta, lo que pone en manifiesto que este cultivar tiene un óptimo aprovechamiento de los elementos minerales disponibles por el suelo. Estos resultados coinciden con los reportados por Kumar et al. (2022), quienes demostraron que la aplicación de diferentes dosis de minerales esenciales afecta significativamente el crecimiento de las plantas. Observaron que las dosis óptimas de nutrientes eran cruciales para lograr un desarrollo y crecimiento vigoroso en las plantas. la fertilización baja fue suficiente para maximiza el crecimiento, siendo superior a la ausencia total de fertilizantes y a los niveles altos.

Estos resultados permiten entender la importancia de considerar tanto las características específicas de los cultivares como las condiciones agroecológicas al momento de establecer un programa de fertilización. Estos resultados demuestran la importancia de fertilizar con niveles adecuados las diferentes variedades de banano (Hernández & García, 2007), encontraron que niveles moderados de fertilización nitrogenada optimizan el crecimiento de ciertos cultivares de banano.

Grafica 3. Interacción en la altura de planta de cuatro cultivares de banano por la fertilización mineral, Guasaganda, La Maná.



Elaborado por: Rosado & Ramírez (2024).

11.2. Número de Hojas - Efecto simple del factor A y B.

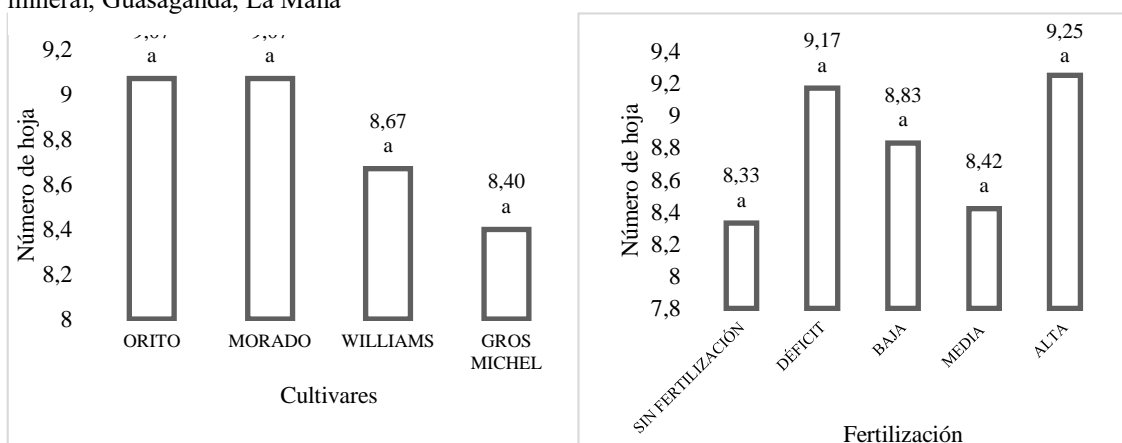
En el gráfico 3. A, se muestran los resultados del efecto simple en (cultivares de banano) donde no se observaron diferencias significativas sobre el número de hojas, mediante la prueba de rangos múltiples de tukey con una significancia de ($p > 0,05$), por lo cual se entiende que no existió un comportamiento diferente de los cultivares en cuanto al número de hojas, bajo las condiciones agroecológicas de la parroquia Guasaganda.

En cuanto al efecto simple sobre los niveles de fertilización en el gráfico (3.B), se observó que si hubo una diferencia significativa en el número de hojas en cuanto a los niveles de fertilización, siendo la fertilización alta la que presentó el índice foliar más alto, seguido del tratamiento déficit, lo que se entiende que tanto una fertilización alta o déficit no altera el índice foliar del cultivo de banano, mostrando que los niveles de fertilización si influyeron en cuanto al número de hojas o índice foliar, lo cual concuerda con un estudio realizado por (Turner y Barkus, 2008), quien menciona en su investigación que este tipo de cultivos requiere una adecuada fertilización para obtener un incremento de índice foliar, por otro lado en un estudio realizado por (Lewis, 2014), establece que una deficiencia como un exceso de nutrientes puede afectar negativamente el desarrollo del cultivo, cuyos resultados destacan la importancia de conocer las características genéticas y un análisis de suelo para así poder aportar la cantidad de nutrientes necesarios que requiera el cultivo.

A: Cultivares de Banano

B: Fertilización

Grafica 3 Efecto simple (A y B) en el Numero de hojas de cuatro cultivares de banano por la fertilización mineral, Guasaganda, La Maná



Elaborado por: Rosado & Ramírez (2024).

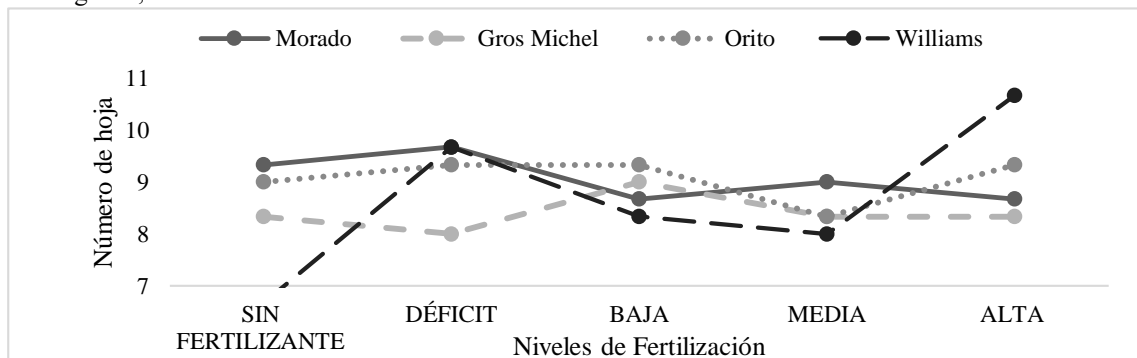
Interacción entre los cultivares y niveles de fertilización

En el gráfico 4, se muestra la interacción entre los cultivares de banano y los diferentes niveles de fertilización donde si existieron diferencias significativas, observando comportamientos diferentes entre los cultivares, donde se obtuvo un mejor índice foliar con una fertilización Alta en los cultivares (Williams y Orito) las cuales si necesitan de una buena fertilización, excluyendo la variedad Gros Michel presento un mejor índice foliar con una fertilización baja lo cual se entiende que tiene un mejor sistema de aprovechamiento de nutrientes, lo cual coincide con los resultados obtenidos por (Lahab, 2018), quien probó diferentes niveles de fertilización en cultivares de banano, manifestando que una fertilización adecuada es crucial para maximizar el rendimiento en estos cultivares de banano los cuales son de alto rendimiento.

Mientras que la variedad Morado presento un mejor índice foliar con una fertilización déficit seguido del tratamiento control sin fertilización lo cual se expresa que esta variedad también cuenta con una buena asimilación de los nutrientes disponibles en suelo puesto que los mejores valores se dieron con una fertilización déficit y sin fertilización, dicha interpretación se puede corroborar por (Fageria, 2009), quien establece que esta capacidad de asimilar los nutrientes está relacionada a las características genéticas y el sistema radicular de la variedad morado según estudios sobre la eficiencia de uso de nutrientes en los cultivos.

Dichos resultados permiten entender sobre la importancia de conocer las características genéticas de los cultivares y las condiciones agroecológicas de la zona para así poder determinar una buena fertilización para un mejor aprovechamiento de los nutrientes.

Grafica 4 Interacción en el número de hojas de cuatro cultivares de banano por la fertilización mineral, Guasaganda, La Maná.



Elaborado por: Rosado & Ramírez (2024).

11.3. Diámetro de Fuste - Efecto simple del factor A y B.

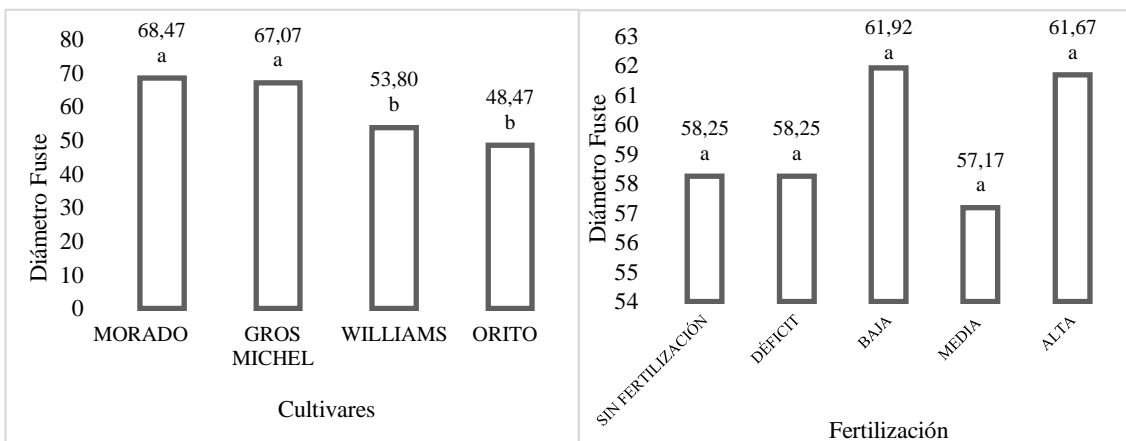
En el gráfico (5.A). Se observan los valores promedios del efecto simple (cultivares de banano), en la variable diámetro de fuste. Gracias a la prueba de rango múltiple de tukey, donde indica que si existieron diferencias significativas en cuanto al diámetro de fuste. Lo que demuestra que, si hubo un comportamiento diferente entre los cultivares de banano establecidos, Investigaciones previas, como las de (Simmonds, 2014), han demostrado que las características morfológicas, incluido el diámetro de fuste, pueden variar significativamente entre cultivares debido a diferencias en su composición genética y respuesta a las condiciones ambientales

Los resultados que se obtuvieron en el efecto simple (fertilizantes), se presenta en el gráfico 5.B, determinaron que la aplicación de diferentes niveles de fertilización no presentó diferencias significativas en cuanto al diámetro de fuste, sin embargo, se pudo observar que los niveles de fertilización tanto alta como baja, pueden destacar en el diámetro de fuste, esto se puede corroborar por (Saúco, 2010), quien menciona que las diferencias significativas podrían indicar que el diámetro de fuste es una característica menos sensible a la variación en los niveles de fertilización en comparación con otras variables de crecimiento. (Proa, 2020), menciona que los cultivares de banano tienen un requerimiento nutricional más alto en comparación a otros cultivos, por lo cual es necesario cubrir las necesidades para tener un crecimiento y producción óptima, Nitrógeno y potasio, son especialmente importantes en este cultivar.

Grafica 5 Efecto simple (A y B) en el Diámetro de Fuste de cuatro cultivares de banano por la fertilización mineral, Guasaganda, La Maná

A: Cultivares de Banano

B: Fertilización



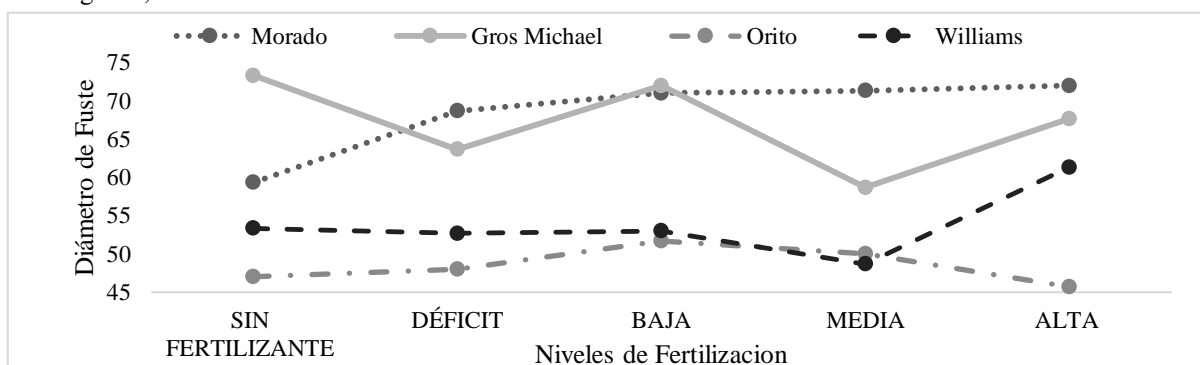
Elaborado por: Rosado & Ramírez (2024).

Interacción entre cultivares y niveles de fertilización

El gráfico 6, indica la interacción entre los cultivares de Banano y niveles de fertilización (AxB), mostrando diferencias significativas en cada uno de los cultivares de banano, observándose que su comportamiento fue distinto, puesto que se obtuvo un mayor diámetro de fuste con una fertilización alta con los cultivares Williams y morado. Mientras que en la variedad Gros Michel presentó un mayor valor con el tratamiento control seguido de la fertilización baja, interpretándose que esta variedad tiene un mayor aprovechamiento en el suelo, mientras que la variedad orito al igual que el morado presentó mayor diámetro de fuste con la fertilización baja.

Estos resultados nos muestran la importancia de conocer tanto las características genéticas como las condiciones agroecológicas, al momento de establecer un plan de fertilización considerando también los factores físicos, los cuales pueden influir en el resultado final. Un estudio realizado por (jacome, 2010), sugiere que estos cultivares responden favorablemente a altos niveles de nutrientes, demostrando la importancia de una fertilización adecuada para maximizar el crecimiento y rendimiento de la planta. En particular, la disponibilidad de nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio es crucial para el desarrollo estructural de la planta, lo que se refleja en el diámetro de fuste.

Grafica 6 Interacción en el Diámetro de Fuste de cuatro cultivares de banano por la fertilización mineral, Guasaganda, La Maná.



Elaborado por: Rosado & Ramírez (2024).

11.4. Ancho de hoja - Efecto simple del factor A y B.

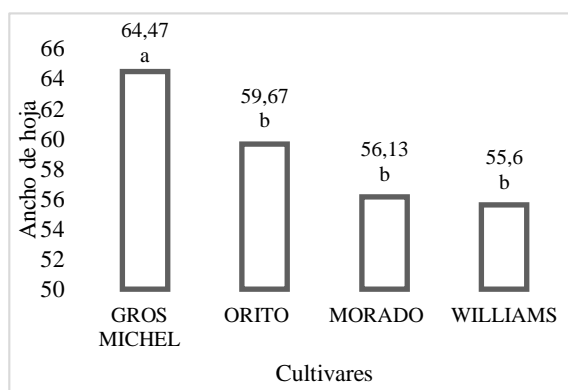
En el gráfico (7.A), se presentan los valores del efecto simple (cultivares de banano), en la variable ancho de hoja, de acuerdo a los resultados que se obtuvieron en la prueba de rango múltiple de tukey mostró influencia estadística, lo cual demuestra que existe un comportamiento diferente entre las distintas variedades de banano sembrados bajo el factor climático de Guasaganda lo que se entiende que los valores obtenidos dependen del factor

genético, se observaron valores superiores de ancho de hoja en la variedad de Gros Michel y orito sabiendo que la variedad orito se da mejor el subtrópico, según (Stover, 2015), la diferencia en el ancho de hoja entre cultivares puede atribuirse a las variaciones genéticas inherentes a cada variedad, que influyen en su capacidad para aprovechar los recursos disponibles y adaptarse a las condiciones climáticas locales sabiendo que Guasaganda posee un clima subtrópico o trópico, las características foliares son cruciales para la fotosíntesis y el crecimiento general de la planta, varían significativamente entre los cultivares debido a diferencias en la genética y en la repuesta a factores ambientales, lo cual concuerda con los resultados de esta investigación.

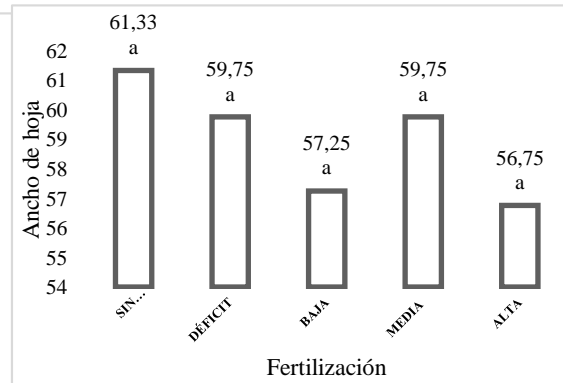
En la Grafica 7.B, no se observaron diferencias significativas en los niveles de fertilización, los tratamientos de fertilización son estadísticamente iguales sin embargo el tratamiento control (sin fertilización), y el tratamiento medio no por mucho presentaron un valor superior, lo cual se pudo ver influenciado por los factores agroecológicos de la zona de Guasaganda, (Córdoba, 2010), menciona que, la interacción entre el ambiente y los nutrientes disponibles en el suelo pueden influir en como las plantas responden a la fertilización, y en algunos casos, factores como la disponibilidad de agua y la estructura del suelo pueden ser más determinantes para el crecimiento foliar. basándome a los resultados puedo corroborar que la ausencia de diferencias significativas podría también reflejar la adaptabilidad de los cultivares a las condiciones locales, sugiriendo que en la zona de Guasaganda, las plantas pueden haber alcanzado un punto de saturación en término de su capacidad para asimilar los nutrientes disponibles. No obstante (INIAP, 2023) menciona que en los cultivos de banano del ecuador se ha determinado que los elementos minerales son indispensables que deber ser aplicados en el suelo, con una fertilización adecuada en base a los requerimientos del cultivo.

Grafica 7 Efecto simple (A y B) en el Ancho de hoja de cuatro cultivares de banano por la fertilización mineral, Guasaganda, La Maná.

A: Cultivares de Banano



B: Fertilización

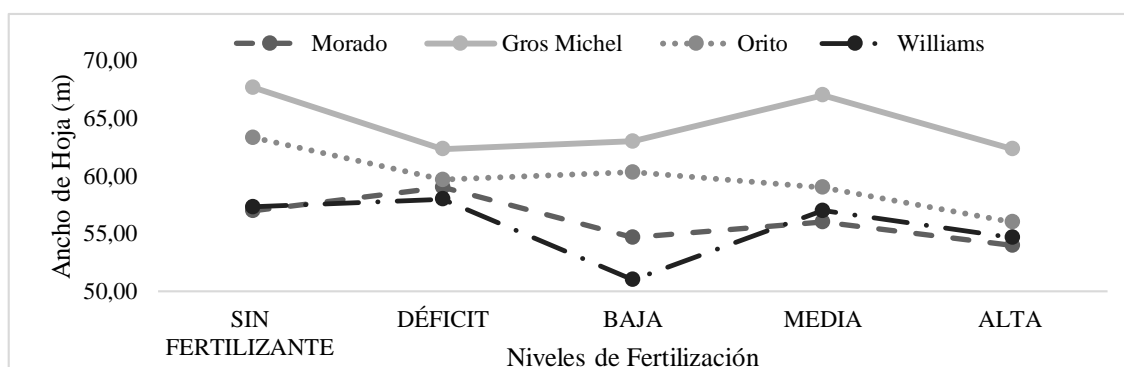


Elaborado por: Rosado & Ramírez (2024).

Interacción entre cultivares y niveles de fertilización

En la gráfica 8, se muestran los resultados de interacción de los factores (cultivares y fertilización), donde si existieron diferencias significativas, con diferentes medidas en cada uno de los cultivares de banano sobre el ancho de hoja, presentando los valores más altos en el tratamiento sin fertilizantes en las variedades Gros Michel y Orito entendiéndose que no es necesario una fertilización elevada para un buen desarrollo, mientras que las variedades morado y William presentaron mejores valores en el tratamiento déficit siendo similar a las otras variedades, puesto que no necesita de fertilización elevadas para un mejor desarrollo en cuanto al ancho de hoja, (Arreaga, 2017), en su investigación indican que ciertos cultivares de banano tienen una eficiencia en el uso de nutrientes que les permiten crecer bien incluso en suelos con bajos niveles de fertilización. (Murillo, 2023), Menciona que, un buen crecimiento foliar con baja fertilización puede estar relacionado con adaptaciones fisiológicas y morfológicas que mejoran la eficiencia en la absorción y utilización de nutrientes. Lo cual concuerda con esta investigación, que se obtuvo buenos resultados con el tratamiento control (sin fertilización).

Grafica 8 Interacción en el Ancho de Hoja de cuatro cultivares de banano por la fertilización mineral, Guasaganda, La Maná.



Elaborado por: Rosado & Ramírez (2024).

11.5. Largo de Hoja - Efecto simple del factor A y B.

Como se puede observar en la gráfica (9.A), en los datos obtenidos mediante la prueba de tukey se pudo determinar que los resultados del efecto simple en los cultivares de banano, nos indican que hubo diferencias significativas siendo las variedades Gros Michel y Morado los que presentaron un valor mayor en cuanto al largo de hoja, seguido de William y Orito quienes reflejaron un menor valor en cuanto al largo de hoja. Mostrando la capacidad adaptabilidad de Gros Michel y Morado en cuanto al largo de hoja y su adaptabilidad en las condiciones agroecológicas de Guasaganda, (Smith J. T., 2020), establece que, la adaptabilidad de las variedades, podrían deberse a factores edafoclimáticos que favorecen su crecimiento ayudan

significativamente en el desarrollo foliar de las plantas. Es importante recalcar que para los productores locales es relevante identificar las variedades con mejor adaptación, ya que esto puede conducir a prácticas agrícolas más eficientes y sostenibles.

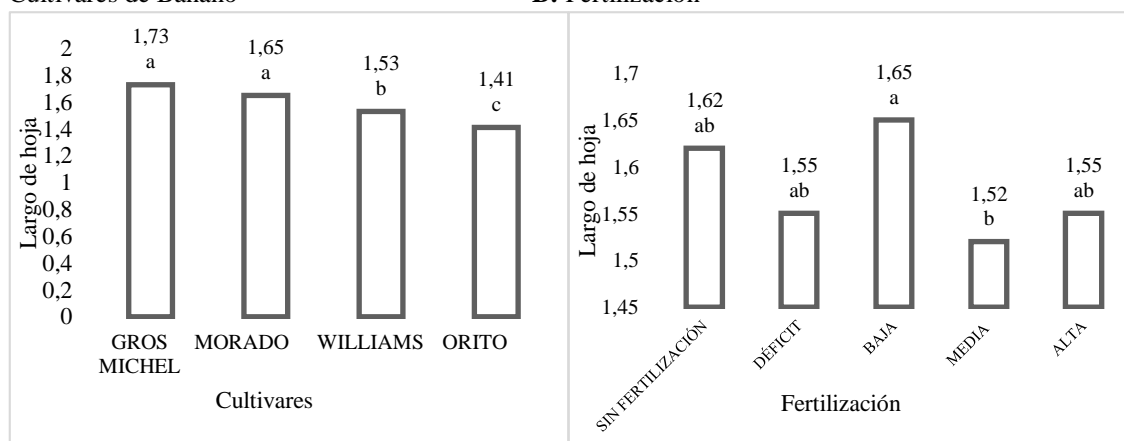
En la gráfica 9.B, se muestran los resultados obtenidos de los niveles de fertilización sobre el largo de hoja, cuyos análisis estadísticos determinan que la aplicación de diferentes niveles de fertilización si influyó significativamente, donde la fertilización baja destacó a comparación de los tratamientos establecidos, mientras que los tratamientos déficit, alto y sin fertilización mostraron un comportamiento agronómico intermedio, , de acuerdo a la investigación de (Ronaldo, 2018), la fertilización baja tiene impactos positivos en el largo de la hoja, observándose un crecimiento notablemente, mejor que con otros niveles de fertilización esto podría indicar que, los niveles bajos de fertilización pueden estar proporcionando nutrientes esenciales en una proporción adecuada evitando el exceso que podría inhibir el crecimiento. (Green, 2021), estableció que, la fertilización baja podría haber ofrecido un balance adecuado de nutrientes que estimuló el crecimiento de las hojas, lo que indica que una aplicación moderada de fertilizantes resultan ser mejores.

Grafica 9 Efecto simple (A y B) en el Largo de hoja de cuatro cultivares de banano por la fertilización mineral, Guasaganda, La Maná

A:

Cultivares de Banano

B: Fertilización



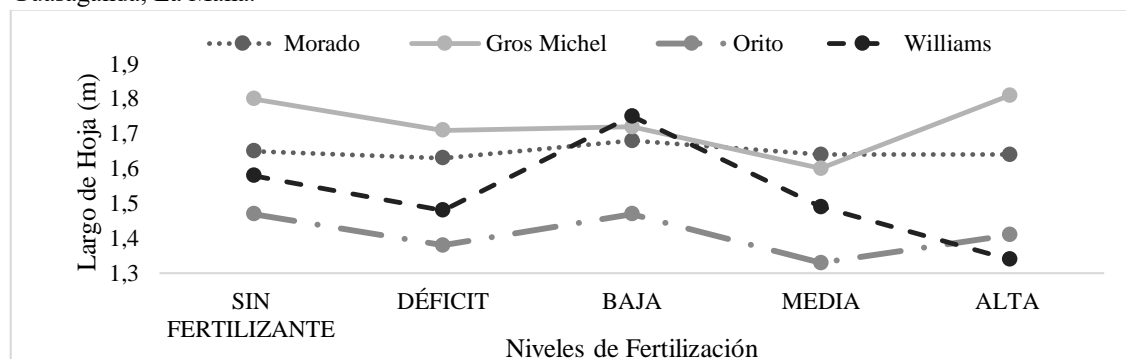
Elaborado por: Rosado & Ramírez (2024).

Interacción entre cultivares y niveles de fertilización

En la gráfica (10) se observa los resultados de la interacción sobre los cultivares de banano y los niveles de fertilización (AxB), dichos resultados reflejan diferencias significativas donde se pudo evidenciar las medidas de cada uno de los cultivares de banano observándose que con una fertilización baja se obtuvo buenos resultados en cuanto a las variedades William, y Morado, seguido de una fertilización alta, la variedades Gros Michel, en cuanto a la variedad Orito se

mostraron los valores más altos en el tratamiento sin fertilización, mostrando que los niveles de fertilización si influyen en los cultivares del largo de la hoja, investigaciones como las de (Kumarth, 2011) lo cual sugiere que, ciertos cultivares pueden ser más eficientes en el uso de nutrientes y por lo tanto pueden mostrar un buen desarrollo incluso con fertilizaciones bajas, el autor afirma que algunos cultivares suelen tener adaptaciones que les permite maximizar la absorción y uso de nutrientes. Por otro lado, (Magallanez, 2003) constató que, la fertilización alta en la variedad Gros Michel muestra buenos resultados lo que hace que, este cultivar responde muy bien a mayores aportes de nutrientes, los cultivares como el Gros Michel tienen una alta demanda nutricional, lo cual pueden beneficiarse con lo antes mencionado, aplicaciones de fertilizantes más intensas, por lo tanto, muestran mejoras en crecimiento e incremento en el tamaño de las hojas.

Grafica 10. Interacción en el Largo de Hoja de cuatro cultivares de banano por la fertilización mineral, Guasaganda, La Maná.



Elaborado por: Rosado & Ramírez (2024).

11.6. Área foliar - Efecto simple del factor A y B.

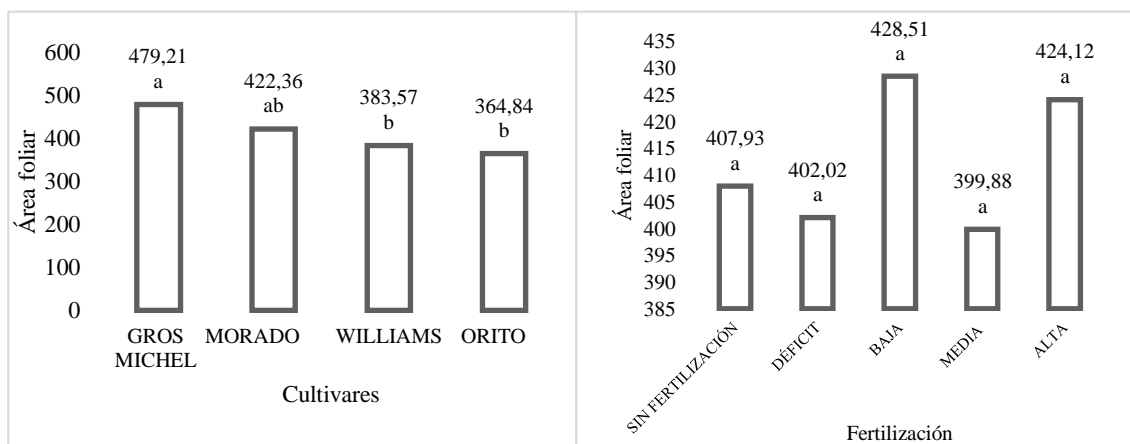
En el gráfico (11.A), se representan los valores promedio del efecto simple del factor a, sobre el área foliar en los cultivares de Banano. Mediante el análisis de tukey se observa que, si existieron diferencias estadísticas sobre el comportamiento de las distintas variedades de Banano establecidos en la zona de Guasaganda destacando la variedad Gros Michel y la variedad Morado, por lo que se puede decir que ese comportamiento puede estar influenciado por las características genéticas, lo que subraya la importancia de la selección de cultivares adecuados para optimizar la producción, (López, 2012) menciona que la variedad Gros Michel, tiene una mejor capacidad, para desarrollar un área foliar más grande sin una dependencia excesiva de condiciones específicas de fertilización o manejo agrícola puede estar particularmente valiosa en áreas con recursos limitados. dichos resultados concuerdan y se reflejan en esta investigación.

En el gráfico (11.B) se muestran los resultados sobre el efecto simple de los fertilizantes donde no existieron diferencias significativas del efecto simple de los fertilizantes sobre el área foliar, no obstante, se observó un ligero aumento en la fertilización baja y la fertilización alta, esto puede estar influenciado por factores agroecológicos dicho factor puede alterar la asimilación de nutrientes de la planta, dichos resultados no concuerdan con los resultados obtenidos por (Mendieta, 2012), el cual aplicó 5 niveles de fertilización los cuales contenían (Azufre, Nitrógeno, Fósforo, Potasio), con niveles casi similares esta investigación, obteniendo mejores valores con una fertilización media, sin embargo cabe mencionar que su investigación fue realizada en Babahoyo, una ubicación muy distinta a la planteada en esta investigación, poniendo a manifestar la importancia de conocer las condiciones agroecológicas de Guasaganda donde se entiende que se necesita un mayor nivel de fertilización para maximizar el área foliar en los cultivos de banano en comparación a una zona costera.

Grafica 11 Efecto simple (A y B) en el Área foliar de cuatro cultivares de banano por la fertilización mineral, Guasaganda, La Maná

A: Cultivares de Banano

B: Fertilización



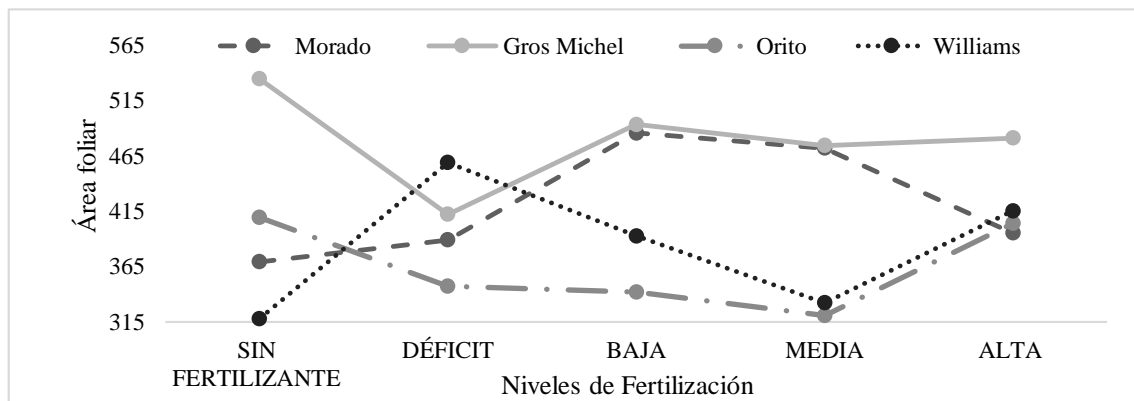
Elaborado por: Rosado & Ramírez (2024).

Interacción entre cultivares y niveles de fertilización

En la gráfica 12 se muestran los resultados sobre la interacción del factor A y B (Cultivares de banano y niveles de fertilización), observando diferencias estadísticas significativas, donde se puede visualizar la media de los cultivares de Banano, El comportamiento de los cultivares con los niveles de fertilización tuvo variaciones en la acumulación de área foliar, en la cual podemos apreciar que el comportamiento del cultivar de banano Orito y Gros Michel, en este primer ciclo aprovecha significativamente las fuentes naturales del suelo por lo que fue posible alcanzar los promedios más alto en área foliar, destacando que en condiciones edafoclimáticas ideales Gros Michael puede alcanzar valores superiores, con un balance nutrimental, siendo ligeramente similares las variedades William y Morado, dichos resultados sugieren que una fertilización

baja es suficiente para maximizar el área foliar, según (Humberth, 2012) ciertas variedades de banano tienen mecanismos fisiológicos y bioquímicos que les permiten absorber nutrientes de manera más efectiva, incluso en condiciones de baja disponibilidad de nutrientes. Donde (Tuárez, 2020) realizó una caracterización del cultivar morado el cual mostró un mejor índice foliar, esto está relacionado con su adaptabilidad y a la eficiencia en la absorción y utilización de nutrientes específicos del suelo.

Gráfica 12. Interacción en el Área foliar de cuatro cultivares de banano por la fertilización mineral, Guasaganda, La Maná.



Elaborado por: Rosado & Ramírez (2024).

11.7. Días a la floración - Efecto simple del factor A y B.

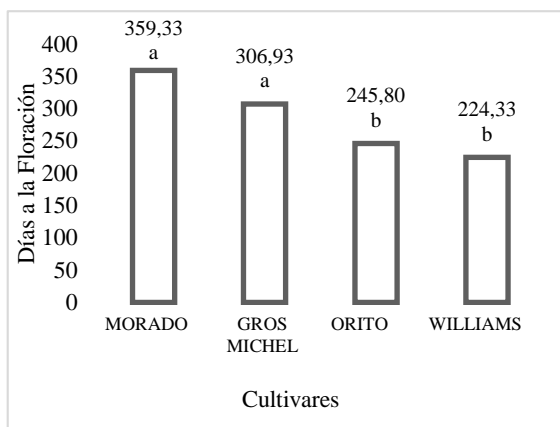
En el gráfico (13.A), se refleja los valores promedio del efecto simple (Cultivares) sobre los días a la floración de los cultivares de banano, se evaluaron mediante la prueba de Tukey donde si se observaron diferencias estadísticas, lo que demuestra que existió un comportamiento distinto entre los cultivares de Banano, esto puede ser influenciado por el material genético y los factores físicos de la zona, destacando que los cultivares Morado y Gros Michel tienen una mejor adaptabilidad a la zona (Guasaganda). Según los estudios realizados por (Stover R. , 1987), mencionó que, la genética de los cultivares de banano juegan un papel muy importante en el comportamiento fenológico en el tiempo de floración, resistencia a enfermedades y adaptabilidad de las distintas condiciones ambientales, por lo tanto, algunas variedades tardarán menos en florecer que otras, esto respalda a la investigación de (Turner D. , 2007), los cuales indica que las condiciones agroecológicas intervienen en el desarrollo de los cultivares de Banano, lo que causa que algunas variedades tengan una floración de manera más acelerada que otras.

En el gráfico (13.B), se muestran los resultados obtenidos sobre el efecto simple (Fertilizantes), en la variable días a la floración, gracias al análisis estadístico se pudo determinar que la aplicación de los distintos niveles de fertilización si influyó significativamente sobre los días a

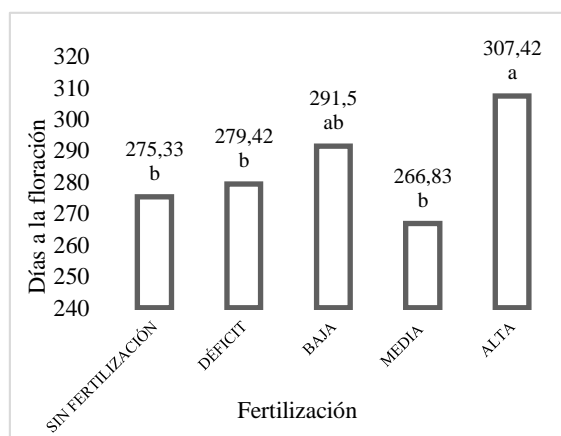
la floración, mientras que el tratamiento sin fertilización presentó un menor número de días a la floración, no obstante, la fertilización baja mostró un comportamiento agronómico intermedio en cuanto a los días a la floración, esto puede estar influenciado a la asimilación de nutrientes y a factores genéticos de cada cultivar, según (Margulis, 2021), indicó que, la asimilación de nutrientes y factores genéticos específicos de cada cultivar. La asimilación de nutrientes es un aspecto crucial, lo cual puede estar influenciado en el desarrollo y crecimiento de las plantas. Manifestó (Hernández, 2021), que la disponibilidad de nutrientes puede modificar el ritmo de desarrollo de los cultivares de banano. La fertilización insuficiente o inadecuada puede causar un desequilibrio en la nutrición del cultivo de banano, lo que podría afectar la floración de manera variada.

Grafica 13. Efecto simple (A y B) en los Días a la floración cuatro cultivares de banano por la fertilización mineral, Guasaganda, La Maná

A: Cultivares de Banano



B: Fertilización



Elaborado por: Rosado & Ramírez (2024).

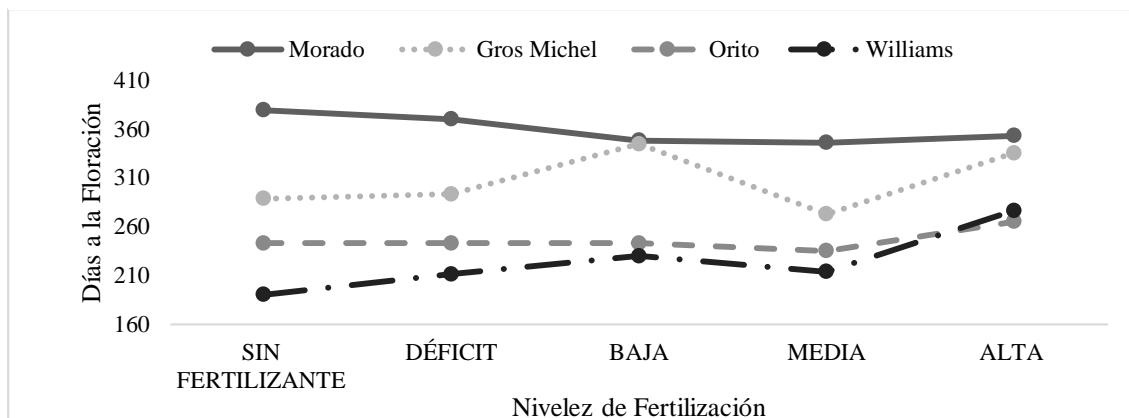
Interacción entre cultivares y niveles de fertilización

En el gráfico (14), se muestra la interacción sobre los días a la floración, acerca de las distintas variedades de banano y diferentes niveles de fertilización en la Parroquia Guasaganda, observando diferencias significativas en cada uno de los cultivares donde se pudo visualizar que la variedad Morado presentó una variabilidad notable en los días a la floración, mostrando un aumento con una fertilización alta. Mientras que la variedad Gros Michel y Williams mostraron una respuesta menos variable sobre los diferentes niveles de fertilización, sin embargo, la variedad Orito destacó por su consistencia y un menor requerimiento de días a la floración, lo cual mostró una alta eficiencia independientemente de los niveles de fertilización, de acuerdo a los análisis de los resultados obtenidos se puede entender la importancia de las características genéticas de cada cultivar al adaptarse a diferentes medios, para proporcionar

un nivel de fertilización óptimo, lo cual es crucial para mejorar la eficiencia productiva de los cultivos de Banano.

(Smith J. , 2018), estableció que, las fertilizaciones con dosis altas pueden aumentar significativamente los días a la floración en algunas variedades, debido a la sensibilidad genética, sin embargo, encontraron ciertas variedades como el Orito, dan una respuesta más estable y eficiente mediante los distintos niveles de fertilización, indagando con la importancia de las características genéticas en la adaptación y eficiencia productiva, lo cual concuerda con nuestra investigación.

Grafica 14 Interacción en los Días a la floración de cuatro cultivares de banano por la fertilización mineral, Guasaganda, La Maná.



Elaborado por: Rosado & Ramírez (2024).

11.8. Peso del racimo - Efecto simple del factor A y B.

En el gráfico (15.A), se presentan los valores promedio del efecto simple (cultivares de banano), en la variable peso del racimo, mismos datos que representan una diferencia estadística de acuerdo con los resultados de la prueba de rango múltiples de tukey al (0,05%), mostrando diferentes valores en cada uno de los cultivares sembrados bajo las condiciones agroecológicas de la Parroquia Guasaganda, viéndose reflejado las características genéticas de cada cultivo.

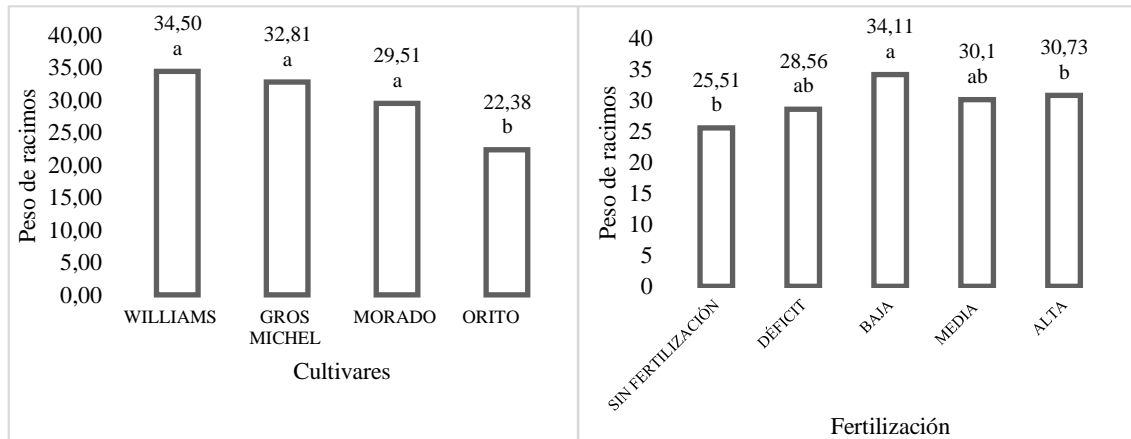
En el gráfico (15.B), se observó los valores promedio del efecto simple de (niveles de fertilización), en la variable peso del racimo, dichos datos reflejan que los diferentes niveles de fertilización si influyeron significativamente en el peso del racimo, donde una fertilización baja generó un aumento notable en el peso del racimo, seguido de una fertilización alta, presentando un valor bajo en el tratamiento sin fertilización, lo cual destaca la importancia de una buena dosificación de nutrientes, lo cual no concuerda con (Mendieta, 2012) donde evaluó similares niveles de fertilización en cultivares de banano en Babahoyo donde si presentaron diferencias

estadísticas sin embargo el obtuvo mejores resultados en el peso del racimo con una fertilización media.

Grafica 15 Efecto simple del factor (A y B) en el Peso del racimo en cuatro cultivares de banano por la fertilización mineral, Guasaganda, La Maná

A: Cultivares de Banano

B: Fertilización

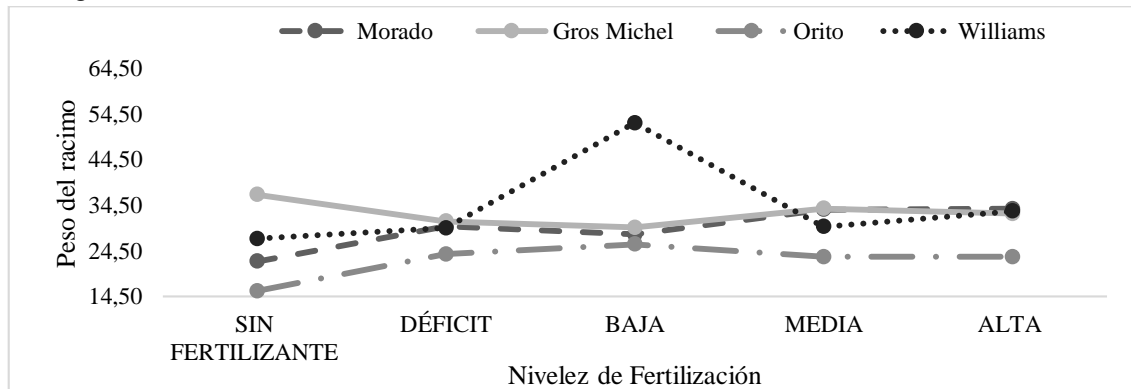


Elaborado por: Rosado & Ramírez (2024).

Interacción entre cultivares y niveles de fertilización

En el gráfico (16), se muestra la interacción entre cultivares de Banano, en el cual se observó diferencias significativas, la variedad Morado mostró un aumento constante sobre el peso del racimo, según los niveles de fertilización, lo cual se observó que responde a niveles más altos de fertilización, mientras que Williams y Orito, mostraron un incremento del peso de racimo hasta un punto medio de fertilización (Baja), mientras que Gros Michel, presentó un comportamiento único mostrando un peso mayor en el tratamiento sin fertilización, lo que sugiere que este tipo de banano no necesita de niveles altos de fertilización para maximizar el peso del racimo, (Villaseñor, *et al.*, 2020), probó diferentes niveles de fertilización en cultivos de banano en dos zonas diferentes en la provincia de manabi obteniendo un buen valor en el peso del racimo, con una fertilizacion baja los resultados no fueron optimos, con una fertilizacion media alta en las dos zonas de estudio, mencionando tambien que la dosis alta no le genero resultados favorables, lo cual no concuerda con esta investigacion puesto que se obtuvo un mejor resultados con un afertilizacion baja, a su vez lo cual puede estar justificado por las condiciones agroecologicas de la zona dado que son dos climas diferentes.

Grafica 16 Interacción en el Peso del racimo de cuatro cultivares de banano por la fertilización mineral, Guasaganda, La Maná.



Elaborado por: Rosado & Ramírez (2024).

11.9. Número de manos - Efecto simple del factor A y B.

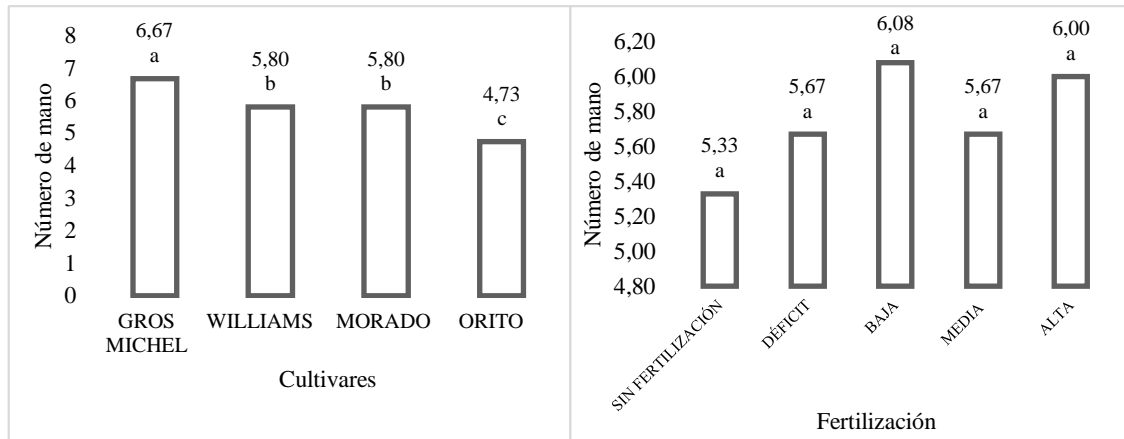
En la gráfica (17.A), se observa el efecto simple (cultivares de banano) en la variable número de manos. La prueba de rango múltiples de tukey con un nivel de significancia del ($p > 0,05$), revelo influencia estadística, esto demuestra que existen un comportamiento diferente en similares condiciones agroecológicas de Guasaganda, donde se puede destacar factores genéticos de cada cultivar, como Gros Michel y Williams. Según (Vargas, 2017), demuestra que, el número de manos en los cultivares de Banano pueden variar considerablemente debido a factores genéticos específicos. La variabilidad en el número de manos entre distintos cultivares de banano, puede ser atribuida a las diferencias genéticas que afectan al desarrollo y número de manos en el racimo.

Los resultados que se obtuvieron del efecto simple (fertilizantes) se presentan en el grafico (17.B), determinaron en base al análisis estadístico que no existieron diferencias significativas, sin embargo, se puede destacar la dosificación con el tratamiento bajo, el cual mostro un comportamiento agronómico intermedio, resaltando la importancia de una adecuada dosificación, (Escalier, 2017), menciona que, aunque en situaciones donde los niveles de fertilización no muestran diferencias significativas, puede ser un indicio de que todos los tratamientos están dentro del rango óptimo para el crecimiento y desarrollo del cultivo, como también puede estar sujeto a las condiciones climáticas y la genética de cada variedad de Banano.

Grafica 17 Efecto simple del factor (A y B) en el Número de manos en cuatro cultivares de banano por la fertilización mineral, Guasaganda, La Maná

A: Cultivares de Banano

B: Fertilización



Elaborado por: Rosado & Ramírez (2024).

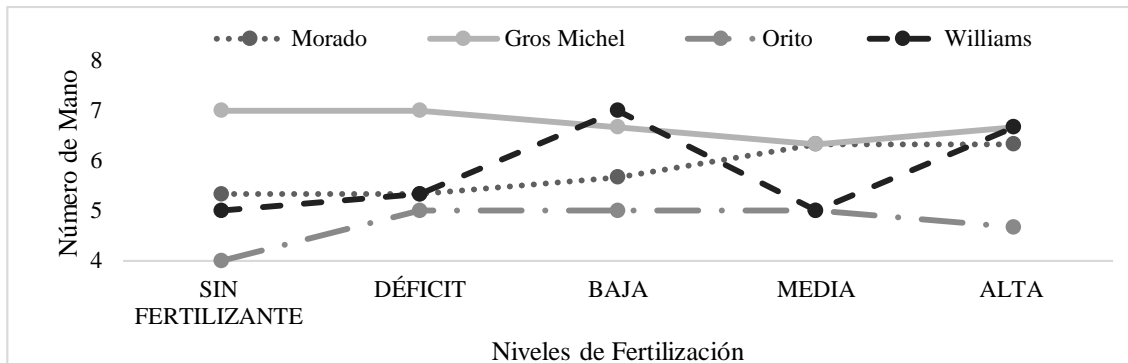
Interacción entre cultivares y niveles de fertilización

En la gráfica (18), se reflejan los resultados sobre la interacción entre los cultivares de banano y los diferentes niveles de fertilización (AxB), donde se observan diferencias estadísticas en cuanto al número de manos, observando diferentes comportamientos de los cultivares en similares condiciones, como se puede observar en la gráfica que en la variedad Gros Michel se pueden obtener una mayor número de manos tanto con una fertilización déficit como el tratamiento control (sin fertilización), la variedad Orito y Williams mostraron un mayor número de manos con una fertilización baja, mientras que el cultivar Morado carece de una fertilización alta para maximizar un mayor número de manos. Por lo cual los resultados reflejados permiten entender la importancia de considerar las características genéticas, así como las condiciones agroecológicas y factores físicos al momento de realizar un plan de fertilización.

Desde el punto de vista de (González, 2016), menciona que, la influencia de los factores físicos y las condiciones agroecológicas en la respuesta de los cultivares de banano a la fertilización, lo cual encontró que la adaptación genética de las variedades de banano, junto con una fertilización adecuada, las condiciones específicas del suelo y clima, son fundamentales para determinar el número de manos, lo que concuerda con nuestra investigación, ya que las condiciones agroecológicas y la zona en donde están establecidas estas variedades de banano son óptimas para una buena producción de frutos, destacando las variedades de Orito y Morado, las cuales son variedades locales de esta zona, corroborando estos resultados con lo dicho por (Haifa, 2019), mencionando que es bien documentado que una fertilización equilibrada logra

un buen rendimiento y una mejor calidad del banano, dado que una fertilización baja es un factor que restringe un buen crecimiento y rendimiento óptimo del cultivo.

Grafica 18 Interacción en el Número de mano de cuatro cultivares de banano por la fertilización mineral, Guasaganda, La Maná.



Elaborado por: Rosado & Ramírez (2024).

11.10. Número de hojas a la cosecha - Efecto simple del factor A y B.

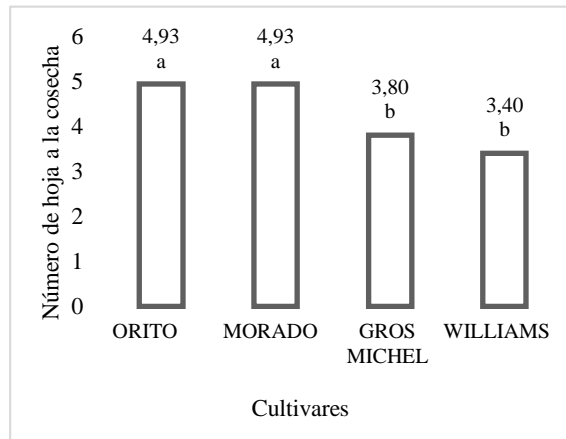
En el gráfico (19.A), se presentan los valores promedios del efecto simple (cultivares de banano), en la variable número de hojas a la cosecha, gracias a la prueba de rango múltiple de tukey presentó influencia estadística, lo que demuestra que existe una diferencia significativa, dado que hubo una mejor adaptabilidad en cuanto el número de hojas al momento de la cosecha, en los cultivares de Banano. Sin embargo, cabe destacar que las variedades de Orito y Morado obtuvieron una mejor adaptabilidad, esto debido a que estos dos cultivares son de esta zona, lo cual hace que tenga un buen número de hojas que se mantienen al momento de cosechar el fruto, (Espinoza L. , 1989) afirma que, la adaptación de ciertos cultivares destacan debido a factores relacionados con la adaptación local, en donde las variedades de banano que han sido seleccionados en una región específica, muestran un mejor desempeño en ese entorno. Las variedades locales normalmente están adaptadas de una mejor forma a las condiciones ambientales y edáficas específicas de su zona de origen, lo que se refleja en su capacidad para mantener un buen número de hojas a la cosecha y así mejorar la producción.

En el gráfico (19.B), se muestran los valores promedios obtenidos del efecto simple de los fertilizantes sobre la variable número de hojas a la cosecha, lo cual indica que no existió diferencias significativas al momento de aplicar fertilizantes en la variable número de hojas a lo cosecha, esto quiere decir que, para obtener un buen número de hojas al momento de cosechar el fruto, la fertilización elevada no influyó para garantizar un buen número de hojas a la cosecha, según (Sherer, 2001) indica que, la fertilización es un factor crítico en la producción agrícola, a pesar de que su efectividad puede depender de la sincronización de nutrientes que adquiere la planta, así como las condiciones del suelo. Es probable que, las dosis de fertilizantes aplicadas

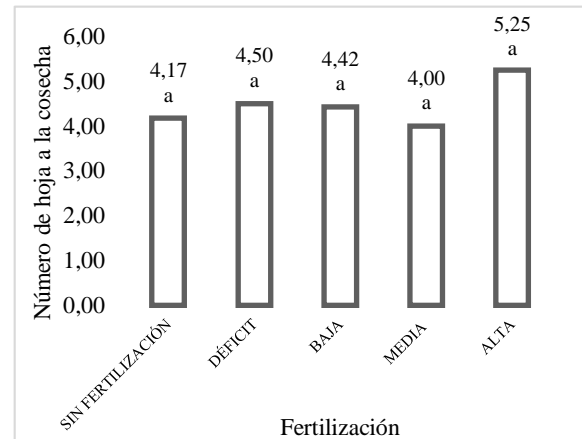
no hayan alcanzado el umbral necesario para incrementar el número de hojas, ya que también interfieren otros factores como la calidad del suelo y las condiciones climáticas de la zona (Graham, 2003).

Grafica 19 Efecto simple del factor (A y B) en el Número de hojas a la cosecha en cuatro cultivares de banano por la fertilización mineral, Guasaganda, La Maná

A: Cultivares de Banano



B: Fertilización



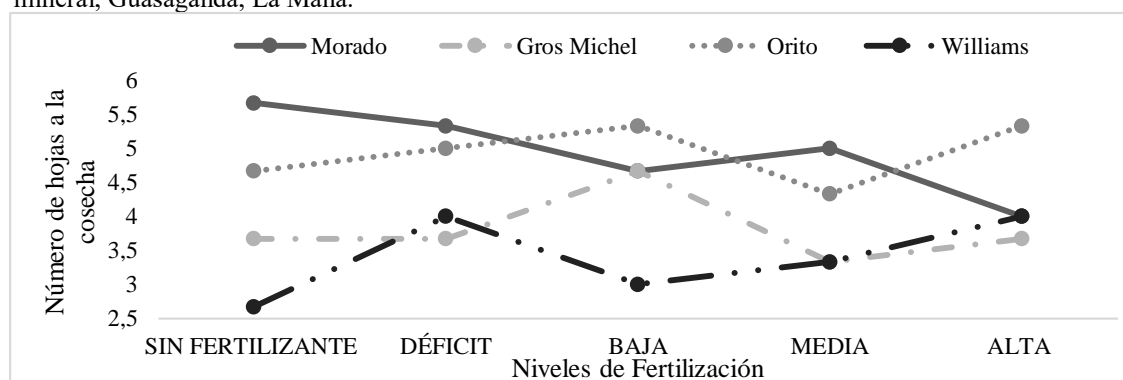
Elaborado por: Rosado & Ramírez (2024).

Interacción entre cultivares y niveles de fertilización

En la (gráfica 20), mediante un diagrama lineal se reflejan los resultados de número de hojas a la cosecha, sobre la interacción entre los cultivares y niveles de fertilización mineral (AxB), donde se observan diferencias estadísticas entre los cultivares mostrando comportamientos diferentes, con una fluctuación diferente según los niveles de fertilización. Una fertilización baja presentó un número mayor de hojas en la variedad Morado observando una descendencia según se aumente los niveles de nutrientes, entendiendo que este cultivar no necesita de fertilizaciones elevadas para maximizar el número de hojas, viéndose influenciada por sus características genéticas y las condiciones agroecológicas de la zona, mientras que en la variedad Williams presento valores altos con una fertilización déficit y una fertilización alta manifestando que con niveles mayores se puede obtener buenos resultados al igual que una fertilización déficit, similares a los resultados obtenidos en la variedad Orito quien presento un mejor promedio en número de hojas a la cosecha con una fertilización alta y baja al igual que la variedad Gros Michel que presento su nivel más alto en número de hojas con una fertilización baja. La investigación realizada por (Matínez, 2015) afirmó que, la respuesta de los cultivares de Banano a la fertilización mineral puede variar considerablemente según la variedad, puesto que, intervienen las condiciones agroecológicas. En su investigación, el autor señaló que, ciertos cultivares como Williams, muestran un incremento significativo en el número de hojas

con fertilizaciones alta, dado a su alta demanda de nutrientes para incrementar su rendimiento. Estos resultados concuerdan con la investigación de (Pérez C. , 2019), donde indica que el impacto de diferentes niveles de fertilización en diversas variedades de Banano y encontraron que cultivares como el Orito y Gros Michel responden favorablemente tanto a bajas dosificaciones de fertilizantes como a altos niveles, sin embargo, algunas variedades tienen una mayor plasticidad fenotípica la cual permite adaptarse a un amplio rango de condiciones de fertilización.

Grafica 20 Interacción en el Número de hojas a la cosecha de cuatro cultivares de banano por la fertilización mineral, Guasaganda, La Maná.



Elaborado por: Rosado & Ramírez (2024).

11.11. Días a la cosecha Efecto simple del factor A y B.

En la (gráfica 21.A), se presentan los valores promedio del efecto simple (cultivares de banano), en la variable días a la cosecha mismos datos que representan una diferencia estadística de acuerdo con los resultados de la prueba de rango múltiples de tukey al (0,05%), indicando diferentes valores en cada uno de los cultivares, mostrando así una diferencia significativa en los cultivares Orito y Morado, destacando el factor genético de cada cultivar, (Rivas, 2018), menciona que, los factores genéticos sobre el tiempo a la cosecha son bien documentado, por lo cual en su investigación establece que, los cultivares de banano muestran variaciones significativas en sus características fenotípicas, lo que incluye la duración del tiempo de crecimiento, sobre las diferencias genéticas. Estos elementos pueden contener variaciones en genes que regulan el desarrollo del fruto.

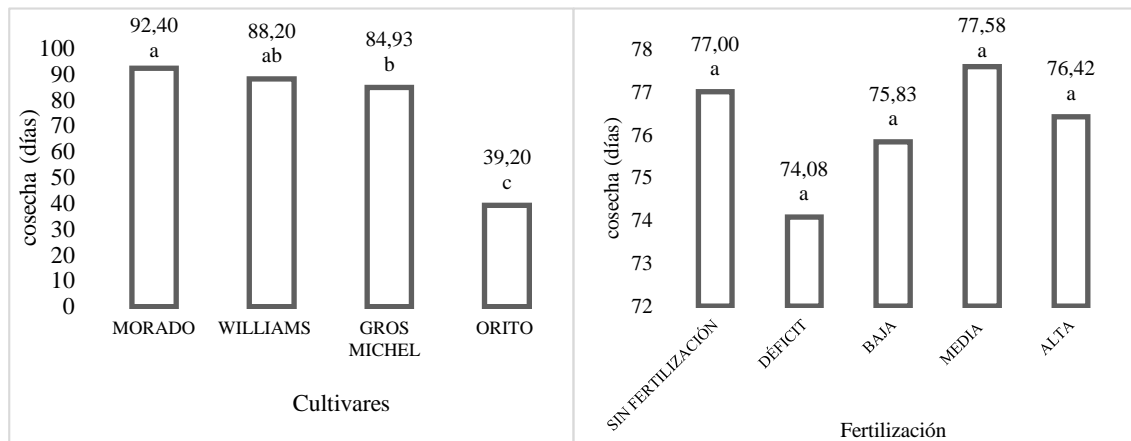
En la (gráfica 21.B), se presentan los valores promedio del efecto simple de (niveles de fertilización), en la variable días a la cosecha, dichos datos reflejan que los distintos niveles de fertilización no influyeron en la variable días a la cosecha, no obstante, cabe destacar que, la fertilización media resaltó más en esta variable, (Guler, 2002), llevó a cabo un estudio que muestra que, la ausencia de un efecto significativo de los niveles de fertilización en los días a la cosecha puede ser analizado bajo varias posibilidades. El autor menciona que, la relación

entre la fertilización y el tiempo de maduración de la fruta puede ser compuesto y no siempre lineal. Conforme a la investigación de (Espinoza M. , 1987), la fertilización puede influir en diversos aspectos en el tiempo de maduración, en algunos casos los efectos de fertilización al momento de la cosecha pueden depender del tipo de cultivo, las condiciones climáticas y edáficas.

Grafica 21 Efecto simple del factor (A y B) en Días a la cosecha en cuatro cultivares de banano por la fertilización mineral, Guasaganda, La Maná

A: Cultivares de Banano

B: Fertilización



Elaborado por: Rosado & Ramírez (2024).

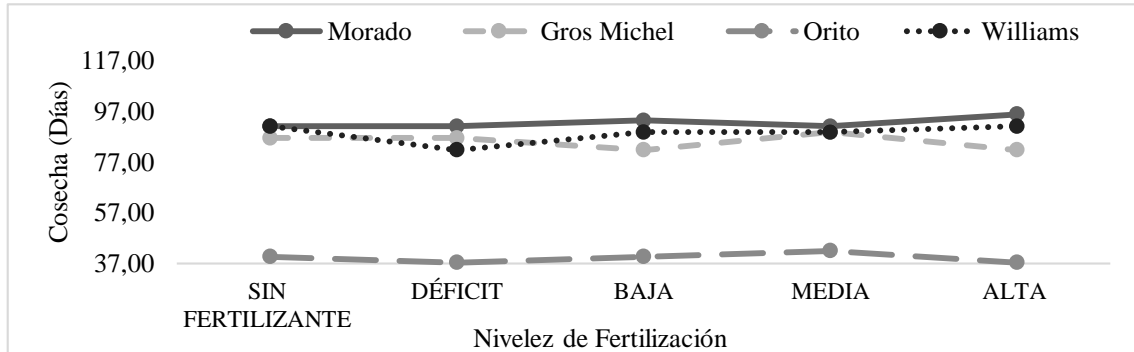
Interacción entre cultivares y niveles de fertilización

En la (gráfica 22) se puede observar los días a la cosecha en la interacción entre los cultivares y diferentes niveles de fertilización, existiendo diferencias estadísticas, por lo que se puede determinar que la variedad Morado presento un mayor número en días a la cosecha con una fertilización Alta, Gros Michel con una fertilización media y Williams presento un mayor valor en días a la cosecha con una fertilización baja y media, mientras que Orito según los resultados presentados fue la variedad con menores días a la cosecha siendo su promedio más elevado el tratamiento con una fertilización media, lo cual puede estar justificado puesto que se conoce que la variedad orito se da mejor en la zona donde se realizó la investigación.

Cuyos resultados muestran que los diferentes niveles de fertilización intervienen en el tiempo a la cosecha dependiendo las características genéticas de los cultivares y las condiciones agroecológicas, así también como factores físicos, siendo estos unos factores importantes al momento de realizar un plan de fertilización. Estudios realizados por (García M. , 2018), mencionó que, las características genéticas de los cultivares de Banano influyen en su respuesta a diferentes niveles de fertilización. Analizaron que las diferencias en los días a la cosecha, gran parte intervienen con variaciones genéticas entre las variedades. Lo cual, hace que las

fertilizaciones altas y medias presenten resultados considerables con las características genéticas de estos cultivares.

Grafica 22 Interacción en Días a la cosecha de cuatro cultivares de banano por la fertilización mineral, Guasaganda, La Maná.



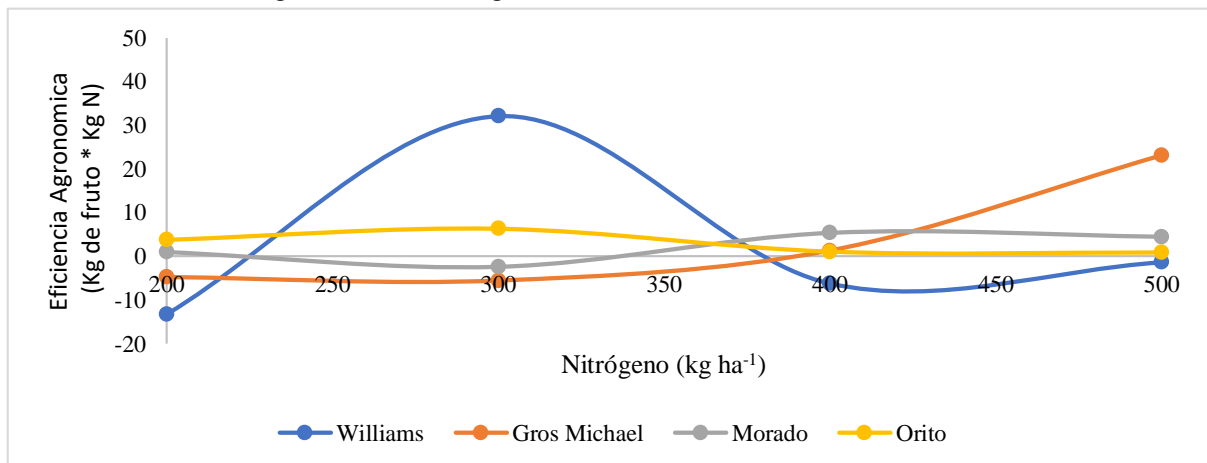
Elaborado por: Rosado & Ramírez (2024).

11.12. Eficiencia agronomica

Nitrógeno

En la (gráfica 23), se observa la eficiencia agronómica de cada cultivar, El cultivar Williams muestra su eficiencia agronómica, a niveles medios de nitrógeno alcanzando aproximadamente 30 kg de fruto, por cada kg de nitrógeno aplicado, en 300kg/ha. Gros Michel mantiene una eficiencia moderada y constante en niveles bajos y medio, pero incrementa significativamente niveles altos llegando a producir 20 kg de futo/kg de Nitrógeno en 500kg/ha. Morado exhibe una eficiencia agronómica estable y positiva en todos los niveles de nitrógeno con una producción aproximada de 5kg de fruta por kg de nitrógeno. Por último, Orito muestra una eficiencia constante y moderada en todos los niveles de Nitrógeno, generando alrededor de 10kg de fruto, por kg de Nitrógeno aplicado.

Grafica 23. Eficiencia agronómica del Nitrógeno.

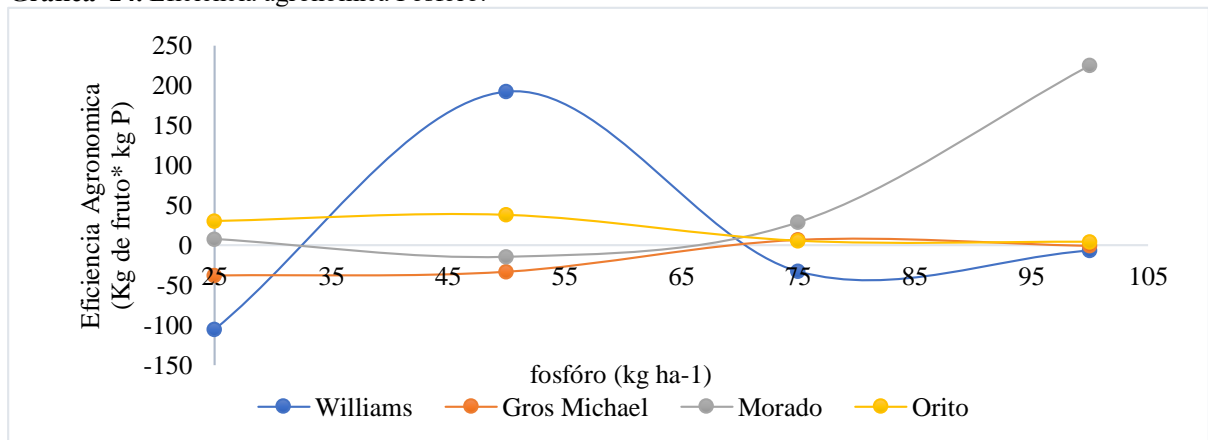


Elaborado por: Rosado & Ramírez (2024).

Fósforo

En la (gráfica 24), se observa la eficiencia agronómica de los cultivares donde obtenemos el rendimiento de cada cultivar. Para el cultivar Williams se observa una eficiencia agronómica notablemente positiva en cantidades medias de fósforo a 200kg de fruto por kg de fósforo en 45kg/ha de p, mientras que en cantidades altas de fósforo comienza una eficiencia negativa. Por otra parte, el cultivar Gros Michel muestra una eficiencia agronómica constante en todos los niveles de fósforo. El cultivar Morado mantiene una eficiencia neutral en cantidades bajas y medias de fósforo, mejorando significativamente a cantidades altas de fósforo llegando a alcanzar 250kg de fruto por kg de fósforo en 105kg/ha de p. Finalmente el cultivar Orito podemos observar que nos muestra una eficiencia constante y cercana a neutro en todos los niveles de fosforo evaluados.

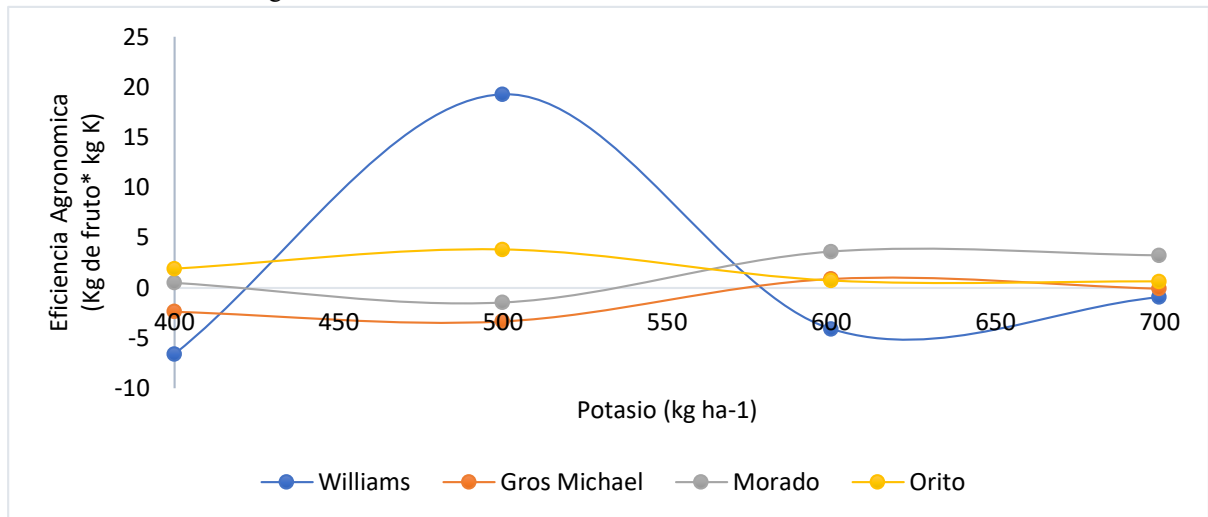
Gráfica 24. Eficiencia agronómica Fósforo.



Elaborado por: Rosado & Ramírez (2024).

Potasio

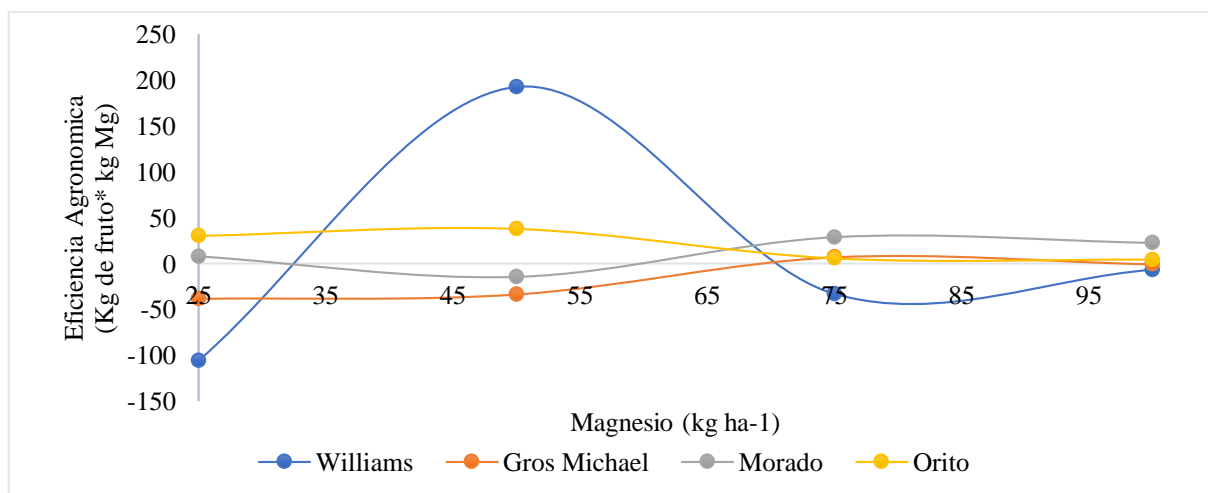
En la (gráfica 25), se visualiza la eficiencia agronómica de diferentes cultivares de banano en función de la cantidad de potasio aplicado, el cultivar Williams obtuvo un máximo rendimiento agronómico con 500kg/ha de potasio, alcanzando aproximadamente 20 kg de fruto por cada kg de potasio, no obstante, su eficiencia disminuyó tanto en niveles inferiores como superiores de potasio. El cultivar Gros Michel mantuvo una eficiencia constante y positiva alrededor de 5 kg de fruto por kg de potasio en 600 kg/ha, sin variaciones significativas a través de los diferentes niveles de potasio aplicados. Por otra parte, el cultivar Morado presentó una eficiencia agronómica neutro en todos los rangos evaluados, aunque hubo una ligera tendencia a mejorar con mayores cantidades de potasio. Finalmente, el cultivar Orito demostró una eficiencia estable y positiva, alrededor de 5kg de fruta por kg de potasio en 500 kg/ha.

Grafica 25 Eficiencia agronómica del Potasio.

Elaborado por: Rosado & Ramírez (2024).

Magnesio

En la (gráfica 26), observamos la eficiencia agronómica de diferentes variedades de banano, en función de la cantidad de magnesio aplicado, la variedad Williams alcanzó su mayor rendimiento con 45 kg/ha de magnesio, logrando 200kg de fruto por kg de magnesio, aunque la eficiencia disminuyó en niveles inferiores como superiores de magnesio. La variedad Gros Michel mantuvo una eficiencia constante y positiva alrededor de 50 kg de fruto por kg de magnesio en 95kg/ha, sin variaciones significativas a través de los diferentes niveles de magnesio aplicados. El cultivar morado presentó una eficiencia agronómica negativa en todos los rangos evaluados, con una ligera tendencia mejorar en mayores cantidades de magnesio. Finalmente, el cultivar orito demostró una eficiencia estable y positiva, alrededor de 50kg de fruto en 95 kg/ha.

Grafica 26 Eficiencia agronómica Magnesio.

Elaborado por: Rosado & Ramírez (2024).

11.13. Análisis económico

Para poder calcular el análisis económico, el peso y valor de las cajas de banano se calculó en base a los datos proporcionados por (INFOCOMEX, 2018), ministerio de agricultura y ganadería del Ecuador. En la Tabla 7 se puede observar que el tratamiento en la variedad Williams con fertilización alta con un B/C de 3.02 con un ROI de 302%, Gros Michel 4.44 y un ROI de 444%, Morado 3.34 con un ROI de 334%, mientras que Orito presento un B/C de 1.98 con un ROI de 198%.

Tabla 7 Análisis económico de los tratamientos en estudio.

Tratamientos	Peso racimo kg	Rend. Kg/ha	Cajas /ha	Caja \$	IB	CT	B-N	B-C	ROI %
Williams									
Sin Fertilización	27,23	15664	850	6,3	5357,28	2608,38	2748,90	1,05	105
Déficit	29,52	17641	958	6,3	6033,60	3380,25	2653,35	0,78	78
Bajo	52,65	27939	1517	6,3	9555,51	2866,73	6688,79	2,33	233
Medio	29,85	15841	860	6,3	5417,78	3123,51	2294,27	0,73	73
Alto	33,25	14449	784	6,3	4941,69	1230,42	3711,27	3,02	302
Gros Michel									
Sin Fertilización	32,69	19573	1063	6,3	6694,18	1230,42	5463,76	3,82	382
Déficit	31,02	16458	893	6,3	5628,90	2608,38	3020,51	1,16	116
Bajo	29,67	15741	855	6,3	5383,90	2866,73	2517,17	0,88	88
Medio	33,8	17935	974	6,3	6134,02	3123,51	3010,51	0,96	96
Alto	36,89	17346	942	6,3	5932,57	1230,42	4702,15	4,44	444
Orito									
Sin Fertilización	23,81	12636	842	4,47	3765,42	2608,38	1157,04	0,44	44
Déficit	23,22	15338	1023	4,47	4570,72	3380,25	1190,47	0,35	35
Bajo	25,97	13780	919	4,47	4106,44	2866,73	1239,72	0,43	43
Medio	15,75	12321	821	4,47	3671,66	1230,42	2441,24	1,98	198
Alto	23,2	13808	921	4,47	4114,78	3123,51	991,28	0,32	32
Morado									
Sin Fertilización	22,2	11780	785	4,47	3510,32	1230,42	2279,90	1,85	185
Déficit	29,88	15853	1057	4,47	4724,17	1230,42	3493,75	2,84	284
Bajo	28,14	14931	995	4,47	4449,57	1230,42	3219,15	2,62	262
Medio	33,57	17811	1187	4,47	5307,64	1230,42	4077,22	3,31	331
Alto	33,75	17908	1194	4,47	5336,63	1230,42	4106,21	3,34	334

Elaborado por: Rosado & Ramírez (2024).

12. IMPACTOS

Impactos técnicos: La presente investigación tiene como objetivo brindar información y nuevas alternativas, con el fin de obtener mejores resultados en el desarrollo y producción el cultivo de musáceas, misma información que beneficiara a los agricultores.

Impactos Ambientales: El estudio de la fertilización en musáceas debe considerar no solo los beneficios agronómicos, sino también los posibles impactos ambientales. Evaluar y adoptar prácticas sostenibles es esencial para minimizar los efectos negativos y promover una agricultura responsable.

Impacto social: El estudio de la fertilización en musáceas tiene un impacto social significativo que abarca la mejora de la productividad agrícola y la economía local, la generación de empleo y la capacitación, así como potenciales riesgos para la salud y conflictos sociales. Abordar estos aspectos de manera equilibrada y responsable es clave para maximizar los beneficios y mitigar los efectos negativos en las comunidades involucradas.

Impactos económicos: Esta investigación sobre el impacto económico de la fertilización en musáceas es en gran medida positivo, con beneficios en la productividad, reducción de costos y mejora de la competitividad.

13. PRESUPUESTO

En la tabla 8 se muestra el presupuesto de la investigación, para determinar este valor se tomó en cuenta los materiales, equipos e insumos empleados, al igual que su valor unitario generando un costo total. El costo de la investigación fue de \$525,77 dólares.

Tabla 8 Presupuesto de la investigación.

Parámetro	Unidad	valor unitario (USD)	Cantidad a usar por ensayo	costos (USD)
Análisis de suelo	Unidad	35	1	35
Terreno	Ha	200	0,54	108
Cormos	Unidad	0,22	784	100
Lambda- cyhalotrin	litro	29	0,1	2,9
Carbosulfan	litro	19	0,1	1,9
Acetamiprid+ Friponil	litro	29	0,1	2,9
Oxicloruro de cobre + mancozeb	1 kg	14	0,08	1,12
Preparación del terreno	jornal	20	0,41	8,23
Riego	jornal	20	0,59	11,8
Aporque	jornal	20	0,88	17,6
Control Fitosanitario	jornal	20	0,59	11,8
Aplicación de foliares	jornal	20	0,59	11,8
Cosecha	jornal	20	0,71	14,1
Urea	Saco de 50 kg	30	0,21	6,3
Muriato	Saco de 50 kg	35	0,21	7,35
Super fosfato	Saco de 50 kg	45	1,71	76,95
Nitrato de K	Saco de 50 kg	48	0,45	21,6
Sulfato de Mg	Saco de 50 kg	43	0,3	12,9
Urea active	Saco de 23 kg	4,35	6,32	27,49
Aplicación de fertilizantes	jornal	20	1,05	21,0
Subtotal				500,74
Imprevistos (5%)				25,03
Total				525,77

Elaborado por: Rosado & Ramírez (2024).

En la tabla 8 se muestra el presupuesto de la investigación, para determinar este valor se tomó en cuenta los materiales, equipos e insumos empleados, al igual que su valor unitario generando un costo total. El costo de la investigación fue de \$525,77 dólares.

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- La respuesta agronómica de los cultivares de banano con diferentes niveles de fertilización mineral, se pudo determinar que la variedad Morado destacó en variables como (Altura, Días a la floración, Número de Hojas a la cosecha) con el tratamiento control (Sin fertilizante) y con días a la cosecha con un nivel de fertilización alto, mientras que Orito fue la variedad que presentó valores menores en días a la cosecha siendo el más alto el tratamiento con una fertilización media. Gros Michel reflejó buenos resultados en variables como (diámetro de fuste, ancho de hoja, área foliar, número de mano) con el tratamiento control, y un largo de hoja con un nivel de fertilización alto. Williams destacó con sus promedios en las variables Número de hojas con una fertilización alta y peso del racimo con un nivel de fertilización bajo.
- De acuerdo con la literatura citada se puede decir que se reflejaron mejores resultados con niveles de fertilización medio, baja e incluso sin fertilización en los cultivares de banano en la zona de Guasaganda por una buena característica genética del cultivo los cuales no requieren de un exceso de fertilizantes para maximizar un óptimo desarrollo y producción, viéndose influenciado los factores agroclimáticos de la zona.
- En base al análisis económico, se pudo observar que el tratamiento con fertilización alta con un B/C de 3.02 con un ROI de 302% en la variedad Williams, Gros Michel 4.44 y un ROI de 444%, Morado 3.34 con un ROI de 334%, mientras que Orito presentó un B/C de 1.98 con un ROI de 198%.
- Dado estos resultados se puede dar validez a la hipótesis alternativa la cual menciona que La aplicación de distintos niveles de fertilizantes tendrá un efecto en el crecimiento del cultivo de banano.

Recomendaciones

- Se recomienda asegurarse de que la aplicación de los fertilizantes sea uniformes, adecuados y constantes para que, de esta forma, los cultivares de Banano continúen con un buen desarrollo.
- Se recomienda elaborar un análisis de suelo anual, para que, de este modo, se pueda ajustar el plan de fertilización adecuado para los cultivares de Banano.
- Mantener la sanidad del cultivo mediante labores culturales, las cuales deben ser realizadas constantemente
- Se sugiere optimizar el uso de fertilizantes para reducir los costos de producción, sino también minimizar el impacto ambiental.
- Se recomienda implantar repoblaciones de la variedad que mejor se adaptó a la zona de Guasaganda, que este caso sería la variedad de Gros Michel.

15. BIBLIOGRAFÍA

- Aboboreira Neto , M. (1994). Principales labores del cultivo de plátano. Costa Rica : Eart.
- AGRO. (2014). El banano orito despunta en los mercados. *Revista el*.
- Aguilar, R. (2015). La producción y exportación del banano y su incidencia en la economía ecuatoriana en el periodo 2008-2013.
- Alvario, S. (2018). Factores que afectan la producción de banano. Universidad tecnica de Babahoyo. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/3690>
- Amezcuca, J., & Lara, M. (2017). El zinc en las plantas. *Revista Ciencias*, 68(3), 28-35.
- Arechiga, Y. (2013). El seguimiento de egresados en el cu costa sur: la percepción de los egresados y empleadores sobre competencias. Mexico: : Universitaria. Libros udg. Primera edición.
- Arreaga, j. (2017). Efectos de la fertilizacion en las hojas del banano. Redalyc. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=325727372004>
- Avellán, L., Cobeña, N., Estévez, S., Zamora, P., Vivas, J., González, I., & Sánchez, A. (2020). Exportación y eficiencia del uso de fósforo en plátano ‘barraganete’ (*Musa paradisiaca* L.). *Revista fitotecnia mexicana*, 43(1), 25-33.
- Azcòn, J., & Talòn, M. (2013). Fundamentos de la fisiología vegetal. Barcelona: McGraw-Hill Interamericana de España.
- Balaguera, E. (2018). Deficiencias de calcio en las plantas de plátano. Campohermoso: Alcaldía Municipal de Campohermoso. Obtenido de <https://www.campohermoso-boyaca.gov.co/noticias/deficiencia-de-calcio-en-las-plantas-de-platano>
- Barrera, W. (2014). Propagación vegetativa de banano (*Musa x paradisiaca*) variedad cavendish con la aplicacion de brasisteroide en diferentes concentraciones en el Cantòn Buena Fè. Quevedo, Ecuador: Universidad Tècnica Estatal de Quevedo.
- Bazurto, J. (2016). Absorción, distribución y acumulación de nitrógeno en banano variedad Williams en dos ciclos de producción en zona humeda tropical. Bogota, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

- Botero, J., Parra, L., & Cabrera, K. (2009). Determinación del nivel de nutrición foliar en banano por espectrometría de reflectancia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 62(2), 5089- 5098.
- Bustamante, J. R. (2016). Efectos de niveles de fertilización orgánica y química en el desarrollo de Teca en el cantón de Mocache. Quevedo: UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO.
- Buste, C. (2019). “Crecimiento de hijuelos de banano (*Musa sp.*) en respuesta al abonamiento potásico.”. Quevedo, Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Bustos, V., Mena, R., & Fernández, J. (2019). Comparación de dos disoluciones extractoras de boro y determinación de su contenido en el suelo y en la planta de banano. *Agronomía Costarricense*, 43(1), 35-45. Obtenido de <https://dx.doi.org/10.15517/rac.v43i1.35647>
- Cakmak, I., & Yazici, A. (2010). Magnesio: el elemento olvidado en la producción de cultivos. Obtenido de [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/80910020DC5AE6A6852579A0006A1A3D/\\$FILE/2.%20Magnesio.%20E1%20elemento%20olvidado.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/80910020DC5AE6A6852579A0006A1A3D/$FILE/2.%20Magnesio.%20E1%20elemento%20olvidado.pdf)
- Campelo, C. (2023). “Efecto de la aplicación de dos fertilizantes edáficos y tres fertilizantes foliares sobre la producción y rentabilidad del cultivo de banano (*Musa AAA.*) en el cantón Baba. Ambato, Ecuador: Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato.
- Castellanos, K. (2021). Calcio, Magnesio y Azufre, consumo y distribución en papa (*Solanum tuberosum L.* Grupo Andigenum). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Castillo, A., Hernández, J., Pineda, J., & Valdèz, L. (2011). Extracción de macronutrientes en banano dominico (*Musa spp*). *PHYTON*, 80(1), 65-72.
- Cedeño, J., & Garcia, J. (2022). FERTILIZACIÓN CON MAGNESIO EN PLÁTANO ‘BARRAGANETE’ (*MUSA AAB*) ECUADOR. La Granja. *Revista de Ciencias de la Vida*, 35(1), 8-19.
- Chamba, L., & Montoya, A. (2021). Evolución en las exportaciones de banano e impacto del desarrollo económico, provincia de El Oro 2011-2020, pre-pandemia, pandemia; aplicando series de tiempo. *Dominio de las Ciencias*, 7(3), 1558-1577.

- Colina, L. (2022). Muriato de potasio. Obtenido de <https://lacolina.com.ec/producto/muriato-de-potasio/>
- Comercio. (18 de 08 de 2019). Las plagas afectaron al banano en Ecuador en estos. El Comercio.
- Contreras, A. (2015). El efecto del nitrógeno en las enfermedades de las plantas. *agronomía y forestal*(32).
- Córdoba, r. (2010). características y fertilización del cultivo de banano. *BananoTecnía*. Obtenido de <https://bananotecnia.com/articulos/caracteristicas-y-fertilizacion-del-cultivo-de-banano/>
- Correa, M. (2021). Efecto de nitrógeno, fósforo y potasio más tierra de diatomea en el cultivo de plátano. Milagro.: Agrotecnología.
- Cosoveanu, A., & Trujillo, E. (2016). Endophytic Fungi Isolated from *Musa acuminata* ‘Dwarf Cavendish’ and their Activity against Phytopathogenic Fungi. *ResearchGate*, 16(1), 10. doi:<http://dx.doi.org/10.20936/JAB/160107>
- Escalier, B. (2017). Buenas prácticas Agrícolas en Banano. Obtenido de https://www.senasag.gob.bo/images/ia/programa_agroalimentaria/manuales/MANUAL%20DE%20BUENAS%20PRACTICAS%20EN%20BANANO%20BOLIVIA.pdf
- Espinosa, J., & Mite, F. (2002). Estado actual y futuro de la nutrición y fertilización del banano. Obtenido de [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/960925B556016A54852579A3007815C8/\\$FILE/Estado%20actual%20y%20futuro%20de%20la%20nut%20y%20fert%20del%20banano.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/960925B556016A54852579A3007815C8/$FILE/Estado%20actual%20y%20futuro%20de%20la%20nut%20y%20fert%20del%20banano.pdf)
- Espinoza, L. (1989). Hojas a la cosecha en variedades de Banano. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2563713/>
- Espinoza, M. (1987). El Banano en Ecuador. Obtenido de <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/43479.pdf>
- Fageria. (2009). El uso de nutrientes en cultivos de Banano. CRC Press. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2794059/>
- FAO, (. a. (2002). Los fertilizantes y su uso. Obtenido de <http://www.fao.org/3/x4781s/x4781s.pdf>

- FAO, (. a. (2020). Banano. Obtenido de <http://www.fao.org/economic/est/estcommodities/banano/es/>.
- Ferpacific. (20 de 05 de 2021). Bolsa de productos: Urea + S. Obtenido de <https://bolsadeproductos.com.ec/listing/ureas/>
- Freire, J. (2015). Desarrollo de un proyecto de exportación de orito organico con la finalidad de impulsar la marca ecuatoriana en el mercado asiatico. Guayaquil - Ecuador: Tesis de grado.
- Galan, V., Rangel, A., Lopez, J., & Perez, J. (2018). Propagación del banano: técnicas tradicionales, nuevas tecnologicas e innovaciones. *Revista Brasileira de fruticultura*, 8(3), 22.
- García, M. (2018). Efectos de fertilizantes en el crecimiento y rendimiento de Banano . Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/228360474_Effect_of_NPK_fertilizer_on_growth_and_yield_of_banana_in_Northern_Oman
- García, M., Juca, F., & Juca, O. (2016). Estudio de los eslabones de la cadena de valor del banano en la provincia de El Oro. *Revista Universidad y Sociedad*, 8(3), 51-57.
- Gonzalez, A. (2017). Efecto de la sustitución del cloruro de potasio por e nitrito de potasio en un programa de fertilización Bananero. Machala: UTMACH.
- González, P. (2016). Producción e influencia del crecimiento de distintas variedades de banano. Obtenido de Rodríguez, P., & González, S. (2016). Influence of physical factors and agroecological conditions on the fertilization response of banana cultivars. *Journal of Crop Improvement*, 34(2), 140-155.
- Graham, R. (2003). Mejoramiento de los macronutrientes. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/8906924_Breeding_for_micronutrients_in_staple_food_crops_from_a_human_nutrition_perspective
- Green, R. W. (2021). Efectos de diferentes niveles de fertilización sobre el crecimiento y desarrollo de las hojas. *Nutrición vegetal*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/316867995_Effects_of_Different_Fertilization_Treatments_on_Soil_Leaf_Nutrient_and_Fruit_Quality_of_Citrus_grandis_var_longanyou

- Guerrero. (2016). Características morfológicas de cultivares de musáceas establecidos en la finca experimental “La María.”. Quevedo.
- Guerrero, J., Infante, C., & García, R. (2018). Efecto del uso predominante de fungicidas sistémicos para el control de Sigatoka negra (*Mycosphaerella Fijiensis Morelet*) en el área foliar del banano. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(1). Obtenido de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/181>
- Guler, M. (2002). El papel de los fertilizantes en la producción de cultivos. Obtenido de https://www.google.com/search?sca_esv=44ecb81858b984d3&sca_upv=1&rlz=1C1VDKB_enEC1091EC1091&q=G%C3%BCler,+M.,+G%C3%BCng%C3%B6r,+N.,+%26+%C3%87akmak,+I.+%282002%29.+The+Role+of+Fertilizers+in+Crop+Production+and+Soil+Health.+Springer&source=lnms&fbs=AEQNm0CbCV
- Haifa. (2019). Recomendaciones nutricionales para Banana. Obtenido de Haifa pioneering the Future: https://www.haifa-group.com/sites/default/files/crop/Banana_Spanish.pdf
- Haifa, (. t. (2012). Recomendaciones nutricionales para banano. HAIFA. Obtenido de [http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/c093707b0327c2fe05257a40005f359f/\\$FILE/N%20F%20Banano.002.002.pdf/N%20F%20Banano.pdf](http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/c093707b0327c2fe05257a40005f359f/$FILE/N%20F%20Banano.002.002.pdf/N%20F%20Banano.pdf)
- Hernández, & García. (2007). Respuesta en el rendimiento del plátano (*Musa AAB cv. Hartón*) en función de la nutrición mineral y su ciclo fenológico. Parte I. *SciELO*, 1, 160 - 167. Obtenido de https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182007000400001
- Hernández, A. (2021). Producción y características del Banano. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/1932/193268883004/html/>
- Humberth. (2012). Nutricion Mineral. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/book/9780123849052/marschners-mineral-nutrition-of-higher-plants>
- IANSA. (03 de 08 de 2019). *Empresasiansa*. Obtenido de <https://empresasiansa.cl/insumos-agricolas/productos/superfosfato-triple/#:~:text=El%20Superfosfato%20triple%20es%20una,a%20la%20falta%20de%20agua.>

- Ibisi, N., & Asoluka, C. (2018). Use of agro-waste (Musa paradisiaca peels) as a sustainable biosorbent for toxic metal ions removal from contaminated water. *Chem. Int., Chem. Int*, 4(1), 52.
- INEC. (2020). *Módulo de Información Agroambiental y Tecnificación* . Obtenido de Instituto Nacional de Estadísticas y Censo: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Modulo_Ambiental_ESPAC_2020/DOC_TEC_MOD_A_MB-2020_08_19_4.pdf
- INEC. (29 de Abril de 2024). *Información ambiental y tecnificación agropecuaria - Modulo métodos de producción y ambiente*. Obtenido de Ecuadorencifras.gob.ec: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Modulo_Ambiental_ESPAC/2023/Plantilla_PPT_ESPAC_2024_29_04_2024.pdf
- INFOCOMEX. (2018). *Ministerio de agricultura y ganadería*. Obtenido de Informativo de comercio exterior y aduanas del ecuador: <https://www.pudeleco.com/mmx18042.html>
- INIAP. (2023). *Nutricion de Banano (Requerimeitnos Nutricionales)*. Obtenido de Instituto nacional autónomo de investigaciones agropecuarias: <https://tecnologia.iniap.gob.ec/wp-content/uploads/2023/11/5nutricion-8.pdf>
- jacome, r. (2010). *plantaciones de banana*. Obtenido de cabi digital library: Robinson, J. C., & Galán Saúco, V. (2010). *Bananas and Plantains*. CABI.
- Kumar A, S. E., & N, T. (2022). Influence of various organic nutrient source on drymatter partitioning and physiological parameters of vegetable clouster bean (*Cyamopsis tetragonoloba* L, Taub.). *Biological Forum-An International Journal*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/361885327_Influence_of_Various_Organic_Nutrient_Sources_on_Dry_matter_Partitioning_and_Physiological_parameters_of_Vegetable_Cluster_bean_Cyamopsis_tetragonoloba_L_Taub
- Kumarth, R. (2011). *Efectos sobre niveles de fertilización en banano*. Obtenido de <http://journals.caass.org.cn/zgnxtb/EN/10.11924/j.issn.1000-6850.2010-2949>
- Lahab, T. (2018). https://www.ipipotash.org/uploads/udocs/ipi_bulletin_7_fertilising_for_high_yield_ba

- nana.pdf*. Obtenido de https://www.ipipotash.org/uploads/udocs/ipi_bulletin_7_fertilising_for_high_yield_banana.pdf
- León Ajila, J. P., Espinosa Aguilar, M. A., Carvajal Romero, H. R., & Quezada Campoverde, J. (2023). Análisis de la producción y comercialización de banano en la provincia de El Oro en el periodo 2018-2022. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinaria*, 7494-7507. doi:https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4981
- Lewis, S. (2014). *Incremento Floral y la fotosíntesis en las plantas*. Trends in Plant Science. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tplants.2019.07.008>
- Lideres. (2012). *Revista lideres*. Obtenido de http://www.revistalideres.ec/mercados/agricultura-banano-plagaecuadorsigatoka_negra_0_797320274.
- López, J. (2015). *Respuesta de diez cultivares de Musa spp., al ataque del nemátodo barrenador Radopholus similis y el nematodo nodulador de la raíz Meloidogyne spp.. En: XIII Seminario Nacional de Sanidad Vegetal*. Quevedo.
- López, J., & Pérez, J. (2017). Historia natural de los plátanos y las bananas. *El cultivo mundial mas importante despues de los cereales*. Revista decana de informacion ambiental (Quercus). Obtenido de <https://www.revistaquercus.es/noticia/4404/articulos/historia-natural-de-los-platanos-y-las-bananas.html>
- López, O. (2012). *Prácticas en el cultivo de banano convencional*. Escuela superior politécnica del litoral, Guayaquil, Guayas. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/100082/D-79629.pdf>
- Magallanes, M. (2003). *Características de la planta de banano*. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/e7416691-af8f-47f1-be22-45c0ce54ae79/content>
- Margulis, L. (2021). *El proceso de nutrición de las plantas*. Obtenido de <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448180895.pdf>
- Martínez, A. (2010). *LA NUTRICIÓN VEGETAL DEL CULTIVO DEL PLÁTANO (Musa AAB, Sírnrnonds)*. Biblioteca Digital Agropecuaria de Colombia.

- Martinez, G., Delgado, E., Pargas, R., Manzanilla, E., & Ramírez, H. (2007). Consideraciones generales sobre la producción y el comercio mundial de banano. I: Producción, exportación e importación. *Revista Digital CENIAP*, 1-11.
- Matínez, O. (2015). *Nutrición y comparación de variedades de Banano*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/373921417_Banana_and_its_by-products_A_comprehensive_review_on_its_nutritional_composition_and_pharmacological_benefits
- Mendieta, S. (2012). *Evaluación de cinco dosis de fertilización en el crecimiento y desarrollo del cultivo de babano*. Univerdad Tecnica Estatal de Quevedo . Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/7280d4bc-7fc9-4c6d-8a54-03b15c50e87c/content>
- Ministerio de Comercio Exterior . (2017). *Informe sector bananero Ecuatoriano*. Quito.
- MPCEIP, (. d. (2017). *Informe sector bananero ecuatoriano*. Obtenido de <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2019/06/Informe-sector-bananero-esp%C3%B1ol-04dic17.pdf>
- Murillo, C. (2023). *Fertilizacion en Banano* . Agrosavia . Obtenido de <https://repository.agrosavia.co>
- Nava, C., & Villarreal, E. (2000). Aplicación de nitrógeno, potasio, boro, magnesio y zinc a plantaciones de plátano, Musa AAB cv. Hartón en presencia de la Sigatoka negra1. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*, 17, 20-35.
- Navarrete, B. (2020). *Evaluación del efecto de dos distancias de siembra sobre la producción del cultivo de Banano Rojo, (Musa acuminata, Red dacca) en el cantón Bucay, provincia del Guayas*. Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- Núñez, K., & Carrillo, D. (2017). *Efecto de la utilización de un fertilizante completo en la producción de banano gran enano (Musa, AAA), en el municipio zona bananera del Magdalena*. Magdalena: Universidad del Magdalena.
- Orzama. (2017). Evaluación socioeconómica de la producción de plátano en la zona norte de la provincia de los ríos. Quevedo. *journalbusinesses*.

- Oseguera, O. (2014). *Variedades de banano en Ecuador*. Obtenido de <https://profesorottoenlinea.blogspot.com/>.
- Palominos, G. (2015). *Optimización del proceso de producción del nitrato de potasio*. Chile: Universidad de Chile.
- Pardo, O. F. (2015). *Respuestas espectrales a la fertilización con nitrógeno y potasio en el cultivo de banano*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Pérez, C. (2019). *Diferencias genéticas de cultivares de Banano*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/373921417_Banana_and_its_by-products_A_comprehensive_review_on_its_nutritional_composition_and_pharmacological_benefits
- Pérez, J. (2017). *Efecto de la aplicación de Calcio y Boro, sobre la calidad y rendimiento del fruto de Banano (Musa spp) en el cantón Baba, Provincia de Los Ríos*. Babahoyo: Universidad Técnica de Babahoyo.
- Portalfruticola. (07 de 06 de 2019). www.portalfruticola.com. Obtenido de <https://www.portalfruticola.com/noticias/2019/06/07/la-urea-caracteristicas-ventajas-y-desventajas-de-esta-fuente-nitrogenada/>
- Prebel, M. (2002). *Requerimiento nutricionales del banano*. Costa Rica: Fertilite.
- Proa, D. (2020 de mayo de 2020). *Programa de nutrición y sus beneficios en el cultivo de banano*. Obtenido de Yara.com: <https://www.yara.com.mx/noticias-y-eventos/noticias-mexico/programa-de-nutricion-y-sus-beneficios-en-el-cultivo-de-banano/>
- Rivas, R. (2018). *Diversidad Genética y mejoramiento de cultivos*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/382002845_Genetic_Diversity_in_Crop_Improvement_A_Cornerstone_for_Sustainable_Agriculture_and_Global_Food_Security/citation/download
- Romero, J. O. (1998). *Producción de banano*. Guácimo: inibap.
- Ronaldo, D. (2018). *Nutrición con distintos niveles de fertilización en las plantas*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/268747111_Soil_Quality_and_Plant_Nutrition

- Rustagi, A., & Shekhar, S. (2014). High Efficiency Transformation of Banana [Musa acuminata L. cv. Matti (AA)] for Enhanced Tolerance to Salt and Drought Stress Through Overexpression of a Peanut Salinity-Induced Pathogenesis-Related Class 10 Protein. *Springer Science+Business Media New York*, 38(1), 9.
- Sabogal, A. (2001). INFLUENCIA DEL ZINC EN LA RESISTENCIA DEL PLÁTANO AL MAL DE PANAMÁ (Fusarium oxysporum f. sp. cltense). *Revista Química*, 4(1).
- Sanchez, J., & Mira, J. (2013). *Principios para la nutrición del cultivo del banano*. Medellín, Colombia: Asociación de bananeros de Colombia.
- Saúco, G. (2010). *Bananas and plights*. Obtenido de <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/book/10.1079/9781845936587.0000>
- Sherer, L. (2001). *Gestión sostenible de nutrientes*. Obtenido de https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-23169-9_7
- Simmonds, S. y. (2014). *Bananas*. Obtenido de Longman Scientific & Technical: <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=2400908>
- Smith, J. (2018). *Niveles de fertilización para optimizar el crecimiento y desarrollo del cultivo de Banano*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/230846599_Plant_Analysis_as_a_diagnostic_tool_for_evaluating_nutritional_requirements_of_bananas
- Smith, J. T. (2020). researchGate, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10100352/>.
- Stoorvogel, J., & Segura, R. (2018). Nutrición y gestión del suelo en el cultivo del banano. *ResearchGate Logo*, 1, 223-234.
- Stover. (2015). *Bananas*. Obtenido de World Cat: <https://search.worldcat.org/es/title/Bananas/oclc/13008247>
- Stover, R. (1987). *Floración y cosecha del cultivo de Banano*. Obtenido de https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-34533-6_15
- Tene Guarnizo, J. F. (2021). Efecto de la fertilización edáfica nitrogenada y potásica en parámetros agronómicos del cultivo de banano (Musa x paradisiaca.) clon Williams. Machala: UTMACH. Machala. Obtenido de

<http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16571/1/TTUACA-2021-IA-DE00037.pdf>

- Tirado, J., & Zalazar, G. (2018). *Banano (cavendish gigante) de rechazo como sustitución parcial de cebada en la calidad fisicoquímica y sensorial de la cerveza artesanal (Bachelor's thesis, Calceta: ESPAM MFL)*. Calceta, Ecuador: ESPAM MFL).
- Torres, S. (2012). *Guia práctica para el manejo de banano organico en el valle de chira*. Piura, Perú.
- Tuárez, D. (2020). *Características Físicas, Químicas y Biológicas de la variedad morado (Musa acuminata)*. Universidad Técnica estatal de Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/1de9f840-8e3e-4686-9b8d-171963a79cc4/content>
- Turner, & Barkus. (2008 de 2008). *Influecnia de fertilizacion en el crecimiento y rendimiento en cultivos tropicales*. Journal of Plant Nutrition. Obtenido de <https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2134/1985.potassium.c40>
- Turner, D. (2007). *Fisiología ambiental del banano*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/250024277_Environmental_physiology_of_the_bananas_Musa_spp
- Vargas, A. (2017). *PRÁCTICAS EFECTIVAS PARA LA REDUCCIÓN DE IMPACTOS POR*. Obtenido de <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-8205.pdf>
- Villaseñor, D., Romero, Naveda, Henriquez, & Gonzalez. (2020). Respuesta optima de la fertilización sobre variables productivas del Banano. *Scielo*. Universidad Técnica de Machala (UTMACH), Machala. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0719-38902020000200403#t3
- Vite, H., Carvajal, H., & Barrezueta, S. (2020). Aplicación de algoritmos de aprendizaje automático para clasificar la fertilidad de un suelo bananero. *Conrado*, 16(42), 15-19.
- Zambrano, L. (2020). *Evaluación del comportamiento del cambio climático en el sector Bananero y su influencia en la economía*. Obtenido de Universidad Agraria del Ecuador (UAE):

<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/PEREA%20ROSALES%20JONATHAN%20STEVEN.pdf>

Zumba, V. (2020). *Estudio comparativo del sulfato magnesio en suelo arcilloso en el cultivo de Banano (Musa paradisiaca)*. Milagro - Ecuador: Universidad Agraria Del Ecuador.