



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA
Y VETERINARIA
CARRERA DE AGROPECUARIA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del examen de carácter Complexivo,
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito
previo para obtener el título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

Importancia de la nutrición mineral y su relación con los mecanismos
de defensa del cultivo de banano (*Musa x paradisiaca L*) en el
Ecuador.

AUTOR:

José Brad Guerrero Contreras

TUTOR:

Ing. Agr. Javier Alberto Landívar Lucio, MSc

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2024

RESUMEN

La importancia de la nutrición mineral y su relación con las defensas del cultivo de banano en Ecuador, busca comprender los mecanismos subyacentes que vinculan la disponibilidad de minerales con la respuesta inmune de las plantas de banano, sino también proponer estrategias de manejo nutricional que optimicen la defensa de las plantas y la productividad de las plantaciones, acorde a los diversos desafíos ambientales y económicos actuales. El objetivo general de esta investigación se fundamenta en Determinar la importancia de la nutrición mineral y su relación con los mecanismos de defensa del cultivo de banano (*Musa AAA L*) en el Ecuador. De tal forma, la metodología que se utilizó en este estudio es una investigación bibliográfica no experimental utilizando síntesis, análisis y resumen de los datos recopilados. Dentro de los principales nutrientes que intervienen en la defensa del cultivo de banano se encuentra el nitrógeno (N) indispensable para la estructura de proteínas y vitaminas que requiere el cultivo, el potasio (K) nutrimento esencial para el proceso de fotosíntesis, el fosforo (P) agente que promueve el crecimiento fisiológico de la planta. Finalmente se identifico que, dentro de los métodos de aplicación de nutrientes, la aplicación foliar es más eficaz para corregir rápidamente las deficiencias de nutrientes como el zinc y el hierro.

Palabras claves: Fertilización, Banano, Minerales, Mecanismo, defensa.

SUMMARY

The importance of mineral nutrition and its relationship with the defenses of banana crops in Ecuador, seeks to understand the underlying mechanisms that link the availability of minerals with the immune response of banana plants, but also to propose nutritional management strategies that optimize the defense of plants and the productivity of plantations, in accordance with the various current environmental and economic challenges. The general objective of this research is based on determining the importance of mineral nutrition and its relationship with the defense mechanisms of banana cultivation (*Musa AAA L*) in Ecuador. Thus, the methodology used in this study is a non-experimental bibliographic research using synthesis, analysis and summary of the collected data. Among the main nutrients involved in the defense of the banana crop are nitrogen (N), essential for the structure of proteins and vitamins required by the crop, potassium (K), an essential nutrient for the photosynthesis process, and phosphorus (P) agent that promotes the physiological growth of the plant. Finally, it was identified that, within the nutrient application methods, foliar application is more effective in quickly correcting nutrient deficiencies such as zinc and iron.

Keywords: Fertilization, Banana, Minerals, Defense, mechanism.

Tabla de contenido

RESUMEN	II
SUMMARY.....	III
1. CONTEXTUALIZACIÓN	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.3. JUSTIFICACIÓN	3
1.4. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	4
1.4.1. Objetivo general.	4
1.4.2. Objetivos específicos.	4
1.5. Líneas de investigación	4
2. DESARROLLO	5
2.1. MARCO CONCEPTUAL	5
2.1.1. El cultivo de Banano en Ecuador	5
2.1.2. Taxonomía del cultivo de banano	5
2.1.3. Producción de banano	6
2.1.4. Importancia de la nutrición Mineral en el Banano	7
2.1.5. Principales nutrientes que actúan en la defensa del cultivo de banano.....	10
2.1.6. Métodos de aplicación de los nutrientes del cultivo de banano para mejorar el déficit de nutrición del cultivo.....	12
2.1.7. Efectos de los nutrientes en el mecanismo de defensa del cultivo de banano	14
2.2. MARCO METODOLÓGICO	18
2.3. RESULTADOS	19
2.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	21
3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	22
3.1. CONCLUSIONES	22
3.2. Recomendaciones	23

4.	REFERENCIAS Y ANEXOS	24
4.1.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	24
4.2.	ANEXOS.....	30

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	<i>Dosis óptimas de los principales nutrientes en plantaciones de banano...</i>	8
Tabla 2.	<i>Nivel óptimo de nutrientes en tejido foliar en el cultivo de banano.</i>	13

1. CONTEXTUALIZACIÓN

1.1. Introducción.

La producción de banano es uno de los cultivos de mayor importancia en la comercialización en América Latina y el Caribe, siendo este el principal producto que genera ingresos económicos debido a las exportaciones agrícolas ecuatorianas, su demanda se basa en la calidad, por lo que se ha convertido en un fruto de consumo masivo (Zhiminaicela *et al.* 2020).

Ecuador es considerado uno de los mayores productores de banano. Según cifras del Banco Central del Ecuador (BCE 2023), las exportaciones de banano orgánico a la UE alcanzaron los 227,8 millones de dólares, o 51,3 millones de dólares. % del total de exportaciones de este producto (banano orgánico), que representan un total de 22.616 hectáreas en todo el país, distribuidas en las provincias de Guayas, El Oro, Santa Elena, Los Ríos, Santo Domingo de los Tsáchilas, Azuay, Esmeraldas, Cotopaxi, Cañar y Pichincha.

Sin embargo, su producción enfrenta muchos desafíos enfocados en la nutrición mineral, la cual es un factor clave que determina el adecuado desarrollo de las plantas y su capacidad para resistir enfermedades y plagas (Motoche *et al.* 2021). De esta manera, resulta de vital importancia abordar los posibles factores que indican el normal desarrollo de la productividad de los cultivos de banano, ya que enfrentan numerosos desafíos en desequilibrios nutricionales (Mendoza 2023).

De tal manera, los principales nutrientes en la producción de banano están compuestos por los nutrientes primarios (macronutrientes), nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) según la cantidad necesaria y su importancia en la planta. El desarrollo, así como los nutrientes secundarios como el calcio (Ca), el magnesio (Mg) y el azufre (S), son cruciales, incluso en cantidades más pequeñas, y contribuyen significativamente a la estructura celular, la fotosíntesis y la síntesis de proteínas (Zhiminaicela *et al.* 2020).

La importancia de la nutrición mineral y su relación con la protección de las plantaciones de banano en Ecuador busca comprender los mecanismos subyacentes que vinculan la disponibilidad de minerales con la respuesta inmune de los bananos, pero también proponer estrategias de manejo nutricional que optimicen la protección de las plantas. y la productividad de las plantaciones, en consonancia con diversos problemas ambientales y económicos actuales. A través de este estudio se espera contribuir al desarrollo de prácticas agrícolas sostenibles y resistentes, que fortalecerán la posición del Ecuador como uno de los principales productores y exportadores de banano en el mundo.

1.2. Planteamiento del problema

Actualmente la producción del cultivo de banano presenta problemas nutricionales que derivaron en un bajo rendimiento y aprovechamiento de la planta, así como un aumento de plagas y enfermedades en el cultivo de banano por una fertilización insuficiente, lo cual se determina empíricamente (Macias 2023).

Sin embargo, su producción enfrenta varios desafíos, incluidos problemas de salud vegetal y productividad de las plantaciones. Entre los factores que inciden en estos desafíos, la nutrición mineral es un factor clave que determina el adecuado desarrollo de las plantas y su capacidad para resistir enfermedades y plagas (Motoche *et al.* 2021). Dado que sus procesos fisiológicos son muy exigentes, por tal motivo se requieren dosis de fertilización óptimas dependiendo de las etapas fenológicas (Osorio 2022).

Por tal motivo, es importante comprender completamente la implementación de estrategias efectivas de manejo de nutrientes en las plantaciones bananeras, ya que, en muchos casos, la falta de requerimientos nutricionales en las plantaciones puede generar importantes pérdidas económicas y ambientales. Además, el cambio climático y el estrés ambiental adicional intensifican la necesidad de desarrollar prácticas agrícolas sostenibles para mejorar la capacidad de los cultivos de banano para resistir el estrés biótico y abiótico. Es por ello, que se considera crucial analizar la relación entre la nutrición mineral y la defensa del banano en

Ecuador para desarrollar estrategias de manejo de nutrientes adaptadas a las condiciones locales y promover la sanidad vegetal y la sostenibilidad agrícola.

1.3. Justificación

La adecuada incorporación de nutrientes minerales en el cultivo de banano produce efectos positivos, mejora las características físico – químicas tanto de la planta como la nutrición al suelo, debido al contenido de la mayoría de los elementos necesarios para el desarrollo de las plantas esto permite el incremento del rendimiento y aumenta el beneficio económico para los productores bananeros.

Además, el cultivo de banano enfrenta diversas complicaciones relacionadas con la sanidad vegetal, entre ellas enfermedades, plagas, malezas, etc. Por lo tanto, fortalecer las defensas y activar las respuestas inmunes a través de un correcto control nutricional puede tener un impacto significativo en la productividad y calidad de los cultivos, brindando con ello mayor rentabilidad a los productores ecuatorianos para competir en los mercados internacionales. En este contexto, comprender cómo los nutrientes minerales mejoran las defensas de las plantas de banano contra plagas y enfermedades es fundamental para mitigar estos riesgos y aumentar la resiliencia de los cultivos.

La nutrición mineral cumple un papel vital en el desarrollo y mejora de las defensas naturales de las plantas y los nutrientes del suelo, incluidos los cultivados para la producción de banano. La disponibilidad y adecuada absorción de nutrientes esenciales por parte de las plantas no solo afecta su crecimiento y desarrollo, sino que también las ayuda a resistir diversas plagas y condiciones ambientales adversas

El fundamento de este estudio se basa en la necesidad de reconocer y enfatizar la importancia de la nutrición mineral en la producción de banano, así como la estrecha conexión entre estas actividades y la protección de las plantas.

1.4. Objetivos del estudio

1.4.1. Objetivo general.

Determinar la importancia de la nutrición mineral y su relación con los mecanismos de defensa del cultivo de banano (*Musa x paradisiaca* L) en el Ecuador.

1.4.2. Objetivos específicos.

- Establecer los principales nutrientes que actúan con la defensa del cultivo de banano.
- Detallar los principales métodos de aplicación de los nutrientes del cultivo de banano para mejorar el déficit de nutrición del cultivo.
- Describir los efectos de la nutrición en el mecanismo de defensa del cultivo de banano.

1.5. Líneas de investigación

La presente investigación está enfocada dentro de los dominios de la Universidad Técnica de Babahoyo de Recursos agropecuarios, ambiente, biodiversidad y biotecnología. El enfoque principal de este estudio se centra en el: “Importancia de la nutrición mineral y su relación con las defensas del cultivo de banano en el Ecuador”. En este contexto, específicamente se aborda la línea en Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable, como también la Sublíneas de fisiología y nutrición vegetal.

2. DESARROLLO

2.1. Marco conceptual

2.1.1. El cultivo de Banano en Ecuador

El cultivo de banano en Ecuador se define como una de las actividades agrícolas más significativas y tradicionales del país, formando parte esencial en la economía nacional, ya que gran cantidad de personas participan en dicha actividad, con la finalidad de llevar el sustento económico a sus familias. Ecuador, reconocido como uno de los principales exportadores de banano a nivel mundial, ha desarrollado una industria bananera robusta y competitiva que ha influido notablemente en su desarrollo económico y social (Burgo y Gaitán 2021).

Una de las actividades del rubro agrícola y económicas con más relevancia en el Ecuador, es la producción de banano, que representa el 2 % del PIB total del país y alrededor del 35 % del PIB agrícola del Ecuador. Las plantaciones de banano es uno de los cultivos agrícolas que ocupan el cuarto lugar en el mundo, luego del maíz, arroz, trigo, y como fruta se enmarca en el segundo lugar (Erazo *et al.* 2021).

La exportación de banano es una fuente inminente de ingresos para la economía del Ecuador y una importante fuente de empleo. La industria bananera proporciona empleo a aproximadamente 200.000 personas por medios directos e indirectos (Sanmartín *et al.* 2023).

2.1.2. Taxonomía del cultivo de banano

Según el estudio empleado por Castro (2024) indica que la clasificación taxonómica del cultivo de banano está definida de la siguiente manera:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Zingiberales

Familia: Musáceae

Género: *Musa*

Especie: *paradisiaca*

Nombre: *Musa x paradisiaca L*

2.1.3. Producción de banano

El banano forma parte de los tres productos con mayor volumen de exportación, los tributos generados han registrado saldos positivos en la balanza comercial, más del 30% de la oferta mundial del banano proviene de Ecuador, país destacado como el principal exportador en el mundo desde el comienzo de los intercambios comerciales. A pesar de haber experimentado situaciones de caída en la producción por fenómenos naturales, el banano sigue teniendo características singulares y altos estándares de calidad, manteniéndose en varios países como una de las frutas de gran consumo y dieta diaria (León *et al.* 2020).

Sin embargo, durante el proceso de producción del banano es necesario controlar los factores químicos relacionados con los nutrientes del suelo, determinando así sus niveles adecuados para obtener productos de alta calidad. Esto hace que controlar estas variables sea importante ya que son los principales factores que influyen en la producción de banano orgánico, que en el mercado internacional requieren el cumplimiento de estándares internacionales para lograr su comercialización (Vite *et al.* 2020).

La producción y comercialización de la fruta de banano es compleja dado que involucra a muchas partes internas y externas. Los productores nacionales pueden vender sus productos directamente a los exportadores o a intermediarios, a menos que el productor y el exportador desempeñen ambos roles. Esta actividad agrícola tiene el efecto sinérgico de crear empleos asociados al cuidado y cosecha del banano durante todo el año, lo que no ocurre con otros productos primarios. Este proceso exportador genera empleos para más de 2 millones de familias ecuatorianas (León *et al.* 2020).

A nivel nacional, el banano es un fruto es un importante agente comercial exportador y representa más del 40% de las exportaciones de la región, pero la

mayoría de los países han experimentado una disminución en las exportaciones generales, incluidas las de frutas, debido a la pandemia. El país experimentó un aumento del 0,3% en las exportaciones totales y de más del 23% en las frutas, especialmente banano, al comparar enero-abril de 2019 con los meses de 2020 (Martinez y Rey 2021).

2.1.4. Importancia de la nutrición Mineral en el Banano

Un factor indispensable de obtener una excelente calidad e fruta, se desempeña en los desequilibrios nutricionales y microbianos no son las únicas causas. Es causada no sólo por la formación del suelo, sino también por prácticas agrícolas inadecuadas como, la inadecuada tecnología de cultivos más uso excesivo de fertilizantes. Esto da como resultado una baja productividad, menores ingresos para los productores de banano y un impacto negativo directo en la salud del agroecosistema del suelo (Naranjo *et al.* 2021).

Los nutrientes son partes esenciales de muchas reacciones bioquímicas que conducen a la optimización y mejora de muchos procesos fisiológicos. Estos se dividen en dos categorías: macronutrientes y micronutrientes. Los macronutrientes incluyen nutrientes principales como N, P, K y nutrientes secundarios como Mg, S, Ca, mientras que existen categorías de micronutrientes como Fe, Mn, Zn, Cu Mo, Cl, B entre otros (Peñañiel 2020).

La manipulación eficiente de nutrientes se ha convertido en un tema crítico debido al aumento de los costos de los fertilizantes y las continuas preocupaciones sobre los impactos ambientales asociados con el uso inadecuado de nutrientes. Los plátanos necesitan mejorar el rendimiento y la eficiencia de la producción para satisfacer la demanda de fruta de alta calidad. Para lograr esto, se deben desarrollar estrategias que conduzcan a mayores rendimientos, teniendo al mismo tiempo en cuenta las preocupaciones ambientales y la rentabilidad de los cultivos (Suarez 2019).

La baja fertilidad del suelo es una de las principales limitaciones para lograr rendimientos y rendimientos óptimos de los cultivos. La fertilidad del suelo se puede controlar mediante la fertilización, pero el agricultor debe anticipar posibles problemas de nutrientes para poder tomar las decisiones correctas sobre el tipo y la cantidad de fertilizante necesario. Se utilizan varios métodos de diagnóstico para evaluar el estado nutricional del suelo y determinar las necesidades de fertilizantes de cada cultivo: síntomas carenciales, ensayos de campo, análisis de suelo y análisis foliar (Haifa 2022).

De acuerdo a lo anteriormente expresado, se deduce que una nutrición mineral equilibrada conduce a un buen rendimiento y a una mejor calidad de las variedades de banano. El conocimiento de cómo se pueden mejorar la vida útil y las propiedades de almacenamiento de los bananos mediante el uso correcto de los nutrientes también es importante para la comercialización internacional de grandes cantidades de la fruta.

Tabla 1. *Dosis optimas de los principales nutrientes en plantaciones de banano*

Autor	Nutriente	Beneficio	Nivel de nutrición adecuada
Román <i>et al.</i> (2023).	Nitrógeno (N)	El N influye positivamente en el índice de clorofila y en el área foliar del bananero y eso se traduce posteriormente en mayor crecimiento y producción de biomasa	Dosis requeridas 350-600 kg N/ha/año dependiendo de la textura del suelo, los suelos arenosos requieren más N y aplicado a más frecuencia.

<p>Gaugge y Arevalo (2019).</p>	<p>Potasio (K)</p>	<p>En banano es esencial en mantener la planta hidratada y regular la apertura de las estomas; en la acumulación y translocación de carbohidratos sintetizados nuevos e importante en la síntesis de celulosa.</p>	<p>Suelos ricos en ilitas entre 750 a 1200 kg de K/ha/año. En suelos arcillosos esméticos 650 a 900 kg de K/ha/año. En suelos francos de mineralogía mixta, friables 550 kg/ha/año.</p>
<p>Gaugge y Arévalo (2019).</p>	<p>Fosforo (P)</p>	<p>Escencial en almacenar energía como phytin en semillas y frutos y constituye moléculas orgánicas como los fosfolípidos de la membrana celular, lipoproteinas, etc</p>	<p>Las dosis dependen del tipo de suelo, en suelos calcareos y arcillosos (suelos con propiedades verticas) se requiere entre 75 a 150 kg de P/ha. En suelos ácidos como ultisoles y oxisoles tambien se requieren dosis altas. En suelos francos, franco arenosos y con pH de ligeramente ácido a neutro usualmente se requieren 50 kg de K/ha.</p>

Elaborado por Guerrero 2024

2.1.5. Principales nutrientes que actúan en la defensa del cultivo de banano

Una nutrición adecuada y equilibrada es esencial para optimizar la salud de las plantas de banano y mejorar su tolerancia al estrés biótico y abiótico. Debido a que cada nutriente desempeña un papel específico en el metabolismo y la fisiología de una planta, impactando directamente su capacidad para protegerse de patógenos y plagas, cada macronutriente realiza las siguientes funciones:

Macronutrientes

El nitrógeno: este es un elemento esencial en el manejo nutricional del cultivo de banano. Es absorbido por las plantas principalmente en forma de nitrato o amonio. La falta de amonio en el suelo aumenta la absorción de nitrato. Su requerimiento se considera alto, más de 200 kg/ha/año, y es importante para la estructura de proteínas y vitaminas, participa en la formación de clorofila y es importante para los procesos de desarrollo de las plantas (Navarro 2020).

El fósforo: es importante para el desarrollo de las plantas y no puede ser reemplazado por otros nutrientes. Las plantas juegan un papel importante en el crecimiento de raíces, hojas, flores y frutos, por lo que es importante que el ciclo de producción se complete exitosamente. Además, ayuda a aumentar la resistencia de la planta a las heladas y la sequía. El fósforo también juega un papel importante en el desarrollo del sistema radicular, la formación del tejido y maduración de los frutos (Prado 2023).

Potasio (K): la eficiencia productiva de este cultivo de banano está influenciada por la fertilización, siendo la aplicación específica de potasio (K) uno de los aspectos más importantes. El K desempeña papeles fundamentales en diversos procesos fisiológicos más esenciales para el cultivo del banano, como la fotosíntesis, la movilización de azúcares, la regulación del agua y la resistencia a enfermedades y plagas (Macas y Romero 2024).

El calcio (Ca): es considerado un elemento estructural de las plantas, que representa la capa media, las paredes y las membranas de las células, y también participa en la división y el alargamiento celular, influye en la compartimentación celular y regula la acción de las hormonas. Transmite señales, estabiliza paredes y membranas y contribuye al equilibrio iónico de las células. Se considera un componente de las enzimas. La falta de calcio reduce la tasa de liberación de hojas, lo que hace que las raíces de la planta sean más cortas y más susceptibles al ataque de nematodos y hongos (Torres 2020).

Por otro lado, los nutrientes secundarios como el, magnesio y azufre contribuyen a la integridad estructural y funcional de la planta.

Magnesio (Mg)

La importancia de este micronutriente radica en ser la base de la molécula de clorofila además de otras funciones metabólicas como la síntesis proteica, respiración celular y procesos enzimáticos (Aponte *et al.* 2023).

Azufre (A)

El azufre es uno de los elementos esenciales para las plantas, ya que forma parte de los aminoácidos que respaldan una variedad de funciones y ayudan a formar proteínas. Más del 95% del azufre del suelo proviene de la materia orgánica. Por lo tanto, cuando el contenido de azufre disminuye, la liberación de azufre de la fracción orgánica también será significativamente menor (Verdesoto 2022).

2.1.6. Métodos de aplicación de los nutrientes del cultivo de banano para mejorar el déficit de nutrición del cultivo.

Como reemplazo de nutrientes en el cultivo de banano, los fertilizantes o la materia orgánicos pueden restaurar la dinámica biológica y/o la fertilidad perdida. Los fertilizantes orgánicos son sustancias que aportan grandes cantidades de materia orgánica al suelo y aportan a las plantas nutrientes que pueden ser absorbidos en forma orgánica. Estas sustancias contienen muchos nutrientes, especialmente nitrógeno, fósforo, potasio y en menor medida magnesio, sodio y azufre (Mendoza *et al.* 2023).

El uso eficiente de nutrientes es un tema de gran relevancia debido al aumento de los costos de los fertilizantes y las continuas preocupaciones sobre los impactos ambientales asociados con el uso inadecuado de nutrientes. Los plátanos necesitan mejorar el rendimiento y la eficiencia de la producción para satisfacer la demanda de fruta de alta calidad. Para lograrlo, es necesario desarrollar estrategias que integren simultáneamente la conciencia ambiental y la rentabilidad de los cultivos y al mismo tiempo lograr mayores rendimientos (Suárez 2019).

La fertilización implica la adición artificial de nutrientes esenciales que faltan en el suelo cultivado durante un análisis previo del suelo. Sólo mediante la fertilización se puede maximizar la producción y el rendimiento de las plantas (Ambi 2021).

Entre uno de los métodos de aplicación de nutrientes en el cultivo de banano son los siguientes:

Fertirriego: esta metodología se lleva a cabo una o dos veces por semana y se caracteriza por la simplicidad y rentabilidad de la fertilización, mejorando el suministro de nutrientes y, en última instancia, aumentando el rendimiento del cultivo (Prado 2023).

Marcan el comienzo de una era revolucionaria en las prácticas de producción agrícola, ya que permiten optimizar el uso de fertilizantes, ahorrar agua y al mismo tiempo prevenir la contaminación de los acuíferos (Prado 2023).

Programa de Análisis de fertilización foliar.

El análisis foliar ofrece la posibilidad de: observar los signos visibles de deficiencias nutricionales; detectar la falta de nutrientes antes de que se manifiesten los síntomas de deficiencia; evaluar la capacidad del suelo para suministrar los nutrientes necesarios; medir cómo el suministro de nutrientes afecta su concentración en la planta; y examinar la relación entre el estado nutricional de la planta y el rendimiento del cultivo (Sadeghian 2020).

La fertilización foliar: se trata de una práctica agrícola en la que los nutrientes complementarios, especialmente micronutrientes, se aportan a través de las hojas. Esta práctica corrige deficiencias de nutrientes en el desarrollo de las plantas, restablece las necesidades de nutrientes si no se cubren con la fertilización del suelo, mejora la calidad del producto, acelera o retarda ciertas etapas fisiológicas de las plantas, también corrige problemas fitopatológicos y complementa las aplicaciones al suelo (Camacho 2023).

Tabla 2. Nivel óptimo de nutrientes en tejido foliar en el cultivo de banano.

PORCENTAJE (%)				
N	P	K	Ca	Mg
2,4-2,6	0,14- 0,20	3,6-4,0	0,55- 0,75	0,28-0,33
<i>Ppm</i>				
S	Zn	B	Cu	Mn
>0,12-0,16	>20	>20-50	>8	<200

Fuente: Arata (2020).

Programa de análisis de suelo.

El principal beneficio de usar un análisis de suelo para la aplicación de fertilizantes radica en su impacto en la agricultura. Al optimizar el rendimiento del suelo, se puede mejorar tanto la calidad como la cantidad de los cultivos, lo que, a su vez, puede aumentar los ingresos económicos, con una inversión que a menudo es relativamente baja en comparación con los beneficios obtenidos (Franco 2022).

Fertilización edáfica: una alternativa nutricional que se considera más efectiva en banano es la nutrición edáfica, porque preserva las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Además, la fertilización edáfica provoca que materias extrañas en el suelo aumenten su contenido de nutrientes (Quevedo *et al.* 2019).

2.1.7. Efectos de los nutrientes en el mecanismo de defensa del cultivo de banano

Un nutriente alternativo considerado eficaz para el banano es la nutrición del mismo, porque mantiene las altas necesidades nutricionales de la planta del banano y por la sobreexplotación de la tierra para satisfacer la creciente demanda mundial de este fruto, en definitiva, el suelo perderá la capacidad de reproducirse de forma natural. Algunas causas de la sobreexplotación incluyen el uso excesivo de fertilizantes químicos, que pueden tener efectos negativos en la calidad del suelo, como acidificación y toxicidad para los microorganismos beneficiosos (Reyes *et al.* 2023).

Fortalecimiento de la estructura celular: el silicio y el calcio ayudan a fortalecer las paredes celulares de las plantas de banano. Esto mejora la resistencia de la planta frente a la penetración de patógenos (Blomme *et al.* 2024).

Se ha demostrado que el silicio aporta beneficios a las plantas, pudiendo aumentar el contenido de clorofila de las hojas y la tolerancia de la planta al estrés ambiental como el frío, el calor, la sequía, el desequilibrio de nutrientes y la toxicidad de los metales, además de fortaleciendo la pared celular y aumentando la resistencia a agentes externos (Jumbo 2019).

El calcio es un componente de la pared celular de la capa media en forma de pectinato de calcio. El calcio es esencial como cofactor de varias enzimas implicadas en la hidrólisis del ATP y los fosfolípidos. Es un elemento esencial para el crecimiento y función de las raíces, un componente de la pared celular, necesario para la movilidad cromosómica y la división celular. La deficiencia de calcio es un problema común en el cultivo de banano y reduce significativamente la calidad de la fruta. El estrés hídrico es la principal causa de la deficiencia de calcio porque altera la absorción de calcio por las raíces y conduce a una deficiencia localizada de calcio en los frutos tal como se indica en el (Anexo 1) (Haifa 2021).

Producción de fitoalexinas: nutrientes como el potasio, desempeñan un papel en la activación de reacciones bioquímicas que conducen a la producción de fitoalexinas. Estos compuestos son metabolitos secundarios con propiedades antibacterianas y pueden ayudar a proteger las plantas contra patógenos (Pilatasig 2024).

El K desempeña un papel esencial en muchos procesos fisiológicos, incluida la fotosíntesis, el transporte de azúcar, la regulación del agua y la resistencia a enfermedades y plagas. Por tanto, uno de los síntomas más característicos de las plantas deficientes en K es el amarillamiento de las puntas de las hojas más viejas (Anexo 2) (Macas y Romero 2023).

Activación de enzimas defensivas: en relación con la activación de defensas el magnesio y el zinc son cofactores de muchas enzimas implicadas en las reacciones de defensa de las plantas.

El magnesio no es requerido específicamente por una gran cantidad de enzimas involucradas en el transporte de fosfato. Participa en la fotosíntesis, el

metabolismo de los carbohidratos y la síntesis de ácidos nucleicos. Sin embargo, la deficiencia de magnesio se manifiesta por una coloración amarillenta de la parte central de la placa, mientras que los bordes de la parte central de las venas permanecen azules (Haifa 2021).

La deficiencia de Zn es un problema muy común en la banana, que se encuentra en todas las áreas en las que se cultiva; además, regula las relaciones de agua, mejora la integridad de la membrana celular y estabiliza los grupos sulfahidril en las proteínas de membrana que participan en el transporte de iones. En plantas jóvenes, donde la planta madre no sirve como reserva de nutrientes, es más común (Haifa 2021).

Regulación hormonal: La regulación hormonal de las plantas depende de nutrientes como el nitrógeno y el potasio. Las hormonas vegetales, como el ácido jasmónico y el ácido salicílico, mejoran la capacidad de la planta para protegerse contra patógenos y activan las respuestas de defensa sistémica (Ríos *et al.* 2021). Por otro lado, los fertilizantes minerales nitrogenados son sustancias nutritivas de nitrógeno (N) que se asimilan para la planta; así, contribuyen a su producción, crecimiento y desarrollo (Cervantes *et al.* 2020).

Tolerancia al estrés abiótico: Las plantas de banano son más capaces de soportar el estrés abiótico, como la sequía o las temperaturas extremas, gracias a la presencia de nutrientes como el manganeso y el boro. Un sistema inmunológico efectivo contra patógenos es más efectivo en una planta menos estresada (Haifa 2021).

El desarrollo de las flores, la absorción, el movimiento del calcio, la fijación de los frutos y la traslocación de los azúcares dependen del boro (Haifa 2021).

El manganeso además de participar en la fabricación de proteínas y aminoácidos, el manganeso es esencial para la evolución fotosintética del O₂. Asimismo, desempeña una función importante en la reducción del nitrato, la formación de clorofila y la fotosíntesis. La deficiencia de manganeso se manifiesta como clorosis en forma de peine, que comienza en los bordes de la hoja y se

extiende a través de las venas hasta la nervadura central de la hoja, con ocasionales bordes estrechos verdes (Haifa 2021).

Desarrollo de raíces y absorción de nutrientes:

La fotosíntesis, el metabolismo de los carbohidratos y la transferencia de energía dentro de la planta son procesos fundamentales que requieren el fósforo (P). Este nutriente ayuda a las plantas a desarrollar las raíces, resistir el estrés, acelerar la madurez y acumular y utilizar la energía de la fotosíntesis. La clorosis en los bordes de las hojas viejas es uno de los signos de deficiencia de fósforo (Anexo 3) (Bula 2023).

2.2. Marco metodológico

Este trabajo se desarrolló como una investigación bibliográfica no experimental utilizando síntesis, análisis y resumen de los datos recopilados. En relación con la elaboración de este documento se llevó a cabo la recolección de información reciente mediante la adquisición de artículos científicos, informes, sitios web, tesis, como también la disponibilidad de bibliotecas virtuales, que formaran parte del aporte del estudio brindando una mejor comprensión en función del tema relevante acerca de la Importancia de la nutrición mineral y su relación con las defensas en el cultivo de banano en el Ecuador.

2.3. Resultados

A través del estudio correspondiente se obtuvieron los siguientes resultados:

Dentro de los principales nutrientes que intervienen en la defensa del cultivo de banano se encuentra el nitrógeno (N) indispensable para la estructura de proteínas y vitaminas que requiere el cultivo, el potasio (K) nutrimento esencial para el proceso de fotosíntesis, el fósforo (P) agente que promueve el crecimiento fisiológico de la planta. Adicionalmente, el calcio (Ca) es vital para mantener la integridad de la pared celular, actuando como una barrera física que impide la penetración de patógenos y contribuyendo aspectos significativos en respuestas de defensa.

No obstante, el análisis mostró que el magnesio (Mg), el fósforo (P) y el zinc (Zn) también desempeñan un papel importante en la protección de los plátanos. El magnesio es necesario para la activación de enzimas implicadas en la fotosíntesis y la producción de compuestos protectores. El fósforo ayuda en la síntesis de ATP, que las plantas necesitan para los procesos energéticos que respaldan las reacciones de defensa. Finalmente, el zinc es necesario para la actividad de muchas enzimas antioxidantes y la síntesis de proteínas implicadas en la resistencia al estrés. Por tanto, la importancia de una dieta equilibrada corresponde a una protección eficaz de los cultivos.

Se han descubierto múltiples métodos de aplicación eficaces que maximizan la absorción y la disponibilidad de nutrientes esenciales. Cuando la absorción a través del suelo es limitada, el método de aplicación foliar ha demostrado ser muy efectivo para tratar deficiencias rápidas de nutrientes como el hierro (Fe) y el zinc (Zn). Las hojas absorben los nutrientes directamente con esta técnica, lo que resulta en una respuesta rápida y efectiva, especialmente durante las etapas cruciales de crecimiento.

Asimismo, la fertilización edáfica, es una forma directa de aportar al suelo, se producen diversos cambios en estos nutrientes, como resultado de lo cual cambia la solubilidad de los nutrientes contenidos, su transferibilidad en el

suelo y su asimilación por las plantas. Este método promueve un buen desarrollo de las raíces del banano, garantizando una buena absorción de nutrientes y agua.

La intervención de nutrientes es un factor crucial, dado que, los minerales intervienen en diferentes mecanismos de defensa, entre los cuales se destaca el nitrógeno, fósforo, potasio y oligoelementos no sólo favorece el crecimiento y desarrollo óptimo de las plantas de banano, sino que también mejora su capacidad para resistir enfermedades y plagas.

En este sentido, se destaca que nutrientes como el potasio son ayudan al fortalecimiento de la pared celular, creando una barrera física contra patógenos e invasores. Asimismo, el calcio y el magnesio también son importantes para la integridad estructural de las células, lo que reduce la susceptibilidad al daño externo. Por tanto, un equilibrio nutricional adecuado ayuda a mantener el vigor general de la planta, lo que hace que las plantaciones de banano sean más resistentes a condiciones adversas

2.4. Discusión de resultados

Según Navarro (2020) considera que uno de los principales nutrientes esenciales en la producción de banano es el nitrógeno (N), ya que es uno de los nutrí-elementos de mayor importancia puesto que el requerimiento del mismo es considerablemente alto. De forma similar Cervantes *et al.* (2020), indican en su estudio que los la fertilización de los minerales que poseen nitrógeno (N), contribuyen al crecimiento, desarrollo y producción; Por ende, su alta demanda a nivel global es necesario la implementación de la nutrición equilibrada de los principales nutrientes tales como el N, junto con el fósforo (P) y potasio (K), elementos claves en la producción de cultivos.

Mendoza (2023) indica que, en los sistemas de producción intensivos, en particular en los suelos fertilizados exclusivamente con nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), la falta de magnesio ha adquirido un papel crucial. El agotamiento del magnesio en los suelos destinados a la agricultura de alta productividad es una preocupación cada vez mayor. En el mismo sentido, el estudio determinado por Haifa (2022), deduce que el Mg funciona como un mecanismo de defensa en la parte central de la molécula de clorofila; el N fomenta la síntesis de proteínas tanto a nivel de crecimiento como de potencial de rendimiento; la nutrición de K se enfoca en el transporte de azúcares, el control de las estomas, el cofactor de múltiples enzimas y la reducción de la susceptibilidad de las plantas a enfermedades en los cultivares de banano.

Además, la fertilización en el cultivo de banano puede llevarse ya sea bajo conceptos de la fertilización orgánica, fertilización química o ambas, aunque la fertilización química es predominante en plantaciones comerciales, la inclusión de fuentes orgánicas y microorganismos ha aumentado en las últimas décadas, de esta manera de acuerdo con Bolaños *et al.* (2020) la fertilización integrada del cultivo de banano y el manejo del suelo conllevan a ajustes en los planes de fertilización, frecuencias de aplicación en base a los planes elaborados y combinación de fuentes químicas, orgánicas y bio fertilizantes.

3.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. Conclusiones

Acorde al estudio correspondiente se presentan las siguientes conclusiones:

Dentro de los principales nutrientes que son fundamentales para la defensa efectiva del cultivo de banano, se destacan nutrientes como el nitrógeno, fósforo, potasio, y otros como el zinc y el magnesio, los cuales desempeñan factores importantes tanto en el crecimiento fisiológico como en la resistencia a patógenos.

Se identificó que, dentro de los métodos de aplicación de nutrientes, la aplicación foliar es más eficaz para corregir rápidamente las deficiencias de nutrientes como el zinc y el hierro. Es particularmente una de las mejores alternativas en situaciones donde la absorción a través del suelo es limitada, proporcionando una respuesta rápida y eficaz en fases críticas de crecimiento. Por otro lado, una opción viable en las plantaciones de banano es el fertirriego la cual optimiza la disponibilidad y absorción de nutrientes esenciales en el suelo, lo que promueve un fuerte desarrollo de las raíces del banano.

Por otra parte, la fertilización adecuada, promueve los mecanismos de defensa en las plantaciones de banano, ayudando a que los nutrientes como el potasio fortalezcan la pared celular, actuando como una barrera física contra patógenos, reduciendo la susceptibilidad al daño externo. Esto subraya la importancia de mantener un equilibrio nutricional óptimo para mejorar el vigor general de las plantas y hacerlas más resilientes ante condiciones adversas.

3.2. Recomendaciones

En base a las conclusiones pertinentes se destacan las siguientes recomendaciones:

Gestionar un equilibrio nutricional suelo-planta, indicando el uso responsable de fertilizantes y la implementación de técnicas de conservación del suelo.

Fomentar la fertilización Foliar y Edáfica, de forma que se determine el tiempo de efectividad de los programas nutricionales en Banano para corregir deficiencias.

Promover la adecuada fertilización que permitan obtener mecanismos de defensa en el cultivo de banano, mediante un programa para monitorear periódicamente la composición de nutrientes del suelo y de las plantas.

4. REFERENCIAS Y ANEXOS

4.1. Referencias Bibliográfica

- Álvarez, E; León, S; Sánchez, M; Cusme, B. 2020. Evaluación socioeconómica de la producción de plátano en la zona norte de la Provincia de los Ríos. *Revista de estudios empresariales y empresariales*, 4 (2): 86-95. Disponible en <https://doi.org/10.37956/jbes.v4i2.78>
- Ambi, I. 2021. Aplicación de fulvatos-humatos de potasio como complemento a la nutrición del cultivo de banano (Musa AAA), Milagro Provincia Del Guayas. Tesis Ing. Agr. Universidad Agraria Del Ecuador. 64 p. Disponible en <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/AMBI%20CELI%20ITALO%20ISRAEL.pdf>
- Aponte, M; Quevedo, J; García, R. 2023. Reciclaje de nutrientes que aportan al suelo las plantas cosechadas de banano. *Revista Científica Agroecosistemas*, 11(1): 38–43. Disponible en <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/593>
- Arata, J. 2020. Relación de las condiciones climáticas y el manejo de la fertilización con el estado nutritivo y el rendimiento del cultivo de banano (*Musa aaa cv cavendish*) en el cantón de parrita, puntarenas, costa rica. Tesis Ing. Agr. Instituto Tecnológico De Costa Rica. 66 p. Disponible en <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/12275>
- BCE (Banco Central del Ecuador). 2023. Ecuador, líder en exportaciones de banano orgánico hacia la Unión Europea. Disponible en [https://www.produccion.gob.ec/ecuador-lider-en-exportaciones-de-banano-organico-hacia-la-union-europea/#:~:text=1\)%20de%20productos%20org%C3%A1nicos%20ecuatorianos,Central%20del%20Ecuador%20\(BCE\).](https://www.produccion.gob.ec/ecuador-lider-en-exportaciones-de-banano-organico-hacia-la-union-europea/#:~:text=1)%20de%20productos%20org%C3%A1nicos%20ecuatorianos,Central%20del%20Ecuador%20(BCE).)
- Benavides, M; Bautista, L; Cardona, W. 2021. Plátano (Musa AAB). Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca.
- Blomme, G; Kearsley, E; Ocimati, W; Dita, M. 2024 Marchitamiento por Fusarium del banano: Manual de capacitación. 93 p. ISBN: 978-92-9255-324-1
- Bula, N. 2023. Actividades de diagnóstico poblacional y productivo en el cultivo de banano (Musa AAA Simmonds) En La Empresa Banaexport S.A.S. (Urabá

- Antioquia). Tesis Ing. Agr. Antioquia. Colombia. Universidad De Córdoba. 49 p. Disponible en <https://repositorio.unicordoba.edu.co/server/api/core/bitstreams/9f09b0cc-8bdf-4e43-a927-e17597769437/content>
- Burgo, O; Gaitán, V. 2021. Comportamiento de indicadores de calidad en el cultivo del banano de la provincia El Oro, Ecuador. *Revista Metropolitana De Ciencias Aplicadas*, 4(Suplemento 1): 202-209. Disponible en <https://doi.org/10.62452/bmyd7q32>
- Camacho, J. 2023. Efecto de la aplicación foliar de ácidos húmicos y fúlvicos como complemento de la fertilización básica en el cultivo de banano. Tesis Ing. Agr. Milagro. Ecuador. Universidad Agraria del Ecuador. 73 p. Disponible en <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CAMACHO%20GUAMAN%20JUAN%20FRANCISCO.pdf>
- Castro, W. 2024. Evaluación de biocontroladores en el manejo de *Cosmopolites sordidus* y *Metamasius hemipterus* en el cultivo de banano de la finca “La Chinita” en la zona de Baba. Tesis Ing. Agr. Universidad Técnica de Babahoyo. 73 p. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/16166/PI-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000010.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cervantes, A; Sigcha, L; Villaseñor, D; Maldonado, T. 2020. Efecto de la interacción del nitrógeno con el potasio sobre la intensidad de la clorofila en el cultivo del banano. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 3(2):192-198.
- Erazo, M; Prado, E; Cervantes, A; Vite, H. 2021. Análisis de regulación del precio de la caja de banano en Ecuador período 2015- 2020. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 4(S1): 210-217. Disponible en <https://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/429/449>
- Franco, I. 2022. Metodología de análisis de suelo utilizadas para mejorar la producción del cultivo de banano de exportación (*Musa sapientum*). Tesis Ing Agr. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. 30 p. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/11439/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000211.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Haifa. 2022. Recomendaciones nutricionales para banano. 1-71. Disponible en https://www.haifa-group.com/sites/default/files/crop/Banana_Spanish.pdf

- Gauggel, C; Arévalo, G. 2019. Fertilización en banano. ; Simposio Internacional on “Importancia del Manejo del Suelo y el potasio para el Desarrollo Agrícola Sustentable de Centroamerica”. San Salvador. Disponible en https://www.ipipotash.org/uploads/udocs/Gauggel_and_gauggel_fertilizacion_en_banano.pdf
- Gonzales, J. 2019. Deficiencia del Fósforo en Banano. Agricultura Ecuador. Disponible en <https://www.agricultura.com/agriculturaec/posts/deficiencia-del-f%C3%B3sforo-en-bananola-deficiencia-de-p-provoca-una-necrosis-margin/1254595928048515/>
- León, L; Matailo, A; Romero, A; Portalanza, C. 2020. Ecuador: producción de banano, café y cacao por zonas y su impacto económico 2013-2016. *Revista Científica UISRAEL*, 7(3):103-121. Disponible en <https://doi.org/10.35290/rcui.v7n3.2020.324>
- León, L; Baquero, E; Villa, J. 2020. Incidencia de los ingresos en la producción de banano, cantón Santa Rosa. *Revista De Investigación Enlace Universitario*, 19(2): 51 - 59. Disponible en <https://doi.org/10.33789/enlace.19.2.73>
- Intagri. 2015. El Papel del Potasio en la Nutrición del Banano; Indispensable Para Lograr Altos Rendimientos y Calidad de los Frutos. Disponible en <https://intagri.wordpress.com/2015/07/03/el-papel-del-potasio-en-la-nutricion-del-banano-indispensable-para-lograr-altos-rendimientos-y-calidad-de-los-frutos/>
- Jumbo, J. 2019. Fertilización edáfica con tres niveles de silicato de calcio y tres de nitrógeno en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la zona de quinsaloma. Tesis Ing. Agr. Quevedo. Ecuador. Universidad Técnica Estatal De Quevedo. 66 p. Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/8d6a4b37-5e93-4b08-8bc0-9c006b2ad824/content>
- Macas, A; Romero, P. 2023. Efecto de la fertilización con diferentes fuentes de potasio en el estado nutricional del cultivo de Banano (*Musa spp*). *Revista Polo del Conocimiento*. 9(4): 1-17. Disponible en https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/22712/1/Trabajo_Titulacion_2802.pdf

- Macias, J. 2023. Eficiencia de la nutrición foliar en el cultivo de Banano (*Musa paradisiaca*) en el Ecuador. Tesis Ing. Agr. Universidad Técnica de Babahoyo. 25 p. Disponible en <http://190.15.129.146/bitstream/handle/49000/14811/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000292.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Macas, A; Romero, P. 2024. Efecto de la fertilización con diferentes fuentes de potasio en el estado nutricional del cultivo de Banano (*Musa spp*). Revista Universidad Técnica de Machala. 17 p. Disponible en https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/22712/1/Trabajo_Titulacion_2802.pdf
- Martínez, G; Rey, J. 2021. Bananos (*Musa AAA*): Importancia, producción y comercio en tiempos de Covid-19. Revista agronomía mesoamericana, 32(3):1034-1046. Disponible en <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v32n3/2215-3608-am-32-03-01034.pdf>
- Mendoza, 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. Tesis. Ms.C. Nutricion vegetal. Universidad Técnica de Ambato. 72 p. Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/38797/1/012%20Nutricion%20Vegetal%20Mendoza%20Campelo%20Carlos%20Alberto.pdf>
- Motoche, M; Garzón, V; Carvajal, H; Quezada, J. 2021. Análisis de la participación del banano en las exportaciones agropecuarias del Ecuador periodo 2015-2019. Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas, 4(2): 82-89. Disponible en <http://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/379/399>
- Naranjo, J; Vera, M; Mora, A.2021. Acumulaciones de hierro en agroecosistemas bananeros (Milagro, Ecuador): Una revisión bibliográfica de algunos factores que intervienen en la salud y nutrición del cultivo. Revista *Siembra*. 8(2), e2680. Disponible en <https://doi.org/10.29166/siembra.v8i2.2680>
- Navarro, F. 2020. Efecto de la nutrición translaminar en las características del racimo de banano (*Musa AAA* Var. Williams) en el cantón Valencia. Tesis Ing. Agr. Universidad técnica estatal de Quevedo. 76 p. Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/250fe505-4a97-4c04-be2d-3d538c644de5/content#page32>

- Osorio, J. 2022. Respuesta agronómica del cultivo de banano a la aplicación de potasio de forma edáfica en milagro provincias del Guayas. Tesis Ing. Agr. Universidad Agraria Del Ecuador. 73 p. Disponible en <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/OSORIO%20VELEZ%20JORGE%20CHRISTOPHER.pdf>
- Peñafiel, J. 2020. Importancia de la fertilización edáfica a base de potasio sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de banano (*Musa x paradisiaca*). Tesis Ing. Agr. Universidad Técnica de Babahoyo. 29 p. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/8455/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000083.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Prado, M. 2024. Efecto de intervalo de riego con fertirriego y fertilización edáfica en cultivo de banano. Tesis Ing. Agr. Universidad Técnica de Machala. 72 p. Disponible en https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/22726/1/Trabajo_Titulacion_2801.pdf#page32
- Quevedo, J; Delgado, A; Tuz, I; García, R. 2019. Evaluación de la aplicación de fertilizante al pseudotallo de plantas cosechadas de banano (*Musa x paradisiaca* L.) Y su efecto en la velocidad de crecimiento del hijo retorno. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(2): 190–197. Disponible en <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/300>
- Reyes-, J; Leon, P; Barrezueta, S. 2023. Respuesta del cultivo de banano a diferentes proporciones de microorganismos y biochar en dos texturas de suelo. *Manglar*, 20(2): 109-115. Disponible en <https://dx.doi.org/10.57188/manglar.2023.012>
- Ríos, E; Guerrero, J; Batista, R 2021. Drench: evaluación de aplicaciones mensuales de soluciones nutritivas en banano (*Musa X paradisiaca* L.) y sus efectos en la producción y calidad de fruto. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(3): 141-152.
- Román, P; Rasche, J; Fatecha, D. (2023). Fertilización nitrógenada y potásica en el cultivo del banano (*Musa paradisiaca* L.) en el Distrito de Guajayvi, Departamento de San Pedro. *Revista Científica de la UCSA* , 10 (2): 3-13. Disponible en <https://doi.org/10.18004/ucsa/2409-8752/2023.010.02.003>

- Sadeghian, S. 2020. Análisis foliar: Una guía para evaluar el estado nutricional del café. *Avances Técnicos Cenicafé*, 515: 1–4. Disponible en <https://doi.org/10.38141/10779/0515>
- Sanmartín, J; Cuenca, A; Luna, Á; Jaramillo, E; Villaseñor, D. 2023. Efecto nutricional foliar de silicio para el cultivo de banano (*Musa spp.*) en Ecuador. *Agronomía Costarricense* , 47 (2): 47-56. Disponible en <https://dx.doi.org/10.15517/rac.v47i2.56131>
- Suárez, C. 2019. Efecto de hongos micorrízicos *Bacillus Spp* y fosforo en el desarrollo vegetativo de banano (*Musa paradisiaca*) variedad Williams en el cantón Valencia, provincia de Los Ríos. Tesis Ing. Agr. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 75 p. Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/4e91b339-8a92-4ac0-841c-77211d7043d2/content>
- Verdesoto, J. 2022. Aplicación combinada de azufre y calcio para el control de la mancha roja en el cultivo de banano (*Musa sp.*). Tesis Ing. Agr. Universidad Agraria Del Ecuador. 68 p. Disponible en <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/VERDESOTO%20PINTO%20JOEL%20ALEXANDER.pdf>
- Vite, H; Townsend, J; Carvajal, H. 2020. Big Data e internet de las cosas en la producción de banano orgánico. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(4), 192-200. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202020000400192&lng=es&tlng=es.
- Zhiminaicela, J; Quevedo, J; García, R. 2020. La producción de banano en la Provincial de El Oro y su impacto en la agrobiodiversidad. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 3(3): 189-195. Disponible en <http://www.remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/327/350>

4.2. Anexos.



Anexo 1. La importancia del equilibrio nutricional de calcio en el cultivo de banano

Fuente: (Arca 2020)



Anexo 2.Deficiencia en potasio

Fuente: (Intagri 2015)



Anexo 3. Deficiencia de Fosforo en banano

Fuente: González (2019)