

**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ**  
**EXTENSIÓN EN EL CARMEN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

Creada Ley No 10 – Registro Oficial 313 de Noviembre 13 de 1985

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERA AGROPECUARIA

**“Magnesio foliar y contenido clorofílico en *Musa Paradisiaca* L cv 'Curare  
Enano' El Carmen, Manabí.”**

**AUTOR:** Espinoza Napa Marjioire María

**TUTOR:** Ing. Leonardo Enrique Avellán Vásquez, Mg

El Carmen, enero del 2025

	<b>NOMBRE DEL DOCUMENTO:</b> <b>CERTIFICADO DE TUTOR(A)</b>	<b>CÓDIGO: PAT-04-F-004</b>
	<b>PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>	<b>REVISIÓN: 1</b> Página II de 62

## CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Extensión El Carmen de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría de la estudiante **Espinoza Napa Marjioire María**, legalmente matriculada en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2024 (2), cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es “**Magnesio foliar y contenido clorofílico en *Musa Paradisiaca* L cv 'Curare Enano' El Carmen, Manabí.**”.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

El Carmen, 30 de diciembre del 2024.



Ing. Leonardo Enrique Avellán Vásquez, Mg.

**Docente Tutor**

**Área:** Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria

**UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ  
EXTENSIÓN EN EL CARMEN**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**TÍTULO:**

“Magnesio foliar y contenido clorofílico en *Musa Paradisiaca* L cv 'Curare  
Enano' El Carmen, Manabí.”.

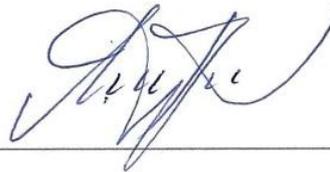
**AUTORA:** Espinoza Napa Marjioire María

**TUTOR:** Ing. Leonardo Enrique Avellán Vásquez, Mg.

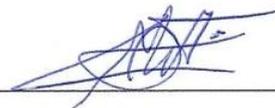
**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERA AGROPECUARIA**

**TRIBUNAL DE TITULACIÓN**

Presidente Tribunal. Ing. López Mejía Francel, PhD



Miembro Tribunal. Ing. Cobeña Loor Nexar, Mg



Miembro Tribunal. Ing. Vivas Cedeño Jorge, Mg



## DECLARACIÓN DE AUTORIA

Yo, Espinoza Napa Marjioire María con cédula de ciudadanía 172332914-8, estudiante de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Extensión El Carmen, de la Carrera Ingeniería Agropecuaria, declaro que soy la autora de la tesis titulada **“Magnesio foliar y contenido clorofílico en Musa Paradisiaca L cv 'Curare Enano' El Carmen, Manabí.”**, esta obra es original y no infringe derechos de propiedad intelectual. Asumo la responsabilidad total de su contenido y afirmo que todos los conceptos, ideas, textos y resultados que no son de mi autoría, están debidamente citados y referenciados.

Atentamente,



Marjioire María Espinoza Napa

## **DEDICATORIA**

*"El principio es la parte más importante de la obra." – Platón*

Con profunda gratitud dedico este logro a Dios, fuente de sabiduría y amor eterno. Su guía y fortaleza han sido esenciales en cada etapa de este recorrido. A Él encomiendo este esfuerzo, consciente de que Su propósito trasciende mis anhelos, y con la esperanza de que esta obra contribuya a Su gloria y al bienestar de quienes la reciban como una semilla destinada a germinar en bendición y prosperidad.

A mi familia, expresión viva de amor incondicional y apoyo constante. Han sido mi refugio en los momentos difíciles y mi mayor inspiración en los días de alegría. Sus palabras alentadoras y sus gestos de cariño han sido el impulso que me permitió alcanzar esta meta. Este éxito les pertenece tanto como a mí.

*Espinoza Napa Marjioire María*

## **AGRADECIMIENTO**

*Lo que una persona puede ser, debe serlo." – Abraham Maslow*

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mis compañeros de clase, quienes han sido un pilar esencial en este viaje académico. Las vivencias compartidas, los desafíos enfrentados y los aprendizajes acumulados juntos han cimentado una amistad invaluable y nos han fortalecido en nuestra formación como futuros profesionales. Aprecio sinceramente su apoyo incondicional, su espíritu solidario y cada momento que hemos compartido a lo largo de este proceso.

Asimismo, extiendo un reconocimiento especial al Ing. Leonardo Enrique Avellán Vásquez, Mg, mi tutor, cuya orientación y respaldo han sido determinantes para la culminación de este proyecto. Su entrega, paciencia y compromiso no solo me han inspirado, sino que también han sido claves para superar cada etapa con éxito. Estoy profundamente agradecida por su confianza y por haberme brindado la oportunidad de enriquecerme bajo su dirección.

A todos ustedes, les agradezco de corazón por ser parte fundamental de este logro en mi vida.

*Espinoza Napa Marjioire María*

## ÍNDICE

TRIBUNAL DE TITULACIÓN .....	III
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO .....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XI
ÍNDICE DE ANEXO .....	XII
RESUMEN.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	4
1 MARCO TEÓRICO.....	4
1.1 Generalidades del plátano Curare enano.....	4
1.1.1 Principales características del Curare enano .....	4
1.2 Establecimiento y siembra de plátanos .....	5
1.3 Distancias y técnicas de siembra.....	6
1.4 Clasificación taxonómica del Curare enano .....	7
1.5 Morfología de la planta.....	7
1.5.1 Sistema radicular .....	7
1.5.2 Cormo o rizoma .....	8
1.5.3 Pseudotallo.....	8
1.5.4 Hojas.....	8
1.5.5 Inflorescencia o Racimo .....	8
1.5.6 Frutos .....	9
1.5.7 Retoños o hijuelos .....	9
1.6 Fertilización del Curare Enano ( <i>Musa Paradisiaca L. cv. Curare Enano</i> ) .....	10
1.6.1 Nitrógeno (N) .....	10
1.6.2 Magnesio (Mg) .....	11
1.6.3 Fósforo (P).....	11
1.7 Clorofila.....	12

CAPITULO II.....	13
ESTADO DEL ARTE .....	13
CAPÍTULO III .....	16
3 MATERIALES Y MÉTODOS .....	16
3.1 Localización de la unidad experimental .....	16
3.2 Caracterización agroecológica de la zona.....	16
3.3 Metodología.....	16
3.3.1. Método teórico.....	16
3.4 Variables .....	17
3.5 Unidad Experimental .....	18
3.6 Tratamientos .....	18
3.7 Análisis Estadístico.....	19
3.7.1 Diseño experimental.....	19
3.8 Materiales y equipos de campo.....	19
3.8.1 Equipos de campo.....	19
3.8.2 Materiales de oficina .....	20
3.9 Manejo específico del experimento .....	20
3.9.1 Preparación del terreno.....	20
3.9.2 Limpieza y marcado .....	20
3.9.3 Siembra.....	20
3.9.4 Control de malezas .....	20
3.9.5 Eliminación de hojas enfermas.....	20
3.9.6 Eliminación de brotes laterales y hojas secas .....	21
3.9.7 Fertilización.....	21
CAPÍTULO IV .....	23
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
4.1 Clorofila A (Absorbancia 664,5 nm) y B (Absorbancia 647 nm).....	23
4.1.1 Contenido de clorofila A y B en la etapa fenológica de la hoja 10 .....	23

4.1.2	Contenido de clorofila A y B en la fase fenológica de la hoja 20 .....	24
4.1.3	Contenido de clorofila A y B en la fase fenológica de la hoja 30 .....	24
4.1.4	Contenido de clorofila A y B en la fase fenológica bellota.....	25
4.1.5	Contenido de clorofila A y B en la fase fenológica cosecha .....	26
4.2	Relacionar el contenido de N, Mg y área foliar en las diferentes etapas fenológicas del cultivar plátano Curare enano ( <i>Musa paradisiaca</i> L.) .....	28
4.2.1	Contenido de N y Mg en la hoja 10 del curare enano .....	28
4.2.2	Contenido de N y Mg en la hoja 20 del curare enano .....	29
4.2.3	Contenido de N y Mg en la hoja 30 del curare enano .....	29
4.2.4	Contenido de N y Mg en la fase de bellota del curare enano .....	30
4.2.5	Contenido de N y Mg en la fase de del curare enano .....	31
4.2.6	Área foliar.....	32
4.2.7	Relación del área foliar con el Mg y N.....	33
4.3	Analizar por dos métodos el contenido clorofílico en las diferentes etapas fenológicas del cultivar plátano Curare enano ( <i>Musa paradisiaca</i> L.).....	34
4.3.1	Método espectrofotométrico.....	34
4.3.2	Método de SPAD.....	35
4.3.3	Relación del contenido de clorofila por los métodos de SPAD y espectrofotométrico en función de la etapa fenológica del cultivar.....	36
4.3.4.	Producción del cultivar de curare enano.....	37
CAPITULO V.....		XXXV
5	CONCLUSIONES .....	XXXV
CAPITULO VI.....		XXXVI
6	RECOMENDACIONES .....	XXXVI
7	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	XXXVII
8	ANEXOS.....	XXXV

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Características del Curare Enano.....	5
<b>Tabla 2.</b> Clasificación taxonómica del Curare enano .....	7
<b>Tabla 3.</b> Características agroecológicas de la localidad .....	16
<b>Tabla 4.</b> Descripción y detalles de variables independiente en estudio.....	17
<b>Tabla 5.</b> Descripción y detalles de variables dependiente en estudio.....	18
<b>Tabla 6.</b> Descripción de las características de las unidades experimentales .....	18
<b>Tabla 7.</b> Descripción de los tratamientos establecidos en la investigación .....	19
<b>Tabla 8.</b> Esquema de ADEVA.....	19
<b>Tabla 9.</b> Dosificación general.....	21
<b>Tabla 10.</b> <i>Conversión de ppm a kg/ha para Fósforo (P)</i> .....	21
<b>Tabla 11.</b> <i>Conversión de kg/ha para potasio (K)</i> .....	22
<b>Tabla 12.</b> Contenido de clorofila a y b en la bellota del cultivar de Curare enano.....	26
<b>Tabla 13.</b> Análisis del área foliar en diferentes etapas fenológicas del plátano Curare Enano	32
<b>Tabla 14.</b> <i>Contenido de clorofila total en función de las etapas fenológicas del plátano Curare Enano bajo diferentes dosis de nitrógeno</i> .....	35
<b>Tabla 15.</b> <i>Contenido de clorofila total por el método de SPAD en función de las etapas fenológicas del plátano Curare Enano bajo diferentes dosis de nitrógeno</i> .....	35
<b>Tabla 15.</b> <i>Análisis de la producción del plátano Curare Enano bajo la influencia de diferentes dosis de nitrógeno</i> .....	38

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Diseño de diferentes métodos de siembra.....	6
<b>Figura 2.</b> Raíz y cormo del cultivar de Curare enano.....	8
<b>Figura 3.</b> Frutos y raquis del cultivar de Curare enano .....	9
<b>Figura 4.</b> <i>Musa Paradisiaca</i> L. cv. Curare Enano .....	9
<b>Figura 5.</b> <i>Musa Paradisiaca</i> L. cv. Curare Enano deficiencia de Nitrógeno .....	10
<b>Figura 6.</b> <i>Musa Paradisiaca</i> L. cv. Curare Enano deficiencia de Magnesio.....	11
<b>Figura 7.</b> Ubicación y coordenadas de la zona del experimento .....	16
<b>Figura 8.</b> Contenido de clorofila a y b en la hoja 10 del cultivar de Curare enano .....	23
<b>Figura 9.</b> Contenido de clorofila a y b en la hoja 20 del cultivar de Curare enano .....	24
<b>Figura 10.</b> Contenido de clorofila a y b en la hoja 30 del cultivar de Curare enano .....	25
<b>Figura 11.</b> Contenido de clorofila a y b en la bellota del cultivar de Curare enano .....	27
<b>Figura 12.</b> Concentración de Nitrógeno y Magnesio en la hoja 10 del cultivar de Curare enano.....	28
<b>Figura 13.</b> Concentración de Nitrógeno y Magnesio en la hoja 20 del cultivar de Curare .....	29
<b>Figura 14.</b> Concentración de Nitrógeno y Magnesio en la hoja 30 del cultivar de Curare .....	30
<b>Figura 15.</b> Concentración de Nitrógeno y Magnesio en la bellota del cultivar de Curare enano .....	31
<b>Figura 16.</b> Concentración de Nitrógeno y Magnesio a la cosecha del cultivar de Curare enano .....	32
<b>Figura 17.</b> <i>Relación del área foliar con el Mg y N</i> .....	34
<b>Figura 18.</b> <i>Relación del área foliar con los métodos de espectrofotométrico y por el método de SPAD</i> .....	37

## ÍNDICE DE ANEXO

<b>Anexo 1.</b> ADEVA de la variable área foliar .....	XXXV
<b>Anexo 2.</b> ADEVA de la variable área SPAD hoja 20 .....	XXXV
<b>Anexo 3.</b> ADEVA de la variable clorofila A Bellota.....	XXXV

## RESUMEN

El estudio analizó el contenido de clorofila en el cultivar de plátano 'Curare Enano' (*Musa paradisiaca* L.) bajo diferentes niveles de nitrógeno, utilizando un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA). Los tratamientos incluyeron dosis de 0, 50, 100, 150, 200 y 250 kg N ha<sup>-1</sup>, además de una base NPK. La clorofila a no presentó diferencias significativas en la mayoría de las etapas fenológicas, con valores entre 19,83 y 21,89. Por otro lado, la clorofila b mostró diferencias significativas, alcanzando su valor más alto con 100 kg N ha (35,68). En la etapa de cosecha, la clorofila a registró su contenido más alto con 150 kg N ha (20,20), mientras que la clorofila b alcanzó su máximo con la base NPK (33,47). El contenido de nitrógeno alcanzó su valor máximo en la etapa de la Hoja 30 (4,02 %) y disminuyó en Bellota y Cosecha hasta 2,69 %, indicando un mayor uso durante las etapas intermedias. El magnesio, inicialmente bajo (0,18 % en la Hoja 20), aumentó hasta su máximo en Cosecha (0,28 %), mostrando su relevancia en las fases finales. El área foliar creció progresivamente desde la Hoja 10 (0,04 m<sup>2</sup>) hasta alcanzar su máximo en Cosecha (0,62 m<sup>2</sup>). La dosis de 100 kg N ha tuvo un impacto positivo en la productividad, aumentando el peso y el número de dedos aptos para exportación. Estos resultados subrayan la importancia de una gestión eficiente de nutrientes para maximizar la calidad y el rendimiento del cultivo.

**Palabras claves:** Plátano Curare Enano, clorofila, nitrógeno, productividad, área foliar.

## ABSTRACT

The study analysed chlorophyll content in the 'Curare Enano' banana cultivar (*Musa paradisiaca* L.) under different nitrogen levels using a Randomised Complete Block Design (RCBD). Treatments included nitrogen doses of 0, 50, 100, 150, 200, and 250 kg N ha, along with a base NPK treatment. Chlorophyll a showed no significant differences across most phenological stages, with values ranging from 19.83 to 21.89. Conversely, chlorophyll b exhibited significant differences, peaking at 35.68 with 100 kg N ha. At the harvest stage, chlorophyll a reached its highest level with 150 kg N ha (20.20), while chlorophyll b was highest with the NPK base treatment (33.47). Nitrogen content peaked during the Leaf 30 stage (4.02%) and declined to 2.69% during Bellota and Harvest stages, reflecting higher usage during intermediate stages. Magnesium levels initially dropped to 0.18% (Leaf 20) but increased to a maximum of 0.28% at Harvest, highlighting its importance in late development stages. Leaf area steadily increased from 0.04 m<sup>2</sup> (Leaf 10) to 0.62 m<sup>2</sup> at Harvest. The application of 100 kg N ha<sup>-1</sup> positively impacted productivity, significantly increasing the weight and number of exportable fingers. These findings emphasise the importance of efficient nutrient management to optimise crop quality and yield.

**Keywords:** Curare Enano banana, chlorophyll, nitrogen, productivity, leaf area

## INTRODUCCIÓN

En Ecuador, el Curare enano desempeña un papel predominante desde una perspectiva social, al formar parte esencial de la canasta básica y actuar como una fuente significativa de empleo (White, 2012). Actualmente, se estima una superficie cultivada de aproximadamente 70,386 hectáreas. Dicho cultivo de plátano ocupa un lugar central en la socioeconomía y seguridad alimentaria de Ecuador, al ser una fuente esencial de alimentos energéticos para gran parte de la población (Ayala, 2003).

Debido a su relevancia, resulta imperativo optimizar los métodos de fertilización, especialmente aquellos que incluyen magnesio, con el fin de mejorar la eficiencia en el uso de recursos y aumentar los rendimientos productivos (Avellán-Vásquez et al., 2020; Cedeño-Zambrano et al., 2022). La variabilidad en la producción y calidad de la fruta constituye un desafío importante para agricultores e investigadores en el ámbito agrícola (Naranjo-Morán et al., 2021). Investigaciones previas han destacado que el magnesio desempeña un papel fundamental en la síntesis de clorofila, elemento crucial para la fotosíntesis y, en consecuencia, para la productividad de las plantas (Parra-Pachón et al., 2009).

La deficiencia de magnesio puede ocasionar reducciones significativas en la producción y calidad del fruto, como resultado de la disminución en la capacidad fotosintética (Avellán-Vásquez et al., 2020; Cedeño-Zambrano et al., 2022). En el caso de las musáceas, el magnesio (Mg) tiene una función esencial en la fisiología de las plantas. White y Broadley (2009), señalan que alrededor del 75% del magnesio presente en las hojas interviene en la síntesis de proteínas, mientras que entre el 15% y el 20% se encuentra asociado con los pigmentos clorofílicos.

Gransee y Führs (2013) han evidenciado que la fertilización excesiva con potasio ( $K^+$ ) y amonio ( $NH_4^+$ ) puede competir con la absorción de magnesio, incrementando el riesgo de deficiencia de este nutriente. Tal deficiencia puede comprometer la formación de clorofila y afectar negativamente la fotosíntesis (White, 2012). De manera similar, el nitrógeno tiene un rol clave en la síntesis de proteínas, clorofila y otros compuestos orgánicos esenciales para el desempeño óptimo de la planta (Estrada-Herrera et al., 2017). No obstante, la eficacia de la fertilización con nitrógeno depende no solo de la cantidad aplicada, sino también de la capacidad de la planta para utilizar este nutriente, un aspecto determinante al establecer dosis adecuadas que maximicen los beneficios agronómicos (White y Broadley, 2009).

La correcta nutrición y el manejo eficiente de la fertilización en las musáceas han sido factores determinantes para lograr altos niveles de rendimiento y rentabilidad (Solórzano,

2012). Estos conceptos son fundamentales en la gestión de las plantaciones, lo que ha generado nuevas expectativas en la búsqueda de mejores resultados productivos mediante estrategias nutricionales específicas (Quipas, 2001).

Por otro lado, la nutrición del cultivo, combinada con la incidencia de plagas, y los cambios que se producen en la planta no solo están relacionados con la fertilización, sino también con el uso de plaguicidas químicos (Solórzano, 2012). Estos aspectos llevaron a Chaboussou a formular una teoría conocida como Trofobiosis. Según esta teoría, diversos estudios y ensayos han demostrado que la nutrición adecuada en el cultivo constituye un elemento esencial para el control y regulación de las plagas que afectan a los organismos vegetales (Delgado-Valencia, 2018).

En este contexto, el estudio titulado “*Magnesio foliar y contenido clorofílico en Musa Paradisiaca L. cv 'Curare Enano' El Carmen, Manabí*” destaca la relevancia de analizar el efecto del magnesio en la fisiología y el rendimiento de este cultivo estratégico. La investigación tiene como fin aportar conocimientos que impulsen la sostenibilidad de la producción, optimicen el uso de recursos disponibles y contribuyan al fortalecimiento de la seguridad alimentaria en el país.

### **i) Problema científico**

El cultivo de 'Curare Enano', una variedad de *Musa paradisiaca* en El Carmen, Manabí, muestra una variabilidad significativa en la producción y calidad de la fruta, lo que podría estar asociado a desequilibrios nutricionales, especialmente deficiencias de magnesio. Dado que el magnesio es fundamental para la síntesis de clorofila, el pigmento esencial en la fotosíntesis, su escasez puede limitar esta capacidad vital y afectar adversamente la productividad del cultivo.

Este estudio se enfoca en cuantificar los niveles de magnesio en las hojas de 'Curare Enano' y correlacionar estos con las concentraciones de clorofila A y B. Para determinar cómo las fluctuaciones en el contenido de magnesio influyen en la cantidad y proporción de estos dos tipos de clorofila, y evaluar su impacto en la salud y productividad de la planta.

¿Cuál es la relación entre los niveles de magnesio en las hojas de *Musa paradisiaca* L cv (Curare enano) y las concentraciones de clorofila?

### **ii) Objetivo general**

- Evaluar el contenido de clorofila en el cultivar de plátano 'Curare enano' (*Musa*

*paradisiaca* L.) en un andisol de Ecuador.

### **iii) Objetivos específicos**

- Determinar el contenido de clorofila a y b en el cultivar de plátano Curare enano (*Musa paradisiaca* L.) según su fenología en un andisol de Ecuador.
- Relacionar el contenido de N, Mg y área foliar en las diferentes etapas fenológicas del cultivar plátano Curare enano (*Musa paradisiaca* L.) en un andisol de Ecuador.
- Analizar por dos métodos el contenido clorofílico en las diferentes etapas fenológicas del cultivar plátano Curare enano (*Musa paradisiaca* L.) en un andisol de Ecuador.

### **iv) Hipótesis**

**Hipótesis Nula (H<sub>0</sub>):** La variación en los niveles de nitrógeno no afecta significativamente la concentración de magnesio en las hojas de *Musa paradisiaca* cv. "Curare Enano" en El Carmen, Manabí, lo cual a su vez influye en las concentraciones de clorofila

**Hipótesis Alternativa (H<sub>a</sub>):** La variación en los niveles de nitrógeno afecta significativamente la concentración de magnesio en las hojas de *Musa paradisiaca* cv. "Curare Enano" en El Carmen, Manabí, lo cual a su vez influye en las concentraciones de clorofila.

# CAPÍTULO I

## 1 MARCO TEÓRICO

### 1.1 Generalidades del plátano Curare enano

Esta planta, que alcanza una altura máxima de dos metros, destaca por su baja demanda hídrica, lo que la hace ideal para regiones con recursos limitados de agua (Vega, 2019). Además, presenta resistencia frente a vientos fuertes y tolerancia a las principales plagas que suelen afectar los cultivos de plátano (Muller et al., 2017).

Su ciclo de cosecha es relativamente corto, logrando estar lista para la recolección aproximadamente nueve meses después de su siembra, con un rendimiento promedio de 35 a 40 plátanos por racimo, lo que la convierte en una opción productiva y sostenible para los agricultores locales (Morales et al., 2013).

La variedad de plátano Curare Enano ha ganado relevancia debido a sus características agronómicas favorables (Paz, 2002). Este plátano se distingue por su porte bajo, con una altura aproximada de 2,5 m, lo que facilita el manejo y la cosecha, además de ser menos afectado por el viento (Caballero, 2010). Presenta racimos grandes y dedos conspicuos, manteniendo las propiedades organolépticas y de procesamiento similares a otras variedades (Ulloa-Cortazar et al., 2017). Esta característica, junto con su alta productividad, lo convierte en la variedad más aceptada en Centroamérica y el Caribe (Caballero et al., 2004).

El Curare Enano ofrece altos rendimientos en campo, una mayor cantidad de dedos después del desmane y frutos con dimensiones adecuadas para el mercado (Morales et al., 2013). Su tamaño compacto permite la implementación de prácticas agronómicas como el riego por goteo y el acame, incrementando así la eficiencia en la producción (Ulloa-Cortazar et al., 2017). Entre sus principales ventajas se encuentran la posibilidad de una mayor densidad de siembra, lo que resulta en un número elevado de frutas disponibles para la venta por hectárea (Paz, 2002).

#### 1.1.1 Principales características del Curare enano

El Curare Enano, originario de Centroamérica, se caracteriza por ser una variedad compacta que alcanza una altura aproximada de 2,5 metros, lo que facilita su manejo y cosecha en comparación con otras variedades de plátano (Solórzano, 2012). Esta planta ofrece una alta productividad, con un rendimiento estimado de al menos 72,000 frutas por hectárea, logrando cosecharse entre los 9 y 11 meses posteriores a su siembra. Cada racimo produce

entre 35 y 40 frutos, los cuales destacan por su excelente calidad, cumpliendo con los estándares del mercado en cuanto a tamaño y grosor (Morales et al., 2013).

A pesar de sus múltiples ventajas, esta variedad presenta susceptibilidad a enfermedades como la Sigatoka negra y plagas como el picudo negro del banano, lo que requiere la implementación de prácticas agronómicas adecuadas para mantener su sanidad y productividad (Vega, 2019). Estas características convierten al Curare Enano en una opción ideal para agricultores que buscan eficiencia en sus cultivos sin comprometer la calidad del fruto (Solórzano, 2012).

**Tabla 1.** *Características del Curare Enano*

<b>Característica</b>	<b>Descripción</b>
Origen	Centroamérica
Altura	Aproximadamente 2,5 metros
Producción por hectárea	Al menos 72,000 frutas
Tiempo de cosecha	Entre 9 y 11 meses
Frutas por racimo	De 35 a 40 dedos
Calidad de la fruta	Excelente
Susceptibilidad	Sensible a la Sigatoka negra y al picudo negro del banano

**Nota.** Tomado de Paz, (2002).

## **1.2 Establecimiento y siembra de plátanos**

El establecimiento de una plantación de Curare Enano requiere el uso de material vegetativo (cormo) proveniente de plantas libres de enfermedades y daños causados por insectos (Vega, 2019). La selección cuidadosa del cormo es fundamental para evitar la introducción de plagas y enfermedades como el picudo, nematodos y *Erwinia* (Brochero-Bustamante y De la Pava-Suares, 2012).

Para viveros, los cormos deben tener un peso aproximado de 300 gramos y se recomienda sembrarlos en bolsas pequeñas. En siembra directa, los cormos pueden variar entre 500 gramos y 2 kilogramos (Caballero, 2010).

Sin embargo, se sugiere priorizar el uso de viveros para un manejo más eficiente, trasplantando posteriormente las plántulas al campo (Castellón et al., 2017). El medio utilizado para las bolsas en viveros generalmente consiste en una mezcla de 50% casulla de arroz y 50% tierra, aunque también pueden emplearse alternativas como aserrín, bocashi o hojarasca de bosque (Castellón y Pineda, 2015).

### 1.3 Distancias y técnicas de siembra

La distancia de siembra para el Curare Enano depende de varios factores, entre ellos el propósito de la plantación (mercado nacional o exportación), la fertilidad del suelo y el sistema de manejo adoptado. Según Castellón y Pineda (2015), se sugieren las siguientes configuraciones:

- **Distancia 3 x 3 metros:** 1,111 plantas por hectárea (en cuadrado) o 1,280 plantas (en triángulo).
- **Distancia 2 x 3 metros:** 1,666 plantas por hectárea.
- **Distancia 2 x 2 metros:** 2,500 plantas por hectárea.

Un sistema alternativo es el doble surco, que consiste en sembrar dos filas de plátano con 2 metros entre plantas y 2 metros entre filas, dejando una calle de 3 metros entre cada dos filas para facilitar las labores de manejo y cosecha (Brochero-Bustamante y De la Pava-Suares, 2012). Este arreglo permite una densidad de 1,332 plantas por hectárea y, al reducir distancias, incrementa la densidad poblacional, ideal para plantaciones diseñadas para una o dos cosechas (Castellón et al., 2017).

En conclusión, las distancias y técnicas de siembra deben adaptarse a los objetivos y al manejo planificado de la plantación, optimizando así el rendimiento y la calidad de la producción (Cedeño-Zambrano et al., 2022).



**Figura 1.** *Diseño de diferentes métodos de siembra*

**Nota.** Tomado de (Castellón y Pineda, 2015).

Los arreglos cuadrados y triangulares resultan sencillos de establecer en las plantaciones (Vega, 2019). Por otro lado, los arreglos de doble surco consisten en dos hileras cercanas, separadas por una distancia de 1 a 1,5 metros, con un espacio amplio de 3 a 4

metros entre cada hilera doble. Este diseño optimiza las labores culturales y facilita la implementación de controles fitosanitarios (Castellón et al., 2017) (Figura 1).

#### 1.4 Clasificación taxonómica del Curare enano

Según Integrated Taxonomic Information System (2023), la clasificación taxonómica del plátano es la siguiente.

**Tabla 2.** *Clasificación taxonómica del Curare enano*

Clasificación Taxonómica	
Reino	<i>Plantae</i>
Subreino	<i>Viridiplantae</i>
División	<i>Tracheophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Superorden	<i>Lilianaes</i>
Orden	<i>Zingiberales</i>
Familia	<i>Musáceae</i>
Género	<i>Musa</i>
Especie	<i>sp</i>
Cruce	<i>Musa acuminata x Musa balbisiana</i>
Nombre común	<i>Curare enano AAB</i>

**Nota.** tomado de Integrated Taxonomic Information System (ITIS, 2023)

#### 1.5 Morfología de la planta

Según Soto (2011), la planta de plátano es una especie herbácea y perenne perteneciente a la familia *Musaceae*. Su estructura incluye un cormo subterráneo, del cual se desarrollan las raíces, las yemas laterales o "hijos" y las vainas foliares (Solórzano, 2012). Los pecíolos se disponen de manera espiral alrededor del cormo, conformando el pseudotallo, desde cuyo centro se desarrollan los ejes florales, denominados inflorescencias (López et al., 2023).

##### 1.5.1 Sistema radicular

Solórzano (2012), describe que el sistema radicular del plátano está compuesto por raíces adventicias que se originan en el cormo, generalmente agrupadas en grupos de tres o cuatro. Estas raíces, de forma cordonosa y con un diámetro que varía entre 5 y 10 mm, tienen la capacidad de extenderse hasta una longitud de 5 a 10 metros (Quispe, 2019). A partir de estas raíces adventicias, se desarrollan raíces secundarias y raicillas absorbentes, encargadas de la absorción de nutrientes y agua (López et al., 2023).

### 1.5.2 Cormo o rizoma

Quispe (2019), describe el cormo como un tallo con ramificación monopódica, compuesto por numerosos entrenudos cortos recubiertos por las bases de las hojas. De los nudos se originan raíces adventicias, mientras que las yemas laterales emergen en un ángulo de 180° con respecto a cada hoja (Morales et al., 2013). Un cormo bien desarrollado puede alcanzar un diámetro de 25 a 40 cm y un peso que oscila entre 6,9 y 11,5 kg (Guerrero, 2010).



**Figura 2.** *Raíz y cormo del cultivar de Curare enano*

**Nota.** Melo et al., (2010).

### 1.5.3 Pseudotallo

Parra-Pachón et al. (2009), el pseudotallo, una estructura rizomatosa grande y rica en almidón, se forma como resultado de la floración y fructificación de la planta. A medida que cada hijuelo del rizoma madura, su yema terminal se transforma en una inflorescencia, impulsada hacia arriba por la elongación del pseudotallo (Guerrero, 2010).

### 1.5.4 Hojas

García (2023), señala que las hojas, principales responsables de la fotosíntesis, emergen desde el centro del pseudotallo como cilindros enrollados. El pecíolo se prolonga para convertirse en la nervadura central, que divide el limbo en dos láminas (Quispe, 2019). Estas presentan nervaduras paralelas con una forma característica de S alargada (Parra-Pachón et al. , 2009).

### 1.5.5 Inflorescencia o Racimo

Galán y Robinson (2013), detallan que la inflorescencia inicia con la diferenciación floral cuando la planta ha producido el 50 % de sus hojas, esta inflorescencia emerge en la parte superior del pseudotallo y se desarrolla verticalmente hasta completar su emergencia.

### 1.5.6 Frutos

Quispe (2019), describen que los frutos, que son partenocárpicos, se desarrollan a partir de los ovarios. Botánicamente, se clasifican como bayas y el número de dedos por mano y de manos por racimo es genéticamente determinado, variando según el cultivar (Morales et al., 2013).



**Figura 3.** *Frutos y raquis del cultivar de Curare enano*

**Nota.** Melo et al., (2010).

### 1.5.7 Retoños o hijuelos

Soto (2011), indica que la planta madre regula el desarrollo de los hijuelos. Cada hoja generada en el cormo protege una yema lateral vegetativa, que tiene el potencial de convertirse en un futuro "hijo". Aunque un cormo puede producir tantas yemas vegetativas como hojas, generalmente solo emergen dos o tres hijuelos laterales (Melo et al., 2010).



**Figura 4.** *Musa Paradisiaca L. cv. Curare Enano*

**Nota.** Melo et al., (2010).

## 1.6 Fertilización del Curare Enano (*Musa Paradisiaca L. cv. Curare Enano*)

El Curare enano requiere una combinación adecuada de agua, nutrientes, luz y aire para garantizar un crecimiento vigoroso, plantas saludables y una producción óptima (Ulloa et al., 2015a). Los nutrientes principales para este cultivo incluyen nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S), conocidos como macronutrientes (Zambrano, 2022). Estos elementos son fundamentales y deben ser aplicados de manera oportuna, especialmente durante las primeras fases de desarrollo, ya que su deficiencia puede impactar directamente en el vigor de la planta y en el rendimiento de los frutos (Avellán et al., 2015). Entre estos, el potasio destaca por su importancia, debido a su alta extracción en la producción del fruto, lo que exige suplementos adicionales incluso en suelos que presentan niveles adecuados de este nutriente (Parra-Pachón et al., 2009)

Además de los macronutrientes, el Curare enano necesita micronutrientes esenciales como hierro (Fe), zinc (Zn), manganeso (Mn), cobre (Cu) y boro (B), estos elementos, aunque requeridos en menores cantidades, son indispensables para mantener la salud y productividad del cultivo (Ulloa et al., 2015). Una fertilización balanceada que combine macronutrientes y micronutrientes asegura un crecimiento óptimo, mejora la calidad del fruto y maximiza los rendimientos en las plantaciones (Zambrano, 2022).

### 1.6.1 Nitrógeno (N)

El nitrógeno es un macronutriente esencial que favorece el crecimiento vigoroso de las plantas. Este nutriente es absorbido en forma de iones de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) o nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) y cumple funciones clave, como fortalecer el vigor de la planta, intensificar el color verde de las hojas, desarrollar el follaje y estimular la formación de frutos y granos (Cedeño-Zambrano et al., 2022). En el Curare enano, el nitrógeno contribuye a la síntesis de proteínas y clorofila, esenciales para la fotosíntesis y el crecimiento, y forma parte de vitaminas vitales para la productividad del cultivo (López et al., 2023).



**Figura 5.** *Musa Paradisiaca L. cv. Curare Enano* deficiencia de Nitrógeno

**Nota.** Melo et al., (2010).

La deficiencia de nitrógeno genera un color amarillento en las hojas, debido a la insuficiente formación de clorofila. Esto produce un crecimiento lento, plantas más pequeñas y delgadas, y una disminución significativa en el rendimiento (Ulloa et al., 2015).

### 1.6.2 Magnesio (Mg)

El magnesio es un componente indispensable de la clorofila y juega un papel fundamental en el proceso de fotosíntesis, al contribuir al color verde característico de las hojas. Este nutriente también actúa como activador en el metabolismo de glúcidos, grasas y proteínas, y facilita el transporte de fosfatos dentro de la planta (Avellán et al., 2015)

El magnesio se absorbe principalmente como catión  $Mg^{2+}$  y puede suplementarse mediante óxido de magnesio (86%), sulfato de magnesio (17%) y dolomita (18%) (Zambrano, 2022). El magnesio resulta clave para obtener plantas vigorosas y altamente productivas, ya que una deficiencia de esta nutriente afecta directamente la capacidad fotosintética de la planta, lo que repercute en su rendimiento y calidad (Cedeño-Zambrano et al., 2022).

### 1.6.3 Fósforo (P)

El fósforo es esencial para la formación de raíces fuertes y racimos bien desarrollados (Campo, 1975). Además, participa en la transferencia de energía en las plantas, al formar parte de moléculas como la adenosina trifosfato (ATP) y la adenosina difosfato (ADP), indispensables para el metabolismo energético (Cedeño-Zambrano et al., 2021). La carencia de fósforo ocasiona una disminución en la producción de hojas, clorosis marginal, necrosis y acumulación de nutrientes que pueden llevar a la muerte de la planta (García, 2023). Las principales fuentes de fósforo incluyen superfosfato triple (46%  $P_2O_5$ ), roca fosfórica (22-33%  $P_2O_5$ ) y fosfato diamónico (46%  $P_2O_5$ ) (López y Espinosa, 1995) (Campo, 1975).



**Figura 6.** *Musa Paradisiaca* L. cv. Curare Enano deficiencia de Magnesio

**Nota.** Melo et al., (2010).

## **1.7 Clorofila**

La clorofila es un pigmento verde presente en las plantas, esencial para el proceso de fotosíntesis. Según Lichtenthaler y Buschmann (2001), este compuesto es responsable de absorber la luz en el rango visible del espectro y transferir la energía a los centros de reacción fotosintéticos. Además, desempeña un papel clave en la regulación del equilibrio energético de la planta y en su protección frente a factores de estrés ambiental, como la exposición a luz intensa o los cambios bruscos de temperatura.

Asimismo, la clorofila actúa como un indicador de la salud de la planta, ya que una disminución en sus niveles puede reflejar la presencia de estrés fisiológico o ambiental, lo que afecta directamente el desarrollo y la productividad del cultivo.

## CAPITULO II

### ESTADO DEL ARTE

Avellán-Vásquez et al. (2020), emplearon dosis estándares de nutrientes en cultivares de *Musa paradisiaca* que incluyó 100 kg ha<sup>-1</sup> de N, 200 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O y 70 kg ha<sup>-1</sup> de MgO, en una alta densidad de población de 2200 plantas por hectárea. Los factores experimentales incluyeron la fertilización con fósforo en tres niveles (20, 40 y 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y dos opciones de fraccionamiento del fósforo (100% y 40-60%). Cada unidad experimental constaba de 21 plantas, seleccionándose cinco del centro para realizar las evaluaciones. Se evaluaron diversas variables como la eficiencia agronómica (EA), el factor parcial de productividad (FPP) y el balance parcial de nutrientes (BPN), además de la biomasa seca del fruto, el rendimiento y la concentración y exportación de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, observándose la mayor exportación de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 6,01 kg ha<sup>-1</sup>, con 40 kg ha<sup>-1</sup> y un fraccionamiento del 100%. Los valores más altos de EA, FPP y BPN se registraron a 211,3 1002,5 y 0,21 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente con una dosis de 20 kg ha<sup>-1</sup> y un fraccionamiento de 40-60%. Este mismo fraccionamiento y dosis produjeron el mayor rendimiento, 20,050 kg ha<sup>-1</sup>. Dicho autor encontró que la relación entre la dosis y el fraccionamiento de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> era inversamente proporcional, mientras que la relación entre el rendimiento y la eficiencia agronómica del P era cuadrática, lo que sugiere que se pueden establecer recomendaciones específicas para la fertilización del cultivo con P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

La aplicación de fertilizantes con dosis adecuadas y específicas es fundamental para maximizar el potencial productivo del cultivo de *Musa paradisiaca*, ya que permite reducir los costos de producción y minimizar el agotamiento del suelo (López et al., 2023). Vivas-Cedeño et al. (2017) evaluaron el rendimiento y la eficiencia de los nutrientes para diferentes dosis de nitrógeno, fósforo y potasio en un cultivo establecido en 2015. El estudio se realizó en tres localidades de El Carmen, provincia de Manabí: Sumita Pita (A), Las Palmitas de Agua Sucia (B) y La Y de la Raíz (C). Se aplicaron tres niveles de fertilizante para cada nutriente: bajo, medio y alto, junto con un control sin fertilizante. Las dosis específicas fueron de 0, 150 y 300 kg ha<sup>-1</sup> para el nitrógeno; 0, 60 y 120 kg ha<sup>-1</sup> para el fósforo; y 0, 200 y 400 kg ha<sup>-1</sup> para el potasio, con una densidad de plantación de 1700 plantas ha<sup>-1</sup>. Los resultados mostraron diferencias significativas en el rendimiento entre las localidades. En la localidad A, la combinación de 150 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno, 60 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo y 200 kg ha<sup>-1</sup> de potasio resultó en el rendimiento más alto con 18,613 kg ha<sup>-1</sup>. En las localidades B y C, la dosis más alta de nitrógeno (300 kg ha<sup>-1</sup>) alcanzó los rendimientos más elevados, con 15,840 y 16,687 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente. En la localidad C, el tratamiento con 400 kg ha<sup>-1</sup> de potasio también

logró una alta productividad, con 16,893 kg ha<sup>-1</sup>. La localidad A demostró tener el mejor aprovechamiento en la eficiencia de nutrientes.

Se investigó la aplicación de fertilizante con magnesio en la variedad de plátano ‘Barraganete’ (*Musa* AAB) en la localidad de El Carmen, Manabí. Se aplicaron seis dosis diferentes de óxido de magnesio (MgO) —0, 25, 50, 75, 100, y 125 kg ha<sup>-1</sup> para evaluar su impacto en la morfo-fisiología y el rendimiento de las plantas. Se empleó un diseño experimental de bloques completos al azar, con seis tratamientos y tres repeticiones, y las plantas se dispusieron con un espaciamiento de 2,50 m × 1,80 m, equivalente a 2222 plantas por hectárea. Las variables de crecimiento vegetativo se evaluaron como medidas repetidas en el tiempo. Los hallazgos revelaron variaciones significativas en todas las variables morfo-fisiológicas evaluadas, indicando que la fertilización con un 30% de MgO influyó notablemente en el crecimiento vegetativo. Sin embargo, las dosis de MgO no afectaron significativamente las variables reproductivas. La dosis de 25 kg ha<sup>-1</sup> resultó ser la más eficaz, proporcionando los mejores rendimientos, junto con una mayor eficiencia agronómica y un incremento en el factor parcial de productividad (Cedeño-Zambrano et al., 2022).

Melo et al. (2010) aplicaron distintas dosis de nitrógeno y midieron su impacto en la fotosíntesis, el crecimiento y la producción de biomasa. Descubrieron que el nitrógeno, cuando se administra en las proporciones adecuadas, puede mejorar significativamente los niveles de clorofila a y b, lo que refuerza la capacidad fotosintética de las plantas. No obstante, también señalaron que un exceso de nitrógeno puede tener efectos negativos, como la disminución de la eficiencia fotosintética debido a la inhibición de la absorción de otros nutrientes cruciales.

Keshavan et al. (2011) analizaron cómo diferentes concentraciones de nitrógeno afectan directamente la síntesis de clorofila a y b en las plantas de banano. Los resultados mostraron que un aumento en la disponibilidad de nitrógeno está asociado con un incremento en la concentración de clorofila, lo cual mejora la capacidad fotosintética de las plantas. Sin embargo, también destacaron que un exceso de nitrógeno puede llevar a una saturación y eventual disminución en la eficiencia fotosintética, enfatizando la necesidad de una aplicación de nitrógeno equilibrada para optimizar tanto la salud como la productividad de las plantas.

Quipas, (2001) en su investigación realizada en Pucallpa, Perú, estudió los "Efectos de diferentes niveles de nitrógeno en la producción de semillas y frutos en el cultivo de plátano (*Musa* sp.) utilizando fertirrigación en un ultisol de Pucallpa". Se evaluaron tres dosis diferentes de fertilización con nitrógeno. Los resultados no mostraron diferencias estadísticas

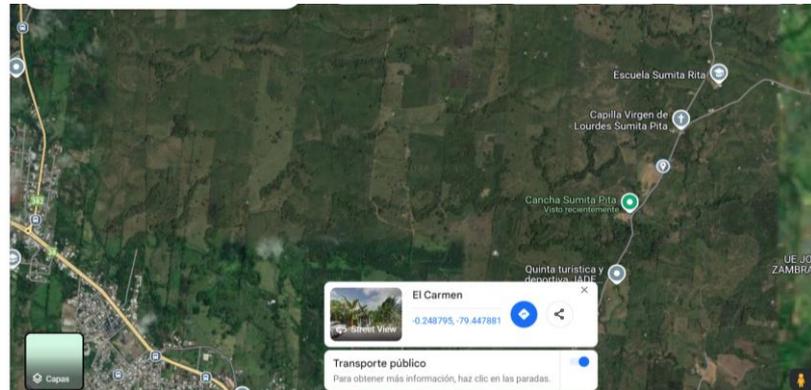
significativas entre los tratamientos en términos de producción de semillas y frutos. Sin embargo, el tratamiento con 322 kg de N/ha<sup>-1</sup>, correspondiente a 25,7 g de N/ha<sup>-1</sup> por planta, mostró un rendimiento ligeramente superior, alcanzando la emisión de 2,86 hijuelos y 7,55 yemas a los 240 días.

## CAPÍTULO III

### 3 MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización de la unidad experimental

La investigación se llevó a cabo en la localidad de Sumita Pita, ubicada en el cantón El Carmen, provincia de Manabí. Las coordenadas geográficas del sitio fueron -0.248795 de latitud, y -79.447881 de longitud.



**Figura 7.** Ubicación y coordenadas de la zona del experimento

Nota. Tomado de Google Maps (2024).

#### 3.2 Caracterización agroecológica de la zona

**Tabla 3.** Características agroecológicas de la localidad

Características	El Carmen
Clima	Trópico Húmedo
Temperatura (°C)	24
Humedad Relativa (%)	86%
Heliofanía (Horas luz año <sup>-1</sup> )	1026,2
Precipitación media anual (mm)	2659
Altitud (msnm)	249

Nota. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2022)

#### 3.3 Metodología

##### 3.3.1. Método teórico

##### 3.3.1.1 Enfoque analítico-sintético

Este estudio adoptó un enfoque analítico-sintético, el cual resultó fundamental para la recopilación, el análisis y la síntesis de información relevante procedente de investigaciones y estudios previos (Vargas et al., 2015). Dicho enfoque permitió integrar los datos existentes en una base científica sólida, proporcionando una comprensión exhaustiva del tema de estudio y estableciendo un marco teórico robusto que sustenta el desarrollo de la investigación

(Hernández et al., 2014).

### 3.3.1.2 Enfoque inductivo-deductivo

El uso combinado de los enfoques inductivo y deductivo permitió avanzar en la investigación al integrar conocimientos obtenidos de estudios previos con nuevas observaciones (Flores et al., 2013). Este proceso facilitó el desarrollo de hipótesis que, tras ser contrastadas con los resultados empíricos, condujeron a conclusiones específicas y concretas, derivadas directamente de la investigación realizada (Hernández et al., 2014).

### 3.3.1.3 Método empírico

#### a. Recolección de datos

La recopilación de datos, tanto cualitativos como cuantitativos, fue clave para la evaluación de las variables dependientes del estudio (Vargas et al., 2015). Esta fase permitió obtener información esencial para la realización de los análisis estadísticos y la validación de las hipótesis planteadas, contribuyendo de manera significativa al logro de los objetivos investigativos (Sánchez-Molina y Murillo-Garza, 2021).

#### b. Experimentación

El proceso experimental se llevó a cabo siguiendo los procedimientos establecidos en el plan de campo, enfocados en evaluar el efecto del magnesio foliar sobre el contenido clorofílico en el cultivo de Curare Enano. Las actividades incluyeron el manejo adecuado del cultivo y la aplicación precisa de las dosis de magnesio y otros nutrientes, según lo estipulado en el diseño experimental, asegurando así la fiabilidad y validez de los resultados obtenidos. (Vargas et al., 2015).

## 3.4 Variables

**Tabla 4.** Descripción y detalles de variables independiente en estudio

Variable	Conceptuales	Operacional
<b>Variables independientes</b>	Dosis de nitrógeno	- 0 kg. ha N
		- 50 kg. ha N
		- 100 kg. ha N
		- 150 kg. ha N
		- 200 kg. ha N
		- 250 kg. ha N

**Tabla 5.** Descripción y detalles de variables dependiente en estudio

Variable	Conceptuales	Operacional
<b>Variable dependiente</b>	Morfología del plátano	- Hojas a la cosecha
		- Total, de hojas emitidas
		- Altura de planta
	Parámetros de producción	- Peso de racimo
		- Dedos exportables
		- Dedos no exportables
	Contenido de clorofila	- Concentración de Mg en los dedos
		- Contenido de clorofilas A y B
	Concentraciones de nutrientes	- Contenido de clorofila en unidades SPAD
		- Concentraciones de magnesio y nitrógeno foliar
- Concentración de magnesio foliar		

### 3.5 Unidad Experimental

La unidad experimental se desarrolló en una superficie total de 2025 m<sup>2</sup>, diseñada para garantizar un espacio adecuado para la distribución de los tratamientos y bloques establecidos. Las plantas se sembraron con un espaciamiento de 2,0 m entre hileras y 2,25 m entre plantas dentro de la misma hilera, lo que permitió un manejo agronómico eficiente y una adecuada disposición para las evaluaciones.

Cada bloque experimental estuvo compuesto por 150 plantas, distribuidas equitativamente según el diseño experimental. Para cada tratamiento se asignaron 21 plantas, organizadas en hileras de 30 plantas cada una. En total, se trabajó con 450 plantas, lo que aseguró una muestra representativa y homogénea, contribuyendo a la precisión y validez de los datos obtenidos durante el desarrollo del experimento.

**Tabla 6.** Descripción de las características de las unidades experimentales

Características	Cantidad
Superficie del ensayo	2025 m <sup>2</sup>
Distancia de siembra	2,0 m x 2,25 m
Plantas por bloques	150
Plantas por tratamientos	21
Plantas por hileras	30
Plantas totales	450

### 3.6 Tratamientos

En el presente estudio se evaluaron los efectos de diferentes dosis de nitrógeno, expresadas en kilogramos por hectárea (kg ha<sup>-1</sup> N), junto con una aplicación única de fertilización base.

**Tabla 7.** Descripción de los tratamientos establecidos en la investigación

Tratamientos	Nutrientes	Dosis de N
T1	Fertilización base	0
T2	Fertilización base	50
T3	Fertilización base	100
T4	Fertilización base	150
T5	Fertilización base	200
T6	Fertilización base	250
T7	Sin Fertilizar	0

### 3.7 Análisis Estadístico

Antes de llevar a cabo los análisis estadísticos, se verificaron los datos generados mediante la prueba de normalidad de Shapiro, con el propósito de determinar si las variables seguían una distribución normal. Asimismo, se aplicó la prueba de homogeneidad de Levene para evaluar la homogeneidad de los tratamientos.

Para las comparaciones estadísticas entre tratamientos, se utilizó la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5%. El análisis estadístico se realizó mediante el programa RStudio, versión 2020, lo que garantizó un procesamiento de datos preciso y eficiente.

**Tabla 8.** Esquema de ADEVA

FV	Grados de libertad		
Tratamientos	(T-1)	7-1	6
Bloque	(b-1)	3-1	2
Error	(T-1) (R-1)	(7-1) (3-1)	12
Total	(TxR-1)	7x3-1	20

#### 3.7.1 Diseño experimental

Se empleó un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) para analizar detalladamente los efectos de distintos niveles de nitrógeno en el cultivo de plátano. Este diseño incluyó siete tratamientos con tres repeticiones cada uno. Los tratamientos se basaron en diferentes niveles de aplicación de nitrógeno.

Los datos, tablas y gráficos se generaron utilizando hojas de cálculo en Excel.

### 3.8 Materiales y equipos de campo

#### 3.8.1 Equipos de campo

- Hoyadora
- Machete

- Cuchillo
- Balanza
- Cinta métrica
- Gramera

### **3.8.2 Materiales de oficina**

- Cuaderno
- Computadora
- Lapiceros

## **3.9 Manejo específico del experimento**

### **3.9.1 Preparación del terreno**

Las dimensiones de las parcelas fueron delimitadas según el diseño experimental previamente definido, el cual incorporó todos los tratamientos y factores requeridos para el estudio.

### **3.9.2 Limpieza y marcado**

Inicialmente, se llevó a cabo una limpieza mecánica del terreno para preparar el suelo. Posteriormente, se marcó el área y se señalaron los puntos de trasplante, siguiendo un esquema que estableció una separación de 2.25 metros entre filas y 2 metros entre plantas.

### **3.9.3 Siembra**

Las plantas fueron trasplantadas después de preparar agujeros con dimensiones de 30 x 30 x 30 cm en ancho, largo y profundidad. Para este procedimiento, se utilizaron plántulas provenientes del vivero, previamente acondicionadas en fundas.

### **3.9.4 Control de malezas**

El control de malezas se realizó cuando estas alcanzaron una altura de 15 cm. Este procedimiento se efectuó manualmente utilizando machetes para garantizar un manejo eficiente del terreno.

### **3.9.5 Eliminación de hojas enfermas**

Cada 15 días, se eliminaron las hojas muertas y las partes foliares afectadas por la enfermedad de la Sigatoka. Esta actividad fue fundamental para preservar la calidad de los racimos de plátano y evitar la propagación de plagas y enfermedades.

### 3.9.6 Eliminación de brotes laterales y hojas secas

Se eliminaron los brotes laterales para prevenir la competencia con la planta principal, garantizando un crecimiento adecuado. Esta tarea se complementó con la eliminación de las hojas secas adheridas al pseudotallo, en un proceso conocido como deschante.

### 3.9.7 Fertilización

Según Avellán et al. (2015), el cultivo de plátano extrae del suelo cantidades significativas de nutrientes, incluyendo 80,9 kg de nitrógeno por hectárea y 135,6 kg de potasio por hectárea, siendo estos los nutrientes principales que deben reponerse. Además, el cultivo requiere 7,2 kg de fósforo, 13,3 kg de calcio, 8,4 kg de magnesio y 8,9 kg de azufre por hectárea.

La fertilización se estandarizó para todos los tratamientos, basándose en un análisis de suelo previo que permitió determinar las necesidades específicas de nutrientes. La dosificación general y detallada de la fertilización base se presentó en la Tabla 5, ajustándose a los requerimientos del experimento.

**Tabla 9.** *Dosificación general*

Nutriente	g planta <sup>-1</sup>	kg por población del ensayo (450 plantas)	kg ha <sup>-1</sup> (2222 plantas)
<b>N total</b>	108	48,60	240
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	28,35	12,76	63
<b>K<sub>2</sub>O</b>	54	24,30	120
<b>S</b>	12,6	5,67	28

Los cálculos de los nutrientes, expresados en partes por millón (ppm), se efectuaron utilizando fórmulas específicas que permitieron determinar con precisión las cantidades requeridas para cada elemento. Estos cálculos sirvieron como base para ajustar las dosificaciones y garantizar la disponibilidad adecuada de nutrientes en el cultivo.

**Tabla 10.** *Conversión de ppm a kg/ha para Fósforo (P)*

Conversión de ppm a kg/ha para Fósforo (P)	
Parámetro	Valor
Área (ha)	1
Área (m <sup>2</sup> )	10,000 m <sup>2</sup>
Densidad aparente (t/m <sup>3</sup> )	1,2
Profundidad del suelo (m)	0,2
Volumen del suelo (m <sup>3</sup> )	2000 m <sup>3</sup>
Masa del suelo (t)	2400 t

Masa del suelo (kg)	2,400,000 kg
ppm (mg/kg)	21,57 mg kg
Fósforo total (kg/ha)	51,768 kg de P ha

---

**Tabla 11.** *Conversión de kg/ha para potasio (K)*

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
Peso atómico/Valencia (g mol)	39,098
Miliequivalente químico	0,039098 meq de K
g de K por 100 g de suelo	0,039098 g
g de K por 1000 g de suelo	0,39098 g
g de K por kg de suelo	0,39098 g
kg de K por 2,400,000 kg de suelo	938,352 kg de K ha
kg de K disponible en el suelo	319.040 kg de K ha

## CAPÍTULO IV

### 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente estudio, se evaluó el contenido de clorofila a y b en el cultivar de plátano Curare Enano (*Musa paradisiaca* L.), cultivado en un andisol de Ecuador, con el objetivo de determinar la influencia de diferentes niveles de fertilización nitrogenada según su fenología.

#### 4.1 Clorofila A (Absorbancia 664,5 nm) y B (Absorbancia 647 nm)

##### 4.1.1 Contenido de clorofila A y B en la etapa fenológica de la hoja 10

El análisis estadístico de la clorofila a, medido en la hoja 10, mostró un valor de  $p=0,9797$ , indicando que no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos en términos del contenido de clorofila a. La prueba de Tukey al 5% reveló que los tratamientos presentaron medias similares, con valores de contenido de clorofila que oscilaron entre 21,020 y 21,167 (Figura 8).

En el análisis de la clorofila b correspondiente a la hoja 10 del cultivo de plátano Curare Enano, se obtuvieron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados, con un p-valor de 0,0001. Este resultado indica que las distintas dosis de nitrógeno aplicadas influyeron significativamente en el contenido de clorofila b. Los valores promedio de clorofila b para cada tratamiento variaron entre 31,88 y 34,73. El tratamiento con 100 kg N ha presentó el mayor contenido promedio de clorofila b (34,73), mientras que el tratamiento con 200 kg N ha mostró el valor más bajo (31,88). En comparación, el testigo (sin aplicación de nitrógeno) registró un promedio de 32,28 (Figura 8).

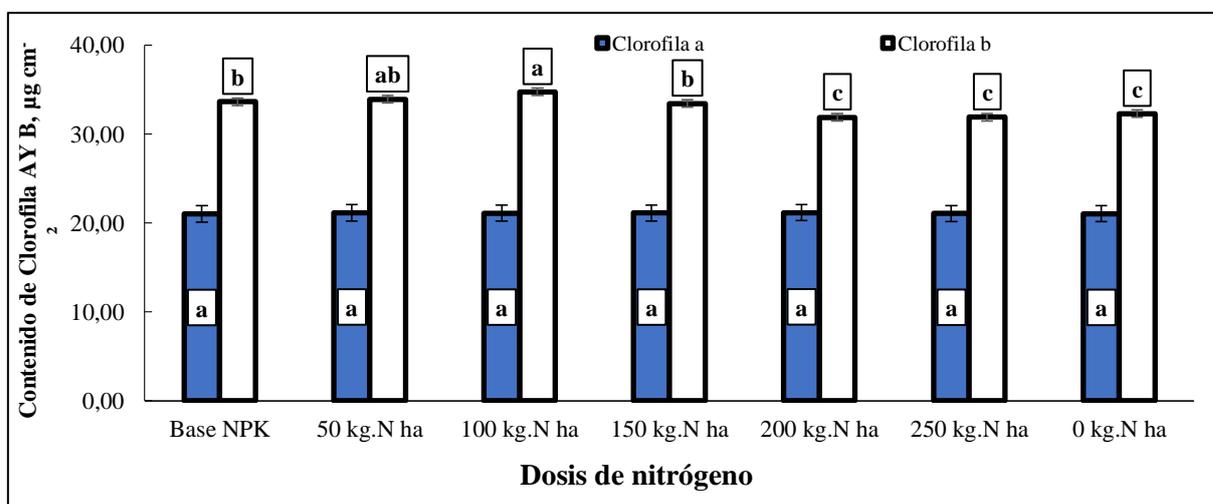


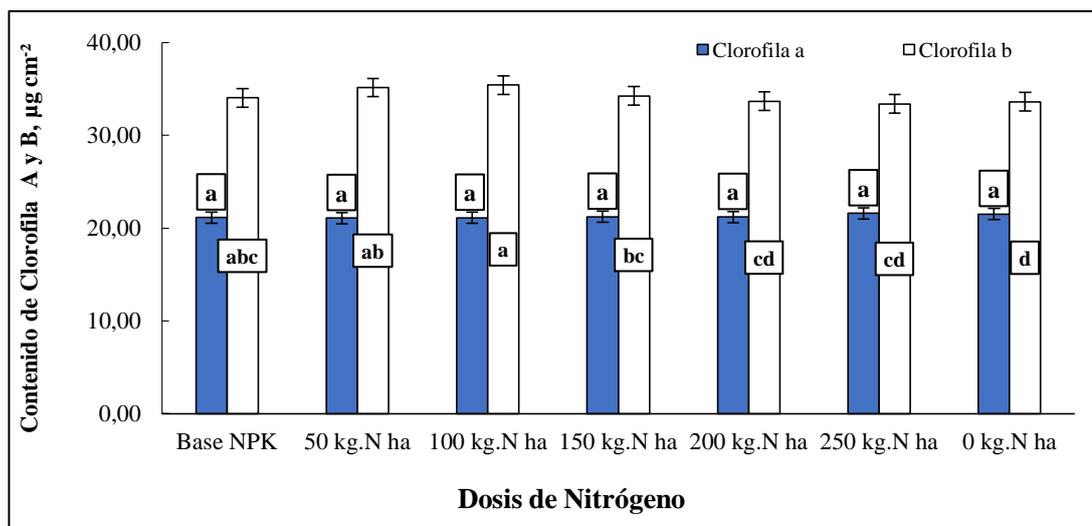
Figura 8. Contenido de clorofila a y b en la hoja 10 del cultivar de Curare enano

**Nota.** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### 4.1.2 Contenido de clorofila A y B en la fase fenológica de la hoja 20

En la evaluación de la clorofila a en la hoja 20 del cultivo de plátano Curare Enano, se observó que las medias de los tratamientos no presentaron diferencias significativas, según el análisis estadístico ( $p$ -valor = 0,0871). La prueba de Tukey confirmó que todas las medias pertenecieron al mismo grupo estadístico, lo que sugiere que las dosis de nitrógeno aplicadas no generaron un impacto significativo en los niveles de clorofila a. Los valores promedio oscilaron entre 21,08 y 21,59, evidenciando uniformidad en el contenido de clorofila a independientemente de la dosis de nitrógeno utilizada (Figura 9).

En el caso de la clorofila b, los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, con un  $p$ -valor de 0,0001. El tratamiento con 100 kg N ha presentó el mayor contenido promedio de clorofila b (35,44), mientras que el tratamiento sin aplicación de nitrógeno (0 kg N ha) registró el contenido más bajo (33,63). Estos resultados destacan que una dosis moderada de nitrógeno, como 100 kg N ha, favorece un incremento en los niveles de clorofila b, lo que sugiere una mejor eficiencia fotosintética en la planta. Por otro lado, dosis altas como 250 kg N ha (33,39) o la ausencia de nitrógeno no mostraron beneficios adicionales, evidenciando una posible saturación o limitación en la respuesta del cultivo (Figura 9).



**Figura 9.** Contenido de clorofila a y b en la hoja 20 del cultivar de Curare enano

**Nota.** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

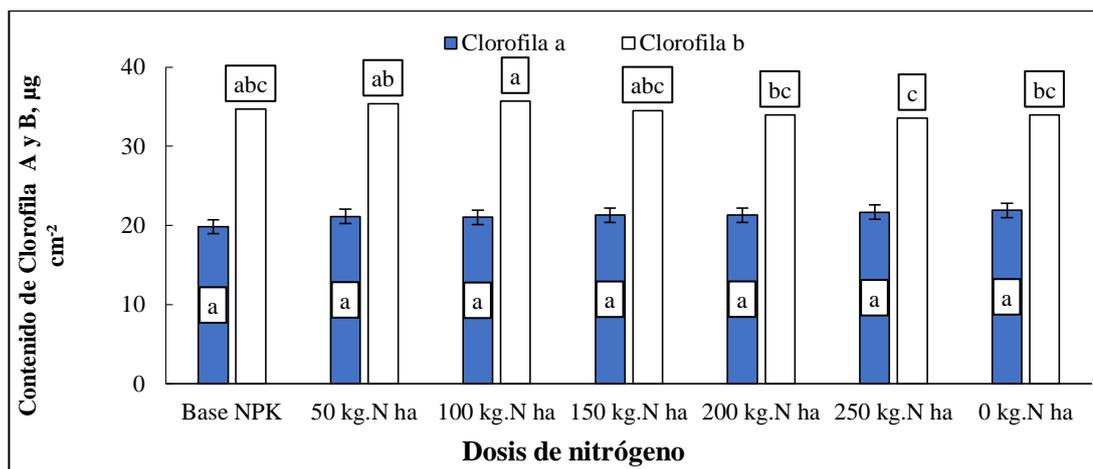
#### 4.1.3 Contenido de clorofila A y B en la fase fenológica de la hoja 30

En la evaluación de la clorofila a en la hoja 30 del cultivo de plátano Curare Enano

(*Musa paradisiaca* L.), los análisis estadísticos indicaron que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos (p-valor mayor a 0,05). Según la prueba de Tukey, todos los tratamientos pertenecieron al mismo grupo estadístico ("a"), con valores promedio que oscilaron entre 19,83 y 21,89. Estos resultados sugieren que las distintas dosis de nitrógeno aplicadas no impactaron significativamente los niveles de clorofila a en esta etapa fenológica (Figura 10).

Para la clorofila b, los análisis mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, con un p-valor menor a 0,05. El tratamiento de 100 kg N ha presentó el mayor contenido promedio de clorofila b (35,68), mientras que el tratamiento con 250 kg N ha registró el valor más bajo (33,55). La prueba de Tukey clasificó los tratamientos en diferentes grupos, destacando que dosis moderadas, como 100 kg N ha, optimizaron los niveles de clorofila b, mientras que dosis más altas no proporcionaron beneficios adicionales e incluso mostraron una ligera disminución en el contenido de este pigmento (Figura 10).

Estos resultados confirman la importancia de ajustar las dosis de nitrógeno para maximizar el contenido de clorofila b, promoviendo así un mejor desempeño fotosintético y fisiológico en el cultivo.



**Figura 10.** Contenido de clorofila a y b en la hoja 30 del cultivar de Curare enano

**Nota.** Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

#### 4.1.4 Contenido de clorofila A y B en la fase fenológica bellota

En la fase fenológica de bellota del cultivo de plátano Curare Enano (*Musa paradisiaca* L.), los análisis estadísticos realizados para el contenido de clorofila a y b no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos aplicados. Para la clorofila a, el valor de p fue de 0,4634, mientras que para la clorofila b fue de 0,2548, indicando que las

distintas dosis de nitrógeno no influyeron de manera significativa en los niveles de clorofila en esta etapa fenológica.

En cuanto a las medias, el contenido promedio de clorofila a osciló entre  $20,26 \pm 0,4$  y  $21,37 \pm 0,4$ , mientras que para la clorofila b, los valores se situaron entre  $33,04 \pm 0,54$  y  $34,96 \pm 0,54$ . Los resultados fueron homogéneos entre los tratamientos, según lo evidenciado por la prueba de Tukey, donde todas las medias se ubicaron en el mismo grupo estadístico (Tabla 12).

**Tabla 12.** Contenido de clorofila a y b en la bellota del cultivar de Curare enano

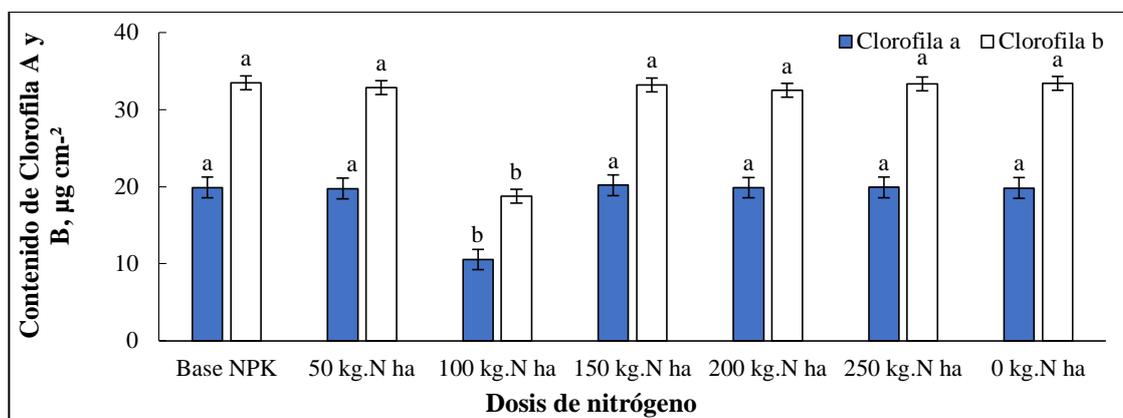
Tratamientos	Clorofila a	Clorofila b
Base NPK	$21,37 \pm 0,4$ a	$34,96 \pm 0,54$ a
50 kg. N ha <sup>-1</sup>	$20,26 \pm 0,4$ a	$33,04 \pm 0,54$ a
100 kg. N ha <sup>-1</sup>	$20,95 \pm 0,3$ a	$34,15 \pm 0,54$ a
150 kg. N ha <sup>-1</sup>	$21,20 \pm 0,3$ a	$34,14 \pm 0,54$ a
200 kg. N ha <sup>-1</sup>	$20,73 \pm 0,3$ a	$34,08 \pm 0,54$ a
250 kg. N ha <sup>-1</sup>	$20,91 \pm 0,4$ a	$34,88 \pm 0,54$ a
0 kg. N ha <sup>-1</sup>	$20,38 \pm 0,4$ a	$33,71 \pm 0,54$ a
<b>P valor</b>	0,4634	0,2548

**Nota.** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### 4.1.5 Contenido de clorofila A y B en la fase fenológica cosecha

En la etapa de cosecha del cultivo de plátano Curare Enano (*Musa paradisiaca* L.), se observaron diferencias estadísticamente significativas en los contenidos de clorofila a y b entre los tratamientos, con un p-valor menor a 0,0001 para ambos pigmentos. La Clorofila A reflejo el contenido más alto se registró con la dosis de 150 kg N ha (20,20), mientras que el contenido más bajo se observó con la dosis de 100 kg N ha (10,55).

Sin embargo, la Clorofila B el tratamiento con Base NPK presentó el valor más alto (33,47), mientras que el tratamiento con 200 kg N ha reportó el contenido más bajo (32,53). Estos resultados reflejan una variación significativa en el comportamiento de ambos pigmentos en respuesta a las dosis de nitrógeno aplicadas en la etapa de cosecha (Figura 11).



**Figura 11.** Contenido de clorofila a y b en la bellota del cultivar de Curare enano

**Nota.** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Segovia (2024), reportó que no se encontraron diferencias significativas en los niveles de clorofila a lo largo de las diferentes fases fenológicas del plátano Barraganete. Los valores promedio de clorofila fueron consistentes: hoja 10 (21,14), hoja 20 (21,27), hoja 30 (21,33), bellota (20,29) y cosecha (19,24), dichos contenidos son similares a los reportados en este estudio

Esto sugiere que la ausencia de nitrógeno tiene un impacto más pronunciado en etapas tardías del desarrollo, posiblemente debido a la mayor demanda de nutrientes para sostener el crecimiento reproductivo y la formación de frutos, como lo señala Blanco et al. (2014), la disminución en los niveles de clorofila podría estar asociada con una menor capacidad fotosintética, afectando potencialmente el rendimiento final del cultivo.

Según Cruz-Arévalo et al. (2019), los clones de *Musa balbisiana*, como Dominico gigante, Cuatrofilos y Manzano, presentan densidades estomáticas entre 34 y 43 e/mm<sup>2</sup>, lo que contribuye a una mayor tolerancia a *Mycosphaerella fijiensis* y otras condiciones de estrés. Este comportamiento fisiológico podría estar vinculado a una regulación más eficiente de la transpiración y al mantenimiento de la actividad fotosintética, elementos esenciales para optimizar los niveles de clorofila (Nadal-Medina et al., 2009).

Segovia (2024) reporta que, en la etapa de Hoja 10, el contenido de clorofila b fue de 32,79 µg cm<sup>-2</sup>, mostrando un incremento leve pero constante hasta alcanzar 33,66 µg cm<sup>-2</sup> en la etapa de Hoja 30. Este patrón sugiere que la clorofila b tiende a acumularse a medida que la planta avanza en su ciclo de desarrollo. Este comportamiento podría estar relacionado con la maduración de las hojas, las cuales optimizan su capacidad fotosintética en las fases tempranas y medias del crecimiento del cultivo.

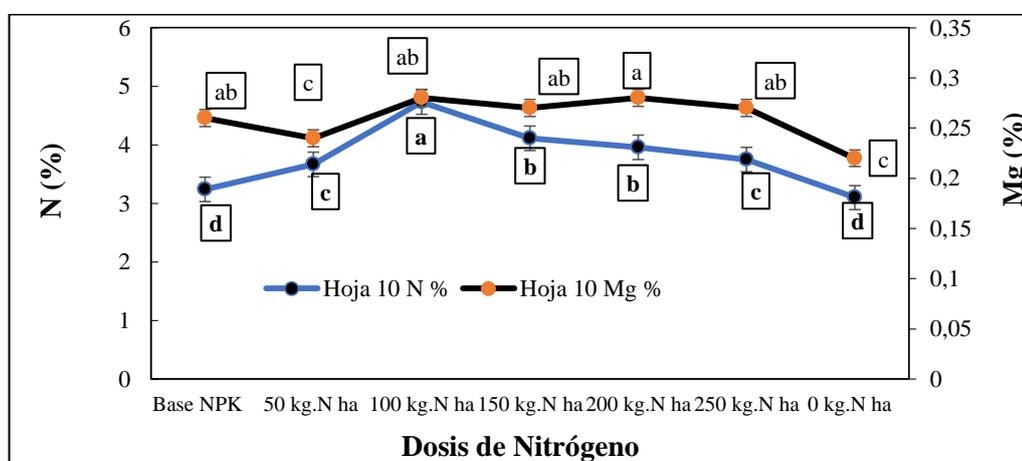
Según Lichtenthaler y Buschmann (2001), este incremento progresivo de clorofila b podría deberse a la necesidad de la planta de maximizar la captación de luz complementaria, asegurando una mayor eficiencia en la conversión de energía solar en biomasa, especialmente durante los periodos de mayor actividad vegetativa.

## 4.2 Relacionar el contenido de N, Mg y área foliar en las diferentes etapas fenológicas del cultivar plátano Curare enano (*Musa paradisiaca* L.)

### 4.2.1 Contenido de N y Mg en la hoja 10 del curare enano

El análisis estadístico mostró diferencias altamente significativas en el contenido de nitrógeno (N) entre los tratamientos, con un p-valor  $< 0,0001$ . El contenido más alto de N fue de 4,73 %, correspondiente al tratamiento con 100 kg N ha, mientras que el valor más bajo se registró en el tratamiento sin nitrógeno (0 kg N ha), con 3,10 %. Esto indica que las dosis de nitrógeno influyeron significativamente en los niveles de este nutriente en las primeras etapas fenológicas del cultivo (Figura 12).

Para el contenido de magnesio (Mg), se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, con un p-valor de 0,0005. El mayor valor de Mg fue de 0,28 %, registrado en los tratamientos con 150 y 200 kg N ha, mientras que el contenido más bajo fue de 0,22 %, observado en el tratamiento sin nitrógeno (0 kg N ha). Estos resultados reflejan que la aplicación de nitrógeno puede influir de manera significativa en la acumulación de magnesio, probablemente debido a interacciones entre nutrientes en el metabolismo de la planta (Figura 12).



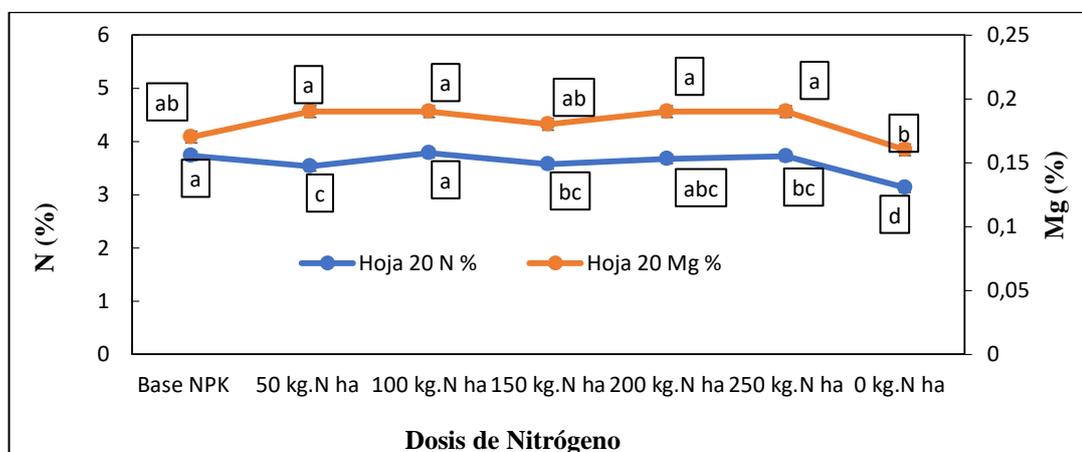
**Figura 12.** Concentración de Nitrógeno y Magnesio en la hoja 10 del cultivar de Curare enano

**Nota.** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### 4.2.2 Contenido de N y Mg en la hoja 20 del curare enano

El análisis estadístico mostró diferencias altamente significativas en el contenido de nitrógeno (N) entre los tratamientos, con un p-valor < 0,0001. El tratamiento con 100 kg N ha presentó el valor más alto de nitrógeno, alcanzando 3,78 %, mientras que el tratamiento sin aplicación de nitrógeno (0 kg N ha) registró el valor más bajo, con 3,13 %. Estos resultados evidencian la influencia positiva de las dosis de nitrógeno en la acumulación de este nutriente en las primeras etapas fenológicas del cultivo (Figura 13).

Para el contenido de magnesio (Mg), se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, con un p-valor de 0,006. El valor más alto de magnesio fue de 0,19 %, registrado en los tratamientos con 50, 100, 150, 200 y 250 kg N ha, mientras que el valor más bajo fue de 0,16 %, correspondiente al tratamiento sin aplicación de nitrógeno (0 kg N ha). Estos resultados indican que la fertilización nitrogenada también afecta de manera indirecta la acumulación de magnesio en la planta (Figura 13).

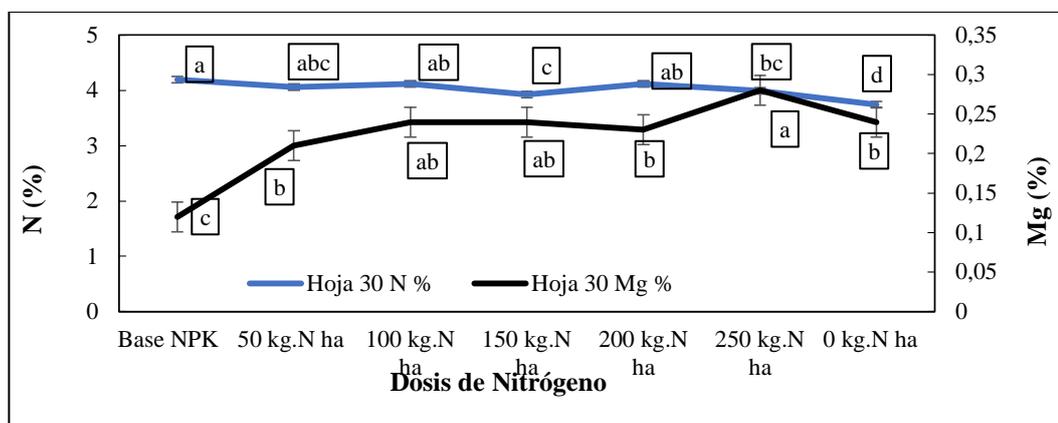


**Figura 13.** Concentración de Nitrógeno y Magnesio en la hoja 20 del cultivar de Curare

**Nota.** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### 4.2.3 Contenido de N y Mg en la hoja 30 del curare enano

El análisis mostró diferencias altamente significativas en el contenido de nitrógeno (N), con un p-valor < 0,0001. El tratamiento con Base NPK presentó el mayor contenido de nitrógeno, alcanzando un 4,19 %, mientras que el valor más bajo se registró en el tratamiento sin aplicación de nitrógeno (0 kg N ha), con 3,74 %. Esto refleja que las aplicaciones iniciales de nitrógeno contribuyen a mantener mayores niveles de este nutriente en etapas avanzadas de desarrollo (Figura 14).



**Figura 14.** Concentración de Nitrógeno y Magnesio en la hoja 30 del cultivar de Curare

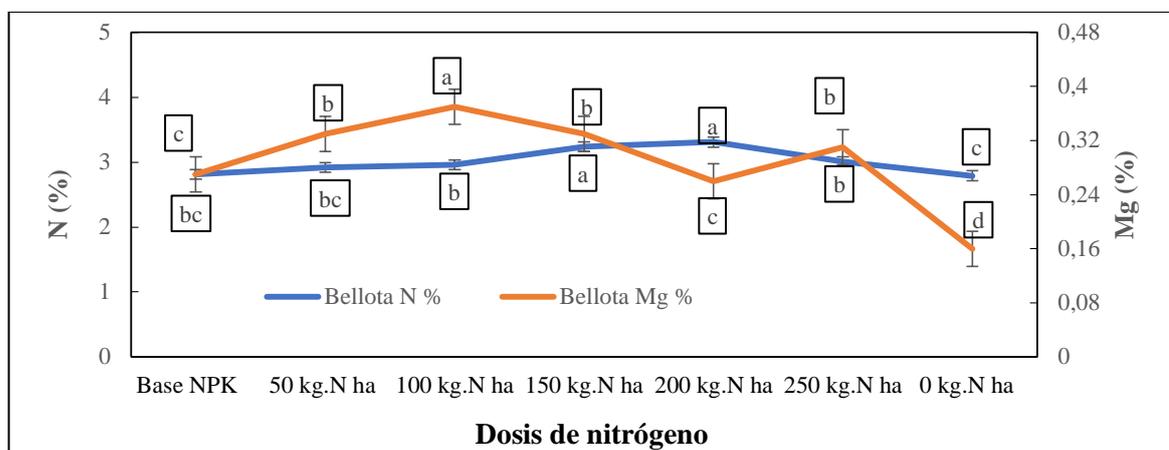
**Nota.** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

El contenido de magnesio (Mg) también presentó diferencias estadísticamente significativas, con un p-valor  $< 0,0001$ . El valor más alto se registró en el tratamiento con 250 kg N ha, alcanzando un 0,28 %, mientras que el valor más bajo fue de 0,12 %, correspondiente al tratamiento con Base NPK. Esto indica que mayores aplicaciones de nitrógeno podrían estar relacionadas con una mejor disponibilidad o absorción de magnesio en el cultivo (Figura 14).

#### 4.2.4 Contenido de N y Mg en la fase de bellota del curare enano

El contenido de nitrógeno mostró diferencias altamente significativas, con un p-valor de 0,0001. El valor más alto de nitrógeno se obtuvo en el tratamiento con 200 kg N ha, alcanzando un 3,31 %, mientras que el valor más bajo fue de 2,79 %, registrado en el tratamiento sin aplicación de nitrógeno (0 kg N ha). Este resultado resalta la importancia de la fertilización nitrogenada para mantener niveles adecuados de nitrógeno en etapas reproductivas críticas del cultivo (Figura 15).

Para el magnesio, se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, con un p-valor de 0,0234. El valor más alto de magnesio se obtuvo en los tratamientos con 50 kg N ha y 150 kg N ha, ambos alcanzando un 0,33 %, mientras que el valor más bajo fue de 0,16 %, correspondiente al tratamiento sin aplicación de nitrógeno (0 kg N ha). Esto evidencia que una fertilización equilibrada contribuye a mantener niveles óptimos de magnesio en la planta durante la fase de bellota (Figura 15).



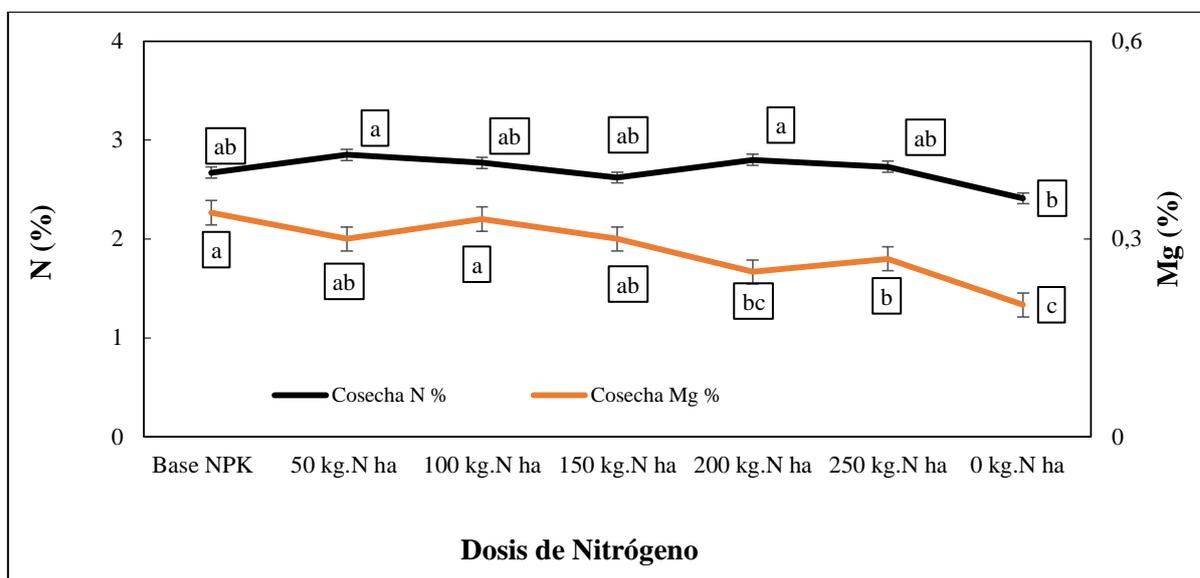
**Figura 15.** Concentración de Nitrógeno y Magnesio en la bellota del cultivar de Curare

**Nota.** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### 4.2.5 Contenido de N y Mg en la fase de del curare enano

El contenido de nitrógeno mostró diferencias altamente significativas, con un p-valor de 0,0001. El valor más alto de nitrógeno se obtuvo en el tratamiento con 200 kg N ha, alcanzando un 3,31 %, mientras que el valor más bajo fue de 2,79 %, registrado en el tratamiento sin aplicación de nitrógeno (0 kg N ha). Este resultado resalta la importancia de la fertilización nitrogenada para mantener niveles adecuados de nitrógeno en etapas reproductivas críticas del cultivo (Figura 16).

Para el magnesio, se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, con un p-valor de 0,0234. El valor más alto de magnesio se obtuvo en los tratamientos con 50 kg N ha y 150 kg N ha, ambos alcanzando un 0,33 %, mientras que el valor más bajo fue de 0,16 %, correspondiente al tratamiento sin aplicación de nitrógeno (0 kg N ha). Esto evidencia que una fertilización equilibrada contribuye a mantener niveles óptimos de magnesio en la planta durante la fase de bellota (Figura 16).



**Figura 16.** Concentración de Nitrógeno y Magnesio a la cosecha del cultivar de Curare enano

**Nota.** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### 4.2.6 Área foliar

El análisis del área foliar en las diferentes etapas fenológicas del plátano Curaré Enano mostró promedios generales de 0,06 m<sup>2</sup> en la etapa de hoja 10, 0,25 m<sup>2</sup> en hoja 30, 0,67 m<sup>2</sup> en la fase de bellota y 0,63 m<sup>2</sup> en la cosecha. No se observaron diferencias significativas entre los tratamientos aplicados en ninguna de las etapas evaluadas, evidenciado por los p-valores mayores a 0,05 en todas las comparaciones (Tabla 13).

La ausencia de diferencias significativas en el área foliar entre los tratamientos podría deberse a que las dosis de nitrógeno aplicadas no generaron un impacto suficiente para influir en el desarrollo del área foliar en las diferentes etapas fenológicas del cultivo. Esto sugiere que el nitrógeno aplicado fue suficiente para satisfacer los requerimientos básicos del cultivo, evitando deficiencias, pero sin provocar incrementos notables en el área foliar.

**Tabla 13.** Análisis del área foliar en diferentes etapas fenológicas del plátano Curare Enano

Tratamientos	Área foliar hoja 10	Área foliar hoja 20	Área foliar hoja 30	Área foliar bellota	Área foliar cosecha
Base NPK	0,05	0,13	0,19	0,72	0,67
50 kg. N ha	0,06	0,18	0,25	0,69	0,55
100 kg. N ha	0,05	0,18	0,30	0,81	0,77
150 kg. N ha	0,06	0,22	0,37	0,63	0,58
200 kg. N ha	0,05	0,18	0,36	0,74	0,63
250 kg. N ha	0,06	0,23	0,36	0,58	0,57
0 kg. N ha	0,07	0,18	0,24	0,59	0,62

<b>Valor p</b>	0,5932	0,3444	0,5327	0,3322	0,615
<b>E.E.</b>	0,01	0,03	0,04	0,08	0,09

**Nota.** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### 4.2.7 Relación del área foliar con el Mg y N

Contenido de Nitrógeno (N): Representado por la línea azul y el eje izquierdo. Se observa que el contenido de N aumenta en la etapa de la Hoja 30, alcanzando su punto máximo (4,02 %), y disminuye progresivamente en las etapas de Bellota y Cosecha, donde alcanza su valor más bajo (2,69 %). Este comportamiento indica que el nitrógeno está más disponible o es utilizado de forma más activa durante las etapas intermedias del desarrollo. Contenido de Magnesio (Mg): Representado por la línea naranja y el eje derecho.

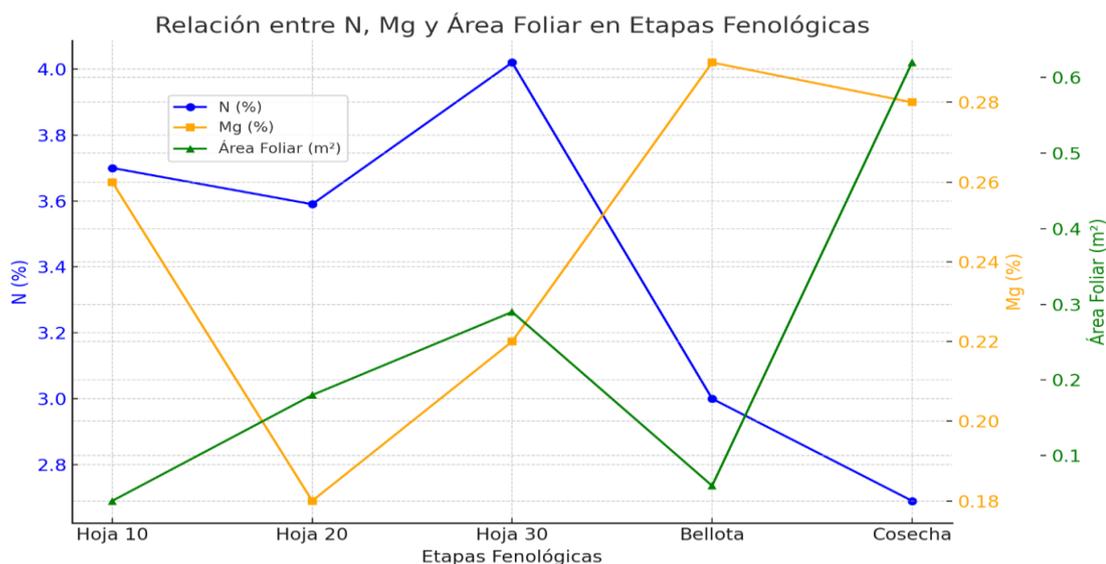
El contenido de Mg disminuye inicialmente desde la Hoja 10 (0,26 %) hasta la Hoja 20 (0,18 %), para luego aumentar progresivamente en las etapas posteriores, alcanzando su máximo en Cosecha (0,28 %). Este aumento final podría estar relacionado con un mayor requerimiento de magnesio durante las etapas finales de desarrollo del cultivo, posiblemente para funciones estructurales o metabólicas específicas (Figura 17).

Área Foliar (AF): Representada por la línea verde y el eje derecho externo. Se observa un incremento continuo desde la Hoja 10 (0,04 m<sup>2</sup>) hasta la Hoja 30 (0,29 m<sup>2</sup>), alcanzando su máximo en la etapa de Cosecha (0,62 m<sup>2</sup>). Esto indica un desarrollo progresivo del área foliar a medida que avanza el ciclo fenológico del cultivo, lo que podría estar relacionado con la acumulación de biomasa y la maximización de la capacidad fotosintética (Figura 17).

**Interacción N-Mg-AF:** La relación entre estas variables sugiere que el nitrógeno tiene un rol destacado en las etapas iniciales y medias del desarrollo, favoreciendo el crecimiento del área foliar. En cambio, el magnesio parece ser más relevante hacia las etapas finales, cuando el área foliar ya está completamente desarrollada.

**Fases críticas:** La etapa de la Hoja 30 parece ser un punto crítico, donde se observa el mayor contenido de nitrógeno y un aumento significativo en el área foliar, indicando una alta actividad metabólica.

**Declive en Bellota y Cosecha:** La disminución del contenido de nitrógeno en estas etapas podría estar relacionada con una movilización de este nutriente hacia las partes reproductivas o con un agotamiento de las reservas en el suelo.



**Figura 17.** Relación del área foliar con el Mg y N

Los resultados de la investigación de Guato (2022), revelaron que la concentración de magnesio en el cultivo de banano durante la etapa de bellota fue de 0,34 %, influenciada significativamente por la aplicación de diferentes fertilizantes. Este comportamiento estuvo relacionado con factores como el pH del suelo, el cual se encontraba ligeramente ácido, lo que afectó la disponibilidad y absorción de magnesio por las plantas. Este valor coincide con los hallazgos del presente estudio, destacando la importancia de manejar adecuadamente las condiciones edáficas y las prácticas de fertilización para optimizar la absorción de nutrientes esenciales como el magnesio (Cedeño-Zambrano et al., 2022).

### 4.3 Analizar por dos métodos el contenido clorofílico en las diferentes etapas fenológicas del cultivar plátano Curare enano (*Musa paradisiaca* L.).

#### 4.3.1 Método espectrofotométrico

El análisis del contenido de clorofila total en las diferentes etapas fenológicas del plátano Curare Enano bajo la influencia de dosis de nitrógeno reveló resultados significativos en ciertas etapas. En la etapa de Hoja 10, el contenido de clorofila total presentó diferencias significativas ( $p < 0,0001$ ), con la mayor media en el tratamiento con 100 kg N ha (55,8) y la menor en el tratamiento con 250 kg N ha (52,93). En la etapa de Hoja 20 también se detectaron diferencias significativas ( $p = 0,0063$ ), con valores máximos en 150 kg N ha (55,71) y mínimos en 250 kg N ha (54,83).

En la etapa de Hoja 30, el análisis mostró significancia ( $p = 0,036$ ), destacándose el tratamiento de 100 kg N ha como el mayor (56,66) y 250 kg N ha como el menor (54,77). En la etapa de Bellota, se mantuvo un comportamiento similar ( $p = 0,0359$ ), con el máximo

registrado en 100 kg N ha (56,63) y el mínimo en Base NPK (54,47). Finalmente, en la etapa de Cosecha no se observaron diferencias significativas ( $p = 0,2563$ ), reportándose un promedio general de 55,16 (Tabla 14).

**Tabla 14.** *Contenido de clorofila total en función de las etapas fenológicas del plátano Curare Enano bajo diferentes dosis de nitrógeno*

Tratamientos	Clorofila Total Hoja 10	Clorofila Total Hoja 20	Clorofila Total Hoja 30	Clorofila Total bellota	Clorofila Total cosecha
Base NPK	54,61 a	55,15 ab	54,45 ab	54,47 b	56,29 a
50 kg N ha	55,01 a	56,2 ab	56,44 ab	56,43 a	53,27 a
100 kg N ha	55,8 a	56,51 a	56,66 a	56,63 a	55,06 a
150 kg N ha	54,51 a	55,71 ab	55,71 ab	55,73 a	55,3 a
200 kg N ha	53,01 a	55,2 ab	55,27 ab	55,2 b	54,77 a
250 kg N ha	52,93 b	54,83 b	54,77 b	55,17 a	55,75 a
<b>Valor p</b>	<0,0001	0,0063	0,036	0,0359	0,2563
<b>CV (%)</b>	10,76	10,87	11,31	31,31	21,89

**Nota.** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### 4.3.2 Método de SPAD

Los resultados obtenidos para el contenido de clorofila total por el método SPAD en las distintas etapas fenológicas del plátano Curare Enano no mostraron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en ninguna de las etapas evaluadas. En la etapa de la Hoja 10, se observó un promedio general de 44,91 SPAD. Para la Hoja 20, el promedio general fue de 48,23 SPAD. En la etapa de Hoja 30, se obtuvo un promedio de 48,85 SPAD. Durante la etapa de bellota, el promedio fue de 51,38 SPAD, mientras que en la etapa de producción el promedio general alcanzó los 54,01 SPAD. Aunque no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos, los valores obtenidos reflejan una estabilidad en los niveles de clorofila independiente de la dosis de nitrógeno aplicada (Tabla 15).

**Tabla 15.** *Contenido de clorofila total por el método de SPAD en función de las etapas fenológicas del plátano Curare Enano bajo diferentes dosis de nitrógeno*

Tratamientos	SPAD Hoja 10	SPAD Hoja 20	SPAD Hoja 30	SPAD bellota	SPAD Producción
0 kg N ha	46,29 a	52,63 a	46,47 a	52,4 a	57,3 a
50 kg N ha	45,3 a	47,73 a	46,47 a	45,5 a	56,07 a
100 kg N ha	46,14 a	51,0 a	50,1 a	50,1 a	57,6 a
150 kg N ha	43,8 a	51,13 a	51,13 a	51,13 a	56,63 a
200 kg N ha	41,9 a	48,93 a	46,7 a	49,67 a	48,4 a
250 kg N ha	45,29 a	49,37 a	52,4 a	52,4 a	54,6 a

base NPK	42,21 a	46,57 a	46,57 a	46,57 a	55,5 a
<b>Valor p</b>	0,0716	0,2556	0,2273	0,5582	0,384
<b>CV (%)</b>	4,34	5,66	7,41	9,83	9,2

**Nota.** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### **4.3.3 Relación del contenido de clorofila por los métodos de SPAD y espectrofotométrico en función de la etapa fenológica del cultivar**

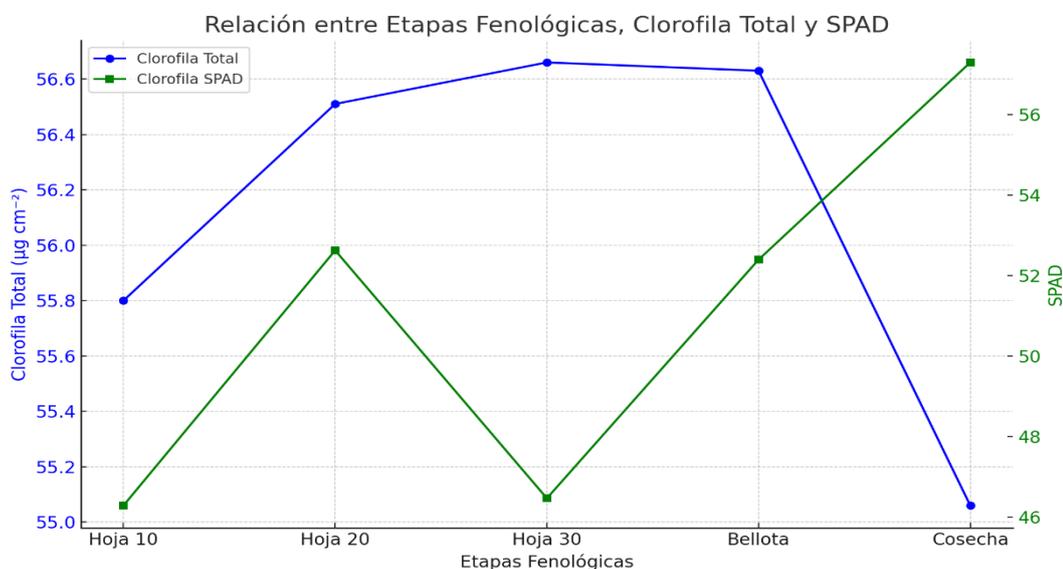
Los resultados obtenidos reflejan el impacto de las distintas dosis de nitrógeno en las variables de clorofila total y clorofila SPAD en el plátano Curare Enano, analizadas a lo largo de las diferentes etapas fenológicas. En la etapa Hoja 10, la clorofila total mostró diferencias significativas entre los tratamientos, con un valor máximo de 55,8 en la dosis de 100 kg N ha y un mínimo de 52,93 en 250 kg N ha, lo que sugiere que dosis intermedias de nitrógeno favorecen la síntesis de clorofila en esta etapa inicial. Por otro lado, los valores SPAD no mostraron diferencias significativas, con un promedio general de 46,29, lo que indica una uniformidad en la eficiencia fotosintética de las hojas jóvenes, independientemente del nivel de fertilización (Tabla 14).

En la etapa Hoja 20, se observaron diferencias significativas en la clorofila total, con un valor máximo de 56,51 en el tratamiento de 100 kg N ha y un mínimo de 54,83 en el tratamiento de 250 kg N ha. Los valores SPAD también presentaron variación significativa, alcanzando un máximo de 52,63 en el tratamiento sin aplicación de nitrógeno (0 kg N ha) y un mínimo de 46,47 en el tratamiento Base NPK. Estos resultados destacan que el contenido de clorofila en esta etapa puede estar influido tanto por la disponibilidad de nitrógeno como por la adaptación fisiológica de las plantas a diferentes dosis.

En la etapa Hoja 30, tanto la clorofila total como los valores SPAD presentaron diferencias significativas. La clorofila total alcanzó un valor máximo de 56,66 con 100 kg N ha<sup>-1</sup> y un mínimo de 54,45 con la Base NPK, mientras que los valores SPAD oscilaron entre un máximo de 52,4 (250 kg N ha<sup>-1</sup>) y un mínimo de 46,47 (Base NPK). Estos resultados confirman que dosis intermedias y altas de nitrógeno estimulan la acumulación de clorofila y la eficiencia fotosintética en hojas más desarrolladas.

En la etapa de Bellota, la clorofila total mostró diferencias significativas, siendo el valor más alto de 56,63 con 100 kg N ha y el más bajo de 54,47 con la Base NPK. Los valores SPAD, sin embargo, no presentaron diferencias significativas, con un promedio general de 50,13, lo que podría atribuirse a una menor sensibilidad de esta variable a las diferencias en la fertilización en esta etapa.

Finalmente, en la etapa de Cosecha, la clorofila total presentó su valor máximo de 55,75 en el tratamiento con 250 kg N ha y el mínimo de 54,05 en el tratamiento sin aplicación de nitrógeno (0 kg N ha). En cuanto a los valores SPAD, no se observaron diferencias significativas, con un promedio general de 57,13. Estos resultados sugieren que las dosis altas de nitrógeno contribuyen a mantener niveles elevados de clorofila total en la etapa final del cultivo, mientras que los valores SPAD permanecen estables.



**Figura 18.** Relación del área foliar con los métodos de espectrofotométrico y por el método de SPAD

#### 4.3.4. Producción del cultivar de curare enano

Los resultados obtenidos en la tabla muestran diferencias significativas en el número de dedos exportables ( $p = 0,0065$ ), donde el tratamiento de 100 kg N ha presentó el valor más alto con 26,33 dedos, mientras que el tratamiento de 0 kg N ha reportó el valor más bajo con 3,67 dedos. De manera similar, el total de dedos también mostró diferencias significativas ( $p = 0,0500$ ), siendo el mayor valor de 29,67 dedos en el tratamiento de 100 kg N ha y el menor de 18,33 dedos en el tratamiento Base NPK.

En cuanto al peso total de los dedos ( $p = 0,0091$ ), el tratamiento de 100 kg N ha destacó con el valor más alto de 12,17 lb, mientras que el más bajo fue de 6,17 lb en el tratamiento de 0 kg N ha. Por otro lado, en el número de manos y el número de dedos no exportables, no se observaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ), reportando promedios generales de 3,33 y 10,67 respectivamente. Los coeficientes de variación (CV) estuvieron dentro de rangos aceptables para los diferentes parámetros, destacando un CV más alto en el número de dedos exportables (106,36 %) y más bajo en el total de dedos (11,82 %), lo cual

indica variabilidad considerable en los datos evaluados.

**Tabla 16.** *Análisis de la producción del plátano Curare Enano bajo la influencia de diferentes dosis de nitrógeno*

<b>Tratamiento</b>	<b>N° Manos</b>	<b>N° Dedos Exportables</b>	<b>N° Dedos No Exportables</b>	<b>Total Dedos</b>	<b>Peso Total Dedos (lb)</b>
Base NPK	3,33 a	7.33 c	10.67 a	18,33 b	7,17 b
50 kg. N ha	4,67 a	22,20 b	8.67 b	23,33 a	9.83 a
100 kg. N ha	4,80 a	26.33 a	6.33 b	29,67 a	12,17 a
150 kg. N ha	3,67 a	22,33 b	4.00 b	25,67 a	8,17 b
200 kg. N ha	3,67 a	22,33 b	4,33 b	21,67 a	7,17 b
250 kg. N ha	3,67 a	22,33 b	5,00 b	23,67 a	7,17 b
0 kg. N ha	3,33 a	3,67 d	18,67 a	18.33 b	6.17 b
<b>P-Valor</b>	0,1283	0,0065	0,0023	0,0500	0,0091
<b>CV (%)</b>	14,6	10,36	25,85	11,82	19,7

**Nota.** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## CAPITULO V

### 5 CONCLUSIONES

La aplicación de 100 kg de nitrógeno (N) fue el tratamiento más efectivo para incrementar el contenido de clorofila total durante las etapas fenológicas del plátano Curare Enano. Este resultado destaca la importancia de un manejo nutricional eficiente para potenciar el desarrollo fisiológico del cultivo. Además, se observó que la medición de clorofila total es más sensible a las variaciones en las dosis de nitrógeno que los valores SPAD, subrayando la relevancia de este pigmento como indicador del estado nutricional de la planta.

El contenido de clorofila a no presentó diferencias significativas entre los tratamientos en la mayoría de las etapas fenológicas, mientras que la clorofila b mostró mayor sensibilidad a las dosis de nitrógeno aplicadas. El tratamiento de 100 kg N ha destacó por generar los niveles más altos de clorofila b, indicando su efecto positivo en la eficiencia fotosintética del cultivo. Estas diferencias sugieren que dosis moderadas de nitrógeno optimizan el rendimiento fisiológico sin generar efectos adversos.

El nitrógeno es clave en las fases iniciales y medias del desarrollo del plátano Curare Enano, promoviendo un mayor crecimiento foliar, mientras que el magnesio cobra importancia en las etapas finales, coincidiendo con la máxima expansión foliar y su contribución a funciones estructurales y metabólicas. La etapa de la Hoja 30 fue crítica por su alta actividad metabólica y máximo contenido de nitrógeno, evidenciando su relevancia para el rendimiento del cultivo.

La correcta gestión de las dosis de nitrógeno, particularmente con la aplicación de 100 kg N ha, tuvo un impacto positivo en la productividad del plátano Curare Enano. Este manejo incrementó significativamente el peso de los dedos y su número apto para la exportación, resaltando la importancia de una nutrición equilibrada para mejorar la calidad y el rendimiento del cultivo.

## CAPITULO VI

### 6 RECOMENDACIONES

Implementar la aplicación de 100 kg N ha como una práctica estándar para el manejo del plátano Curare Enano, con el objetivo de maximizar el contenido de clorofila total y b, promoviendo una mayor eficiencia fotosintética y desarrollo fisiológico del cultivo.

Incorporar el análisis del contenido de clorofila como indicador clave en el manejo del cultivo, dado que su sensibilidad a las dosis de nitrógeno permite ajustar las estrategias de fertilización para optimizar el crecimiento y la productividad.

Considerar tanto el nitrógeno como el magnesio en los programas de fertilización, asegurando una disponibilidad equilibrada en las diferentes etapas fenológicas, con énfasis en las fases iniciales y finales del ciclo del cultivo.

Realizar un seguimiento constante de los parámetros productivos como peso y número de dedos exportables, utilizando la dosis de 100 kg N ha como referencia, para garantizar un balance óptimo entre calidad y rendimiento.

## 7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Avellán, L., Ulloa, Á. M. C., y Cobeña, N. (2015). Curva de absorción de nutrientes por el cultivo de plátano barraganete (*Musa paradisíaca* L.). *Tsafiqui-Revista Científica en Ciencias Sociales*, 7, 15-29.
- Avellán-Vásquez, L., Cobeña-Loor, N., Estévez-Chica, S., Zamora-Macías, P., Vivas-Cedeño, J., González-Ramírez, I., y Sánchez-Urdaneta, A. B. (2020). Exportación y eficiencia del uso de fósforo en plátano 'barraganete' (*Musa paradisiaca* L.). *Revista Fitotecnia Mexicana*, 43(1), 25. <https://doi.org/10.35196/rfm.2020.1.25>
- Ayala, M. (2003). *Manejo Convencional y Alternativo de la Sigatoka Negra, Nematodos y Otras plagas Asociadas al Cultivo de Musáceas en los Tropicos* (Primera). Bioersivity International.  
[https://books.google.es/books?hl=es&lr=yid=Oez07rNnVloCyoI=fndyPg=PA79yDq=sistema+radicular+del+plátano+Musa+aabyots=f\\_dKjxKAM\\_ysig=8IxE\\_u7a932BcSPyUAB9gft89o4#v=onepage&q=sistema%20radicular%20del%20plátano%20Musa%20aabyf=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=yid=Oez07rNnVloCyoI=fndyPg=PA79yDq=sistema+radicular+del+plátano+Musa+aabyots=f_dKjxKAM_ysig=8IxE_u7a932BcSPyUAB9gft89o4#v=onepage&q=sistema%20radicular%20del%20plátano%20Musa%20aabyf=false)
- Blanco, G. G., Linares, B. A., Guédez, R. P., Hernández, J. B., y Rincón, C. A. (2014). Efecto de diferentes dosis de extractos de plátano sobre el crecimiento de plantas in vitro del mismo cultivo en aclimatización. *Agronomía Tropical*, 64(3-4), 173-183.
- Brochero-Bustamante, C., y De la Pava Suares, N. (2012). *Estandarización de las etapas de establecimiento y multiplicación in vitro de plátano Musa balbisiana variedad curare enano para la construcción de un protocolo de micropropagación* [Tesis de Grado, Universidad del Magdalena].  
<http://repositorio.unimagdalena.edu.co/handle/123456789/1371>
- Caballero, E. M. C., Martínez, G., y Barrera, J. L. (2004). Efecto de la interacción de N y K sobre las variables de rendimiento del cultivo de plátano (*Musa* AAB Simmonds) en San Juan de Uraba-Antioquia. *Temas Agrarios*, 9(1), 5-12.
- Caballero, V. (2010). *Evaluación de la producción de plátano de la variedad Curaré enano en función de dos épocas de siembra y tres programas de fertilización en Zamorano, Honduras* [Tesis de Grado, Escuela Agrícola Panamericano «Zamorano»].  
<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/68f4a291-238e-48c2-ba69-98d0c477affb/content>
- Campo, R. (1975). *Dos afecciones nutricionales del plátano y el banano en Colombia: Consideraciones preliminares sobre las manifestaciones de deficiencias de boro y magnesio en estas musáceas*.

- Castellón, K., y Pineda, B. (2015). *Comportamiento agronómico del cultivo de plátano (Musa paradisiaca) variedad curaré enano en Waitna tigni Sandy Bay* [Tesis de Grado]. Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Nicaragüense.
- Castellón, K. Y., Pineda, W. B., y Cordón, E. (2017). Comportamiento agronómico del cultivo del plátano, variedad curare enano en Sandy Bay Costa Caribe Norte de Nicaragua. *Ciencia e Interculturalidad*, 21(2), Article 2. <https://doi.org/10.5377/rci.v21i2.5605>
- Cedeño-Zambrano, J. R., Díaz-Barrios, E. J., de Jesús Conde-López, E., Cervantes-Álava, A. R., Avellán-Vásquez, L. E., Tobar-Galvéz, J. P., Estévez-Chica, S. T., y Sánchez-Urdaneta, A. B. (2021). Evaluación de la severidad de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en plátano “Barraganete” bajo fertilización con magnesio. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería, Universidad del Zulia*, 44(1).
- Cedeño-Zambrano, J. R., García-Párraga, J. V., Solórzano-Cobeña, C. M., Jiménez-Flores, L. A. J., Ulloa-Cortazar, S. M., López-Mejía, F. X., Avellán-Vásquez, L. E., Bracho-Bravo, B. Y., Sánchez-Urdaneta, A. B., Cedeño-Zambrano, J. R., García-Párraga, J. V., Solórzano-Cobeña, C. M., Jiménez-Flores, L. A. J., Ulloa-Cortazar, S. M., López-Mejía, F. X., Avellán-Vásquez, L. E., Bracho-Bravo, B. Y., y Sánchez-Urdaneta, A. B. (2022). Fertilización con magnesio en plátano ‘Barraganete’ (*Musa* AAB) ECUADOR. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, 35(1), 8-19. <https://doi.org/10.17163/lgr.n35.2022.01>
- Cruz-Arévalo, S. D., Romero Meza, R. F., Cedeño Moreira, Á. V., Verdosoto Valencia, Á. V., Peñafiel Jaramillo, M. F., y Canchignia Martínez, H. F. (2019). Densidad estomática, contenido de clorofila y relación filogenética en 17 cultivares de *Musa* spp. *Scientia Agropecuaria*, 10(1), 47-54. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.01.05>
- Delgado-Valencia, H. D. (2018). *Dosis de fertilización en la incidencia de plagas en el cultivo de plátano curare enano (Musa Acuminata X Musa Balbisiana)*. [Thesis]. <https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/90>
- Estrada-Herrera, I. R., Hidalgo-Moreno, C., Guzmán-Plazola, R., Almaraz Suárez, J. J., Navarro-Garza, H., y Etchevers-Barra, J. D. (2017). Indicadores de calidad de suelo para evaluar su fertilidad. *Agrociencia*, 51(8), 813-831.
- Flores, M. D., Franco, M. E. V. E., Ricalde, D. C., Garduño, A. A. L., y Apáez, M. R. (2013). *Metodología de la investigación*. Editorial Trillas, SA de CV.
- Galán, V., y Robinson, J. (2013). Fisiología, clima y producción de banano. *XX Reunião Internacional da Associação para a Cooperação em Pesquisa e Desenvolvimento* XXXVIII

*Integral das Musáceas (Bananas e Plátanos)*, 43-57.

- García, A. (2023). *efecto de diferentes dosis de fertilización con nitrógeno en la producción de semillas vegetativas de plátano curare enano (Musa sp.) en el caserío centro yurac – aguaytía* [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Ucayali]. [http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/7031/B4\\_2024\\_UNU\\_AGRONOMIA\\_2023\\_T\\_LUIS-GARCIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/7031/B4_2024_UNU_AGRONOMIA_2023_T_LUIS-GARCIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Google Maps. (2024). *Ubicación geográfica del ensayo* [Ubicación geográfica del ensayo]. <https://www.google.com/maps/@-0.2643624,-79.4325654,6978m/data=!3m1!1e3!5m1!1e4?entry=ttu>
- Granssee, A., y Führs, H. (2013). Magnesium mobility in soils as a challenge for soil and plant analysis, magnesium fertilization and root uptake under adverse growth conditions. *Plant and Soil*, 368, 5-21.
- Guato, A. B. (2022). *Establecimiento de parámetros nutricionales con la técnica de extracto celular de peciolo (ECP) bajo influencia de fertilizantes en el cultivo de banano* [UTEQ]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6655>
- Guerrero, M. (2010). Guía técnica del cultivo del plátano. *Programa MAG-CENTA-Frutales. CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal Enrique Álvarez Córdova), El Salvador*.
- Hernández, R., Fernández, S., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ta ed., Vol. 3). Editorial Mc Graw Hill.
- INAMHI. (2022, abril 16). *Anuario meteorológico*. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. [http://www.serviciometeorologico.gob.ec/docum\\_institucion/anuarios/meteorologicos/Am\\_2013.pdf](http://www.serviciometeorologico.gob.ec/docum_institucion/anuarios/meteorologicos/Am_2013.pdf).
- ITIS. (2023). *Integrated Taxonomic Information System (ITIS)*. <https://www.gbif.org/dataset/9ca92552-f23a-41a8-a140-01abaa31c931>
- Keshavan, G., Kavino, M., y Ponnuswami, V. (2011). Influence of different nitrogen sources and levels on yield and quality of banana (*Musa spp.*). *Archives of Agronomy and Soil Science*. <https://doi.org/10.1080/03650340903302286>
- López, M. K. L., Tamayo, A. R. N., y Gómez, L. R. J. (2023). *Efecto de la fertilización edáfica en el crecimiento de nueve variedades de musáceas en Santo Domingo de los Tsáchilas: Effect of edaphic fertilization on the growth of nine varieties of Musaceae in Santo Domingo de los Tsáchilas*.
- Melo, A. S. de, Fernandes, P. D., Sobral, L. F., Brito, M. E. B., y Dantas, J. D. M. (2010). Growth, biomass yield and photosynthetic efficiency of banana, under fertirrigation

- with nitrogen and potassium. *Revista Ciência Agronômica*, 41, 417-426.
- Morales, R. A., Ríos, D., Muñoz, J., y Concepción, R. (2013). Bioproductos Para El Manejo De La Sigatoka Negra En Plantaciones De Plátano, Var. Curaré Enano. *Ciencia Agropecuaria*, 21, Article 21.
- Muller, K. Y. C., Pineda, W. B., y Suárez, E. C. (2017). Comportamiento agronómico del cultivo del plátano, variedad curare enano en Sandy Bay Costa Caribe Norte de Nicaragua. *Ciencia e interculturalidad*, 21(2), 115-128.
- Nadal-Medina, R., Manzo-Sánchez, G., Orozco-Romero, J., Orozco-Santos, M., y Guzmán-González, S. (2009). Diversidad genética de bananos y plátanos (*Musa* spp.) determinada mediante marcadores RAPD. *Revista fitotecnia mexicana*, 32(1), 01-07.
- Naranjo-Morán, J., Vera-Morales, M., y Mora-González, 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. *Siembra*, 8(2).
- Parra-Pachón, O. J., Cayón-Salinas, D. G., y Polanía-Vorenber, J. (2009). Descripción morfoagronómica de materiales de plátano (*Musa* AAB, ABB) y banano (*Musa* AAA) cultivados en San Andrés Isla. *Acta Agronómica*, 58(4), 292-298.
- Paz, M. (2002). *Evaluacion de bokashi y micorriza V AM en el desarrollo de platano Curare Enano en vivero* [Escuela Agrícola Panamericano «Zamorano»]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/f664bba3-1b2c-4b1d-a81f-4133f64a5c04/content>
- Quipas, J. (2001). *Efectos de diferentes niveles de nitrógeno en la producción de semillas y frutos en el cultivo de plátano (Musa sp) en el sistema de fertirrigación en un ultisols de Pucallpa* [Titulo de Ingeniería]. Universidad Nacional de Ucayali.
- Quispe, A. (2019). *Propagación del banano Gross Michel con diferentes técnicas de multiplicación en vivero en Belemkata distrito de Echarati – La Convención Cusco* [Tesis de Grado]. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Sánchez-Molina, A. A., y Murillo-Garza, A. (2021). Enfoques metodológicos en la investigación histórica: Cuantitativa, cualitativa y comparativa. *Debates por la Historia*, 9(2), 147-181.
- Segovia, D. (2024). *Magnesio foliar y su relación con el contenido de clorofila en Musa paradisiaca L. cv «Barraganete» en El Carmen, Manabí* [Tesis de Grado,]. Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí.
- Solórzano, A. (2012). *Impacto sobre el rendimiento del cultivo de plátano (Musa paradisiaca L.) producto de la introducción de la variedad curare enano Dominico Harton (AAB, Chifle) en parcelamiento La Blanca, Ocos, San Marcos, Coatepeque* [Tesis de

- Ingeniero Agrónomo]. Universidad de Rafael Landívar.
- Soto, M. (2011). Situación y avances tecnológicos en la producción bananera mundial. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33, 13-28. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011000500004>
- Ulloa, M. C., Avellán-Vásquez, L., y Cobeña-Loor, N. (2015a). Extracción de micronutrientes según la fenología del plátano Barraganete (*Musa paradisiaca* L.). *Tópicos en ciencias agropecuarias*, 33.
- Ulloa, M. C., Avellán-Vásquez, L., y Cobeña-Loor, N. (2015b). Extracción de micronutrientes según la fenología del plátano Barraganete (*Musa paradisiaca* L.). *Tópicos en ciencias agropecuarias*, 33.
- Ulloa-Cortazar, S. M., Wolf, E. D., y Armendáriz González, I. (2017). Effect of plant density on growth and yield in Barraganete plantain (*Musa paradisiaca* (L.) AAB cv. Curare enano) for a single harvest cutting in Provincia de Los Ríos, Ecuador. *Acta agronómica*, 66(3), 367-372.
- Vargas, M. G., Higueta, C. G., y Muñoz, D. A. J. (2015). El estado del arte: Una metodología de investigación. *Revista Colombiana de Ciencias Sociales*, 6(2), 423-442.
- Vega, O. (2019). *Establecimiento in vitro de plátano (Musa × paradisiaca L.) cv. "Curaré enano"* [Tesis de Grado, Escuela Agrícola Panamericano «Zamorano»]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/b68ab4f0-bb4b-4c0b-be0b-08cda07936a6/content>
- Vivas-Cedeño, J. S., Robles-García, J. O., González-Ramírez, I., Ñ • lava-Cruz, D. A., y Meza-Loor, M. A. (2017). Fertilización del plátano con nitrógeno, fósforo y potasio en cultivo establecido. *Dominio de las Ciencias*, 4(1), Article 1. <https://doi.org/10.23857/dc.v4i1.772>
- White, P. (2012). *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants* (Tercera). Academic Press. [https://books.google.es/books?hl=es&lr=yid=yqKV3USG41cCyoI=fndypg=PP1ydq=Marschner%E2%80%99s+mineral+nutrition+of+higher+plants%C2%BB.+En:+Elsevier.+Cap.+Ion+uptake+mechanisms+of+individual+cells+and+roots:+shortdistance+transpoyots=Vd3KX3C\\_Ckysig=9EHivLZh3yMVY98FLd-mzn0KB6Y#v=onepage&yqf=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=yid=yqKV3USG41cCyoI=fndypg=PP1ydq=Marschner%E2%80%99s+mineral+nutrition+of+higher+plants%C2%BB.+En:+Elsevier.+Cap.+Ion+uptake+mechanisms+of+individual+cells+and+roots:+shortdistance+transpoyots=Vd3KX3C_Ckysig=9EHivLZh3yMVY98FLd-mzn0KB6Y#v=onepage&yqf=false)
- White, P. J., y Broadley, M. R. (2009). Biofortification of crops with seven mineral elements often lacking in human diets—iron, zinc, copper, calcium, magnesium, selenium and iodine. *New Phytologist*, 182(1), 49-84.
- Zambrano, J. L. (2022). *Efectos de dos planes de fertilización foliar con Mg, S, B Y Zn en la productividad de Musa AAB*. [Thesis, Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí].

<https://repositorio.uileam.edu.ec/handle/123456789/5232>

## 8 ANEXOS

### Anexo 1. ADEVA de la variable área foliar

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
AF hoja 20	21	0,39	0	28,27

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,02	8	2,60E-03	0,95	0,516
Trata	0,02	6	3,40E-03	1,26	0,3444
repe	2,90E-05	2	1,40E-05	0,01	0,9948
Error	0,03	12	2,70E-03		
Total	0,05	20			

### Anexo 2. ADEVA de la variable área SPAD hoja 20

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
SPAD HOJA 20	21	0,44	0,06	5,66

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	74,14	8	9,27	1,17	0,3873
Tratamiento	71,55	6	11,92	1,51	0,2556
Repetición	2,59	2	1,29	0,16	0,8508
Error	94,77	12	7,9		
Total	168,91	20			

### Anexo 3. ADEVA de la variable clorofila A Bellota

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Clorofila A Bellota	21	0,34	0	3,35

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,03	8	0,38	0,78	0,6319
Trata	2,95	6	0,49	1,01	0,4634
Repe	0,07	2	0,04	0,08	0,9281
Error	5,86	12	0,49		
Total	8,88	20			

# Informe final Espinoza Napa Marjioire Compilatio

**5%**  
Textos sospechosos

**4%** Similitudes  
= 3% similitudes con similitudes  
= 1% similitudes con similitudes

**< 1%** Idiomas no reconocidos

Nombre del documento: Informe final Espinoza Napa Marjioire  
Compilatio.docx  
ID del documento: cbfbfb69cbd9a37fca680730fd348440d9b80c08  
Tamaño del documento original: 2,32 MB  
Autores: []

Depositante: LEONARDO AVELLAN  
Fecha de depósito: 13/12/2024  
Tipo de carga: interface  
fecha de fin de análisis: 13/12/2024

Número de palabras: 9821  
Número de caracteres: 60.661

Ubicación de las similitudes en el documento:



## Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<b>Informe final 30 diciembre 2023 Carolina (compilatio) Informe final 30-dic-2023...</b> El documento proviene de mi biblioteca de referencias 15 fuentes similares	3%		Palabras idénticas: 3% (256 palabras)
2	<b>TESIS CAROLINA SEGUNDA (compilatio) Wagners 2014 y su relación con el...</b> El documento proviene de mi biblioteca de referencias 15 fuentes similares	2%		Palabras idénticas: 2% (204 palabras)
3	<b>Tesis compilatio.docx</b> El documento proviene de mi biblioteca de referencias 15 fuentes similares	2%		Palabras idénticas: 2% (204 palabras)
4	<b>Documento de otro usuario</b> El documento proviene de otro grupo 15 fuentes similares	2%		Palabras idénticas: 2% (204 palabras)
5	<b>neftoscientia.me</b> <a href="https://neftoscientia.me/index.php/WP/W/indice/area/243">https://neftoscientia.me/index.php/WP/W/indice/area/243</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (44 palabras)

## Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<b>repositorio.umu.edu.pe</b> <a href="https://repositorio.umu.edu.pe/bitstream/2556/423-523-4522-926-16246/1/303/download">https://repositorio.umu.edu.pe/bitstream/2556/423-523-4522-926-16246/1/303/download</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (27 palabras)
2	<b>lagranja.ups.edu.ec</b> <a href="https://lagranja.ups.edu.ec/pdf/produccion_fertilizante_piscano_11ed.pdf">https://lagranja.ups.edu.ec/pdf/produccion_fertilizante_piscano_11ed.pdf</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (14 palabras)
3	<b>www.academia.edu</b>   (PDF) Fertilización del plátano con nitrógeno, fósforo y potasio... <a href="https://www.academia.edu/51294277/Fertilizacion_del_platano_con_nitrogeno_fosforo_y_potasio...">https://www.academia.edu/51294277/Fertilizacion_del_platano_con_nitrogeno_fosforo_y_potasio...</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (16 palabras)
4	<b>Tesis Josselyn Tumaille 30-12-2023.docx</b>   Tesis Josselyn Tumaille 30-12-2023 El documento proviene de mi biblioteca de referencias	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (13 palabras)
5	<b>apirepositorio.umu.edu.pe</b> <a href="https://apirepositorio.umu.edu.pe/bitstream/apirepositorio/23a3e53-d09-4f6-804-d667000...">https://apirepositorio.umu.edu.pe/bitstream/apirepositorio/23a3e53-d09-4f6-804-d667000...</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (11 palabras)