



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO  
DE DOS VARIEDADES DE BANANO EN SAN RAFAEL,  
PROVINCIA DE SANTA ELENA**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Requisito parcial para la obtención del título de:

**INGENIERA AGROPECUARIA**

**Autor:** Estefanía Nerexi Beltrán Muñiz.

**LA LIBERTAD, JULIO 2024**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO  
DE DOS VARIEDADES DE BANANO EN SAN RAFAEL,  
PROVINCIA DE SANTA ELENA**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Requisito parcial para la obtención del título de:

**INGENIERA AGROPECUARIA**

**Autor/a:** Estefania Nerexi Beltrán Muñiz

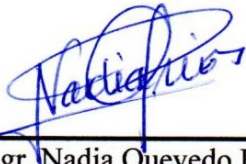
**Tutor/a:** Ing. Mercedes Arzube Mayorga, MSc.

**LA LIBERTAD, 2024**

## TRIBUNAL DE GRADO

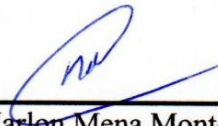
Trabajo de Integración Curricular presentado por **ESTEFANIA NEREXI BELTRÁN MUÑIZ** como requisito parcial para la obtención del grado de Ingeniera Agropecuaria de la Carrera de Agropecuaria.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 17/07/2024



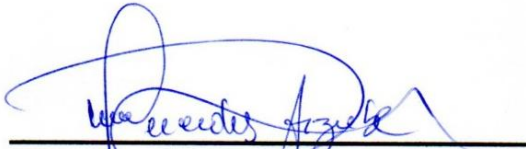
---

Ing. Agr. Nadia Quevedo Pinos, Ph. D  
**DIRECTORA DE CARRERA  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



---

Ing. Marlon Mena Montoya, Mgtr.  
**PROFESOR ESPECIALISTA  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



---

Ing. Mercedes Arzube Mayorga, MSc.

**PROFESORA TUTORA  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



---

Ing. Agr. Nadia Quevedo Pinos, Ph. D

**PROFESORA GUÍA DE LA UIC  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



---

Ing. Washington Perero Vera Mgtr.  
**ASISTENTE ADMINISTRATIVO  
SECRETARIO**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por permitirme tomar buenas decisiones en mi vida académica, guiándome con sabiduría y fortaleza en cada paso del camino.

Agradezco especialmente a mi tutora, Ing. Mercedes Arzube Mayorga, MSc, Ing. Clotilde Andrade, Ing. Marlon Mena Montoya, MSc. por su guía, paciencia y sabios consejos a lo largo de todo el proceso. Con su dedicación y conocimiento han sido una fuente de inspiración y han marcado una diferencia significativa en la calidad de esta investigación.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a la Finca Musatec, al Econ. Ángel Caputi, Ing. Héctor Méndez, Ing. Édison Ávila cuyo invaluable apoyo y recursos fueron esenciales para la ejecución de este trabajo de titulación. Su compromiso con la investigación y el desarrollo académico proporcionó el entorno adecuado y las herramientas necesarias para llevar a cabo este estudio.

No puedo dejar de mencionar a los docentes y mentores de la carrera de Agropecuaria, Universidad Estatal Península de Santa Elena, cuyos conocimientos y enseñanzas a lo largo de mi formación académica han sido la base sobre la cual se construyó este trabajo.

A todos ustedes, mi más profundo agradecimiento. Sin su contribución y apoyo, este logro no habría sido posible.

## **DEDICATORIA**

Dedico este logro a mis padres Alcides Beltrán y Angela Muñiz cuyo amor incondicional, sacrificio y constante apoyo me han permitido llegar hasta aquí. Gracias por creer siempre en mí y por brindarme la fuerza y la motivación necesarias para superar cada desafío.

A mis hermanos, por su comprensión y palabras de ánimo, en especial a Angie mi hermana por el apoyo emocional que me brindo durante las largas noche de desvelo que pasamos juntas por mis estudios

A Ariel Malavé por su paciencia, amor, su comprensión y aliento han sido fundamentales para mantener el equilibrio necesario durante la elaboración de esta tesis.

A todos aquellos miembros de la familia que, de una u otra forma, han estado presentes con su cariño y preocupación.

Con todo mi cariño y gratitud, este triunfo es también suyo.

*Beltrán Muñiz Estefania.*

## RESUMEN

En relación con el presente estudio, se evaluó el comportamiento agronómico de dos variedades de banano, donde se tomaron en cuenta las siguientes variables: diámetro del pseudotallo (cm), altura de planta (m), número de hojas (n°), peso del racimo (kg), peso del raquis (kg), número de manos (n°), número de dedos por racimo (n°) en dos variedades como son Williams y Formosana, las evaluaciones se efectuaron en el momento de la cosecha, durante las dos primeras generaciones del cultivo. La investigación se caracterizó por ser descriptiva y cualitativa, enfocándose en el estudio de parámetros productivos y agronómicos. Se hizo un análisis estadístico de dos grupos de variedades mediante una prueba de T para observaciones pareadas, para determinar si existe una diferencia significativa entre ellos, lo que se logra mediante la evaluación de la hipótesis nula. Los resultados demostraron que el comportamiento agronómico de la variedad Williams tuvo una mejor respuesta en todas las variables, diámetro del pseudotallo Williams 66,23 cm y Formosana 58,38 cm, altura de planta Williams 3,05 m y Formosana 2,57 m, número de hojas Williams 7,55 y Formosana 6,82, peso del racimo Williams 23,32 kg y Formosana 19,53 kg, peso del raquis Williams 4,19 kg y Formosana 3,15 kg, manos por racimo Williams 7,68 y Formosana 6,76, dedos por racimo Williams 118,18 y Formosana 98,73. El estudio realizado pone de manifiesto el papel crucial que juega las labores agrícolas, y las condiciones edafoclimáticas, en el rendimiento de las variedades de banano. En este caso, la variedad Williams se vio favorecida por su ubicación en la parte baja de la plantación, a diferencia de la variedad Formosana que se encontraba en la parte alta, lo que sugiere una posible respuesta al mejor comportamiento agronómico.

Palabras clave: Formosana, variedad, adaptabilidad, generaciones.

## **ABSTRACT**

In relation to the present study, the agronomic behavior of two banana varieties was evaluated, where the following variables were taken into account: diameter of the pseudostem (cm), plant height (m), number of leaves (n°), weight of the bunch (kg), rachis weight (kg), number of hands (n°), number of fingers per bunch (n°) in two varieties such as Williams and Formosana, the evaluations were carried out at the time of harvest, during the two first generations of the crop. The research was characterized by being descriptive and qualitative, focusing on the study of productive and agronomic parameters. A statistical analysis of two groups of varieties was carried out using a T test for paired observations, to determine if there is a significant difference between them, which is achieved by evaluating the null hypothesis. The results showed that the agronomic behavior of the Williams variety had a better response in all variables, pseudostem diameter Williams 66.23 cm and Formosana 58.38 cm, plant height Williams 3.05 m and Formosana 2.57 m, number of leaves Williams 7.55 and Formosana 6.82, weight of the bunch Williams 23.32 kg and Formosana 19.53 kg, weight of the rachis Williams 4.19 kg and Formosana 3.15 kg, hands per bunch Williams 7.68 and Formosana 6.76, fingers per cluster Williams 118.18 and Formosana 98.73. The study carried out highlights the crucial role that agricultural work and soil-climatic conditions play in the performance of banana varieties. In this case, the Williams variety was favored by its location in the lower part of the plantation, unlike the Formosana variety that was in the upper part, which suggests a possible response to better agronomic behavior.

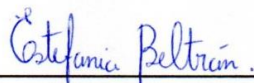
Keywords: Formosana, variety, adaptability, generations.

## DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

El presente Trabajo de Integración Curricular titulado “EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS VARIEDADES DE BANANO EN SAN RAFAEL, PROVINCIA DE SANTA ELENA” y elaborado por **Estefania Nerexi Beltrán Muñiz**, declara que la concepción, análisis y resultados son originales y aportan a la actividad científica educativa agropecuaria.

### Transferencia de derechos autorales.

"El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena".



---

Firma del estudiante



## ÍNDICE

<i>Introducción</i> .....	1
<i>Problema científico</i> .....	3
<i>Justificación</i> .....	3
<i>Objetivos</i> .....	5
<i>Hipótesis</i> .....	5
<b>Capítulo 1. Revisión Bibliográfica</b> .....	6
<b>1.1 Cultivo de banano</b> .....	6
1.1.1 Origen del banano .....	6
1.1.2 Importancia del banano en la alimentación mundial.....	6
1.1.3 La producción de banano en Ecuador.....	6
1.1.4 Taxonomía del banano .....	7
1.1.5 Variedades de banano.....	7
1.1.6 Descripción morfológica del banano .....	8
<b>1.2 Manejo del cultivo</b> .....	9
1.2.1 Requerimiento climático .....	9
<b>1.3 Riego</b> .....	11
<b>1.4 Manejo agronómico</b> .....	11
1.4.1 Deshoje.....	11
1.4.2 Deshije .....	11
1.4.3 Deschante .....	11
1.4.4 Enfunde y encinte.....	12
1.4.5 Desbellote.....	12
1.4.6 Deschive.....	12
1.4.7 Apuntalamiento .....	12
1.4.8 Fertilización.....	13
1.4.9 Manejo fitosanitario .....	13
<b>1.5 Labores en la planta empacadora</b> .....	14
1.5.1 Recepción de frutas .....	14
1.5.2 Retirar funda, esponjas y flores .....	14
1.5.3 Desmane.....	14
1.5.4 Empaque.....	14
<b>1.6 Plagas y enfermedades de relevancia</b> .....	15
1.6.1 Insectos.....	15
1.6.2 Enfermedades .....	15

<b>1.7</b>	<b>Investigaciones relacionadas.....</b>	<b>16</b>
	<i>Capítulo 2. Materiales y métodos .....</i>	<i>18</i>
<b>2.1</b>	<b>Caracterización del área .....</b>	<b>18</b>
<b>2.2</b>	<b>Condiciones edafoclimáticas .....</b>	<b>19</b>
<b>2.3</b>	<b>Materiales, equipos y reactivos.....</b>	<b>19</b>
2.3.1	Material genético.....	19
2.3.2	Material de campo para colecta de muestras .....	19
2.3.3	Equipos.....	19
2.3.4	Software .....	20
<b>2.4</b>	<b>Tipo de investigación.....</b>	<b>20</b>
<b>2.5</b>	<b>Diseño de investigación .....</b>	<b>20</b>
2.5.1	Diseño experimental.....	20
<b>2.6</b>	<b>Manejo del experimento.....</b>	<b>20</b>
<b>2.7</b>	<b>Parámetros evaluados .....</b>	<b>21</b>
2.7.1	Variables evaluadas en plantas .....	21
2.7.2	Variables evaluadas al racimo .....	22
<b>2.8</b>	<b>Análisis estadístico de los resultados .....</b>	<b>22</b>
	<i>Capítulo 3. resultados y discusión.....</i>	<i>23</i>
<b>3.1</b>	<b>Variables evaluadas en plantas.....</b>	<b>23</b>
3.1.1	Diámetro del fuste .....	23
3.1.2	Altura de la planta .....	24
3.1.3	Número de hojas a cosecha .....	25
<b>3.2</b>	<b>Variables evaluadas al racimo .....</b>	<b>26</b>
3.2.1	Peso del racimo .....	26
3.2.2	Peso raquis .....	28
3.2.3	Número de manos por racimo.....	29
3.2.4	Número de dedos por racimo.....	30
	<i>Conclusiones y recomendaciones .....</i>	<i>32</i>
	<b>Conclusiones .....</b>	<b>32</b>
	<b>Recomendaciones .....</b>	<b>32</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>33</b>
	<i>Anexos .....</i>	<i>40</i>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Taxonomía del cultivo de banano .....	7
<b>Tabla 2.</b> Condiciones edafoclimáticas de la comuna San Rafael .....	19
<b>Tabla 3.</b> Distribución de dos juegos de muestras de la plantación de banano .....	20
<b>Tabla 4.</b> Datos generales diámetro de fuste de dos variedades de banano evaluadas en cosecha, durante dos ciclos del cultivo. ....	23
<b>Tabla 5.</b> Datos generales altura de planta de dos variedades de banano evaluadas en cosecha, durante dos ciclos del cultivo. ....	24
<b>Tabla 6.</b> Datos generales hojas a cosecha de dos variedades de banano evaluadas en cosecha, durante dos ciclos del cultivo. ....	26
<b>Tabla 7.</b> Datos generales peso del racimo de dos variedades de banano evaluadas en cosecha, durante dos ciclos del cultivo.....	27
<b>Tabla 8.</b> Datos generales peso del raquis de dos variedades de banano evaluadas en cosecha, durante dos ciclos del cultivo. ....	28
<b>Tabla 9.</b> Datos generales número de manos de dos variedades de banano evaluadas en cosecha, durante dos ciclos del cultivo.....	30
<b>Tabla 10.</b> Datos generales número de dedos por racimo de dos variedades de banano evaluadas en cosecha, durante dos ciclos del cultivo.....	31

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación de la finca en estudio Musatec.....	18
<b>Figura 2.</b> Diámetro de fuste de banano de las variedades Williams y Formosana .....	24
<b>Figura 3.</b> Altura de la planta de banano de las variedades Williams y Formosana .....	25
<b>Figura 4.</b> Número de hojas de las variedades Williams y Formosana .....	26
<b>Figura 5.</b> Peso del racimo de banano, variedades Williams y Formosana. ....	28
<b>Figura 6.</b> Peso del raquis de banano, variedades Williams y Formosana.....	29
<b>Figura 7.</b> Número de manos en cosecha, variedades Williams y Formosana .....	30
<b>Figura 8.</b> Número de dedos en cosecha, variedades Williams y Formosana .....	31

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1A.</b> Prueba de T para observaciones pareadas en diámetro del fuste en cosecha.....	40
<b>Anexo 2A.</b> Prueba de T para observaciones pareadas en altura de planta en cosecha.....	40
<b>Anexo 3A.</b> Prueba de T para observaciones pareadas en número de hojas a cosecha .....	40
<b>Anexo 4A.</b> Prueba de T para observaciones pareadas en peso del racimo .....	40
<b>Anexo 5A.</b> Prueba de T para observaciones pareadas en peso del raquis.....	40
<b>Anexo 6A.</b> Prueba de T para observaciones pareadas en número de manos por racimo .....	40
<b>Anexo 7A.</b> Prueba de T para observaciones pareadas en número de dedos por racimo .....	41
<b>Anexo 8A.</b> Selección e identificación de plantas .....	42
<b>Anexo 9A.</b> Cosecha de racimos.....	40
<b>Anexo 10A.</b> Toma de datos en campo .....	42
<b>Anexo 11A.</b> Racimos en planta empacadora.....	43

## INTRODUCCIÓN

El banano, es un cultivo perenne de rápido crecimiento, prospera en climas tropicales y subtropicales, permitiendo cosechas durante todo el año. Con una producción anual que supera los cien millones de toneladas y un área de cultivo estimada en nueve millones de hectáreas, se posiciona como el cuarto cultivo más importante del mundo, solo por detrás del arroz. Su relevancia como alimento básico y producto de exportación lo convierte en un pilar fundamental para la seguridad alimentaria de millones de personas en el mundo (Galarza, 2019).

El cultivo del banano se extiende por 130 países alrededor del mundo, con una fuerte concentración en América Latina y el Caribe. De hecho, esta región aporta el 80% de las exportaciones totales, lideradas por países como Ecuador, Costa Rica y Colombia. En cuanto a la producción, cuatro países encabezan la lista: India, Ecuador, Brasil y China, contabilizando el 75% del total mundial. Esta distribución desigual refleja las condiciones climáticas favorables y la experiencia agrícola en estas regiones (León *et al.*, 2023).

Ecuador se consolida como un actor fundamental en el comercio internacional de banano, con exportaciones que alcanzaron los 234,42 millones de cajas entre enero y noviembre de 2022. La Unión Europea se posiciona como el principal destino de estas exportaciones, absorbiendo el 26,67% del total (Barriga, 2022). Este éxito bananero se sustenta en las condiciones climáticas favorables de las provincias de Guayas, El Oro y Los Ríos, las cuales concentran el 91% de la actividad bananera del país. Estas regiones ofrecen un escenario ideal para el cultivo del banano, impulsando la generación de empleo e ingresos en las zonas rurales (Acaro *et al.*, 2021).

El mundo del banano se enfrenta a una seria amenaza: la enfermedad de Panamá, causada por el hongo *Fusarium*. En el siglo pasado, esta enfermedad ya provocó un duro golpe al arrasar con el cultivar Gros Michel, la variedad dominante en ese entonces. Para hacerle frente, se introdujo la variedad Cavendish, resistente a la raza 1 del hongo, que actualmente domina el mercado internacional. Sin embargo, la aparición de la raza 4 (TR4) ha puesto en alerta a la industria, ya que esta nueva cepa ataca tanto a Cavendish como a otras variedades (Dale *et al.*, 2017).

Formosana, es una variedad de banano desarrollada por el Instituto de Investigación del Banano de Taiwán emerge como una promesa para combatir la amenaza del hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense raza 4 tropical (FOC R4T) (Martínez *et al.*, 2020). Ecuador, al igual que sus países vecinos Colombia y Perú, se enfrenta al riesgo de la incursión de este hongo. Para proteger su producción bananera, el país ha importado 4.620 plantas de la variedad Formosana, reconocida por su tolerancia a enfermedades. Actualmente, se llevan a cabo ensayos de evaluación de Formosana en las provincias de Los Ríos y Santa Elena, bajo la dirección del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (Iniap). Los resultados finales se esperan para el año 2025 (Candelario, 2023).

La presente investigación se enfoca en temas de gran relevancia para el sector bananero actual. Su objetivo es evaluar el comportamiento agronómico de dos variedades de banano Williams y Formosana, para comprender a fondo el contexto actual de la industria.

## **Problema científico**

¿Cuál será el comportamiento agronómico de las variedades de banano Williams y Formosana, siguiendo el mismo manejo agronómico, bajo las condiciones de la provincia de Santa Elena?

## ***Justificación***

La producción bananera juega un papel crucial en la economía ecuatoriana, posicionándose como el segundo sector económico más importante después del petróleo, es el principal producto de exportación del sector privado y un pilar fundamental para el desarrollo económico del país.

Bajo este antecedente, realizar este estudio con un mismo manejo agronómico orgánico permite entender cómo cada variedad se adapta a prácticas sostenibles sin el uso de agroquímicos. Esto es vital para identificar cuál de estas variedades requiere menos intervención y es más resistente a plagas y enfermedades, así como una mejor eficiencia en el uso de recursos como el agua y los nutrientes, lo que a su vez contribuye a la conservación de la biodiversidad y la salud del suelo, y reduce la contaminación ambiental.

Para fomentar el desarrollo sostenible de la comunidad agrícola de Santa Elena, es vital realizar estos estudios al determinar qué variedad de banano ofrece mejores rendimientos y calidad bajo un manejo orgánico, los agricultores podrán optimizar sus prácticas y obtener mayores beneficios económicos sin comprometer su salud ni la del entorno. Además, el conocimiento generado a través de esta investigación puede ser compartido con la comunidad, contribuyendo al conocimiento de los agricultores con técnicas agronómicas avanzadas y sostenibles. Esto no solo mejora la seguridad alimentaria al asegurar un suministro constante de bananos saludables, sino que también fortalece el tejido social al promover prácticas agrícolas que beneficien a la comunidad en general.

Además, económicamente, la evaluación de estas variedades en condiciones de manejo orgánico es esencial para maximizar la rentabilidad de la finca. Identificar la variedad más productiva y resistente en un sistema orgánico puede aumentar significativamente la rentabilidad para los agricultores, al reducir los costos asociados

con el manejo de plagas y enfermedades. La demanda de productos orgánicos está en constante crecimiento en los mercados globales, y conocer cuál de las dos variedades tiene un mayor potencial comercial puede abrir nuevas oportunidades de exportación y posicionamiento en mercados de alto valor. Este enfoque contribuye no solo a la sostenibilidad económica de la finca, sino también al desarrollo económico local, generando empleo y estabilidad financiera en la comunidad.



## **Objetivos**

### **Objetivo General:**

- ❖ Evaluar el comportamiento agronómico de dos variedades de banano Williams y Formosana.

### **Objetivos Específicos:**

1. Evaluar las características morfológicas de las variedades Williams y Formosana en el cultivo de banano.
2. Identificar la variedad que mejor se adapta a las condiciones de San Rafael, Provincia de Santa Elena.
3. Determinar el mejor rendimiento de las variedades evaluadas.

### **Hipótesis**

Al menos una de las dos variedades evaluadas Williams o Formosana presenta un comportamiento superior en rendimiento en las condiciones agroclimáticas de San Rafael de la provincia de Santa Elena.

## **CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **1.1 Cultivo de banano**

#### **1.1.1 Origen del banano**

El origen del cultivo del banano es el sudeste asiático, se ha extendido a muchas regiones tropicales y subtropicales del mundo (Colque, 2017). Se cultiva desde hace unos 10.000 años, y los primeros vestigios de ella se encontraron en Papúa Nueva Guinea en el siglo VII a.C. Esta planta herbácea gigante pertenece a la clase de las monocotiledóneas y a la familia de las musáceas, era originalmente silvestre y se propagaba por semillas. Los intercambios naturales han creado una considerable diversidad genética y han permitido la aparición de variedades sin semillas con propiedades nutricionales de interés para el ser humano (Conferencia de las Naciones Unidas para el Comercio y el Desarrollo, 2017).

#### **1.1.2 Importancia del banano en la alimentación mundial**

El banano es una fruta que se cultiva en cualquier región tropical del mundo y en muchos países en desarrollo, juega un papel muy importante en el crecimiento económico y el desarrollo social de la economía local. A nivel mundial, el banano es un alimento básico y se considera uno de los cultivos alimentarios más importantes, por lo que es un producto de exportación (Galarza, 2019). El cultivo del banano ocupa el cuarto lugar a nivel mundial al considerarse un alimento de gran consumo después del arroz, el trigo y el maíz, creando empleos y una fuente de divisas (Erazo *et al.*, 2021). Los mayores países productores de banano del mundo son: Brasil, China, Ecuador, Guatemala, Indonesia y Costa Rica (Rodríguez, 2020).

#### **1.1.3 La producción de banano en Ecuador**

Ecuador cuenta con aproximadamente 162.236 hectáreas sembradas de banano de exportación, con una productividad promedio de 1.500 cajas por año (Acaro *et al.*, 2021). Si bien tiene una menor productividad que otros países, la gran cantidad de hectáreas cultivadas le permite compensar esto y ser el líder mundial en la producción y exportación de banano (Galarza, 2019). Caracterizado por tener buenas condiciones climáticas, que permiten obtener productos correspondientes a la demanda del mercado, con el fin de mantener la estabilidad de su actividad y contribuir al desarrollo económico del país, una

de las actividades más representativas de la economía nacional es el cultivo del banano (Andrade *et al.*, 2020).

Las principales provincias productoras de banano en Ecuador son Guayas, El Oro y Los Ríos, que representan el 34%, 41% y 16% de los importantes sectores industriales del país. El Oro es la provincia donde se concentra la mayoría de los pequeños productores de banano del país, alrededor 42% y los grandes productores predominan en la provincia de Guayas y Los Ríos (Acaro *et al.*, 2021).

La provincia de Santa Elena aumenta su producción de banano con nuevas plantaciones, se han utilizado tierras vírgenes en la zona sur para este crecimiento. Según datos del Ministerio de Agricultura hay 1.940,79 hectáreas de banano en la provincia, de las cuales 1.537,37 son orgánicas (Villón, 2021). Al ser una zona nueva en la producción de banano para exportación, no hay estudios sobre la productividad. Faltan investigaciones para mejorar el rendimiento, la calidad y la rentabilidad del cultivo (Quimí, 2022).

#### 1.1.4 Taxonomía del banano

*Tabla 1. Taxonomía del cultivo de banano*

<b>Reino:</b>	<b>Plantae</b>
<b>División:</b>	Magnoliophyta
<b>Clase:</b>	Liliopsida
<b>Orden:</b>	Zingiberales
<b>Familia:</b>	Musáceae
<b>Género:</b>	Musa
<b>Especie:</b>	M. acuminata
<b>Nombre Científico:</b>	<i>Musa acuminata</i>

Fuente: (Suárez, 2019).

#### 1.1.5 Variedades de banano

La principal variedad de banano exportada por el Ecuador es Cavendish. Esta especie muestra resistencia a las plagas que padece el producto. La variedad es conocida por ser grande y resistente, se desarrolla en numerosas variedades (Muñoz *et al.*, 2022).

- *Cavendish Enano*: porte grande, con hojas anchas, tolerante al viento y a la sequía, produce frutos medianos de buena calidad, propensos a daños durante el transporte por la delgadez de su cáscara. Tiene la peculiaridad de tener flores masculinas indehiscentes (Muñoz *et al.*, 2022).
- *Cavendish Gigante o Grand Naine*: porte medio, su pseudotallo tiene un moteado de color pardo, las bananas son de mayor tamaño que el Cavendish Enano, de cáscara más gruesa y sabor menos intenso (Muñoz *et al.*, 2022).
- *Robusta*: porte pequeño y resistente al viento.
- *Valery*: variante de Robusta más resistente a Sigatoka, pero cuyo fruto es menos firme y ligeramente cerúleo en textura.
- *Williams*: se caracteriza por una altura media, pseudotallo vigorosos y un gran sistema radicular permitiéndole un excelente anclaje al suelo y resistencia al viento, lo que reduce el volcamiento de la planta. Uno de los factores importantes por los que los productores lo quieren es la calidad de la fruta, la curvatura de los dedos y la distancia entre las manos (Moreira, 2017).
- *Formosana*: La variedad "GCTCV-218" fue registrada en Taiwán con el nombre "Formosana". Esta variedad tiene alta resistencia a la marchitez por Fusarium Raza 4, alto rendimiento y buena calidad de fruto (Dale *et al.*, 2017).

### **1.1.6 Descripción morfológica del banano**

La planta de banano es una hierba perenne. Se considera una hierba porque sus partes aéreas mueren y caen al suelo al final de la temporada de crecimiento, y también es perenne porque un hijo llamada brote crece desde la base de la planta en lugar de la planta madre, una característica particular es la ausencia de semillas, el banano se propaga principalmente por reproducción vegetativa, utilizando los hijuelos o retoños (Meza, 2013).

#### **1.1.6.1 Características de la Hoja**

El meristema apical produce hojas a una edad muy temprana. Tienen cuatro partes diferenciadas: la lámina o limbo, el pseudopecíolo, la vaina y la nervadura central. Cuando están adultos, son ovalados, el ápice obtuso y un lado semi-limbo más grande que el otro. Por lo general, cada planta suele tener entre 5 y 15 hojas, siendo 10 el mínimo considerado maduro. Las hojas más viejas se descartan debido al aumento de volumen ejercido por las más jóvenes en el centro del pseudotallo (Galán *et al.*, 2018).

### ***1.1.6.2 Característica de la raíz y flor del banano***

El sistema radicular del banano consta de raíces primarias, secundarias y terciarias que forman su suministro de agua y nutrientes, participan en el intercambio de sustancias de crecimiento y también son responsables de sostener la planta (Vargas *et al.*, 2018). Después de un año, una inflorescencia puntiaguda se forma directamente desde el rizoma y el centro del pseudotallo, que consiste en flores protegidas por gruesas hojas de color púrpura, que luego caen. Las primeras líneas y el número más alto constan de flores femeninas, luego aparecen algunas flores hermafroditas y finalmente aparecen flores masculinas en la parte superior (López *et al.*, 2014).

### ***1.1.6.3 Descripción del tallo del banano***

El banano no tiene un tallo verdadero. Su pseudotallo actúa como reserva de alimento y almacena la energía fotosintética producida por las hojas. Su gran tamaño y estructura puede soportar frutos pesados, por lo que su altura puede elevarse hasta los 2-5 metros dependiendo de la variedad (Suárez, 2019).

### ***1.1.6.4 Fruto del banano***

Los bananos son cilíndricos, alargados, curvados, miden entre 15-30 cm de largo y 4-7 cm de diámetro, de color verde inmaduro, cambiando a amarillo, pulpa blanca o amarilla cremosa, carnosa, suave y dulce, lo que lo hace muy apto para el consumo. Carece de semillas (Blasco *et al.*, 2014). Es una fuente importante de energía, proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales, lo que lo convierte en un alimento nutritivo y beneficioso tanto para las personas como para los animales (Padilla, 2021).

## ***1.2 Manejo del cultivo***

### **1.2.1 Requerimiento climático**

#### ***1.2.1.1 Temperatura***

La temperatura es un factor crucial para el desarrollo del banano. Las temperaturas óptimas oscilan entre 20 y 30 °C, donde se obtienen los mejores resultados. Es importante cultivar banano en zonas con temperaturas adecuadas, si la temperatura baja a menos de 15 °C, el crecimiento del banano se detiene (Intagri, 2018).

### **1.2.1.2 Suelo**

Requiere suelos que tengan propiedades físicas especiales como pocos pedregosos, buen drenaje, suelos profundos con buena aireación y una capacidad de retención de agua óptima (Limón, 2022). Para mantener el suelo en buenas condiciones es importante evitar el estrés hídrico, encharcamiento la competencia por nutrientes y agua. El pH del suelo debe ser de 6,5 - 7, se considera muy bueno para sembrar y cosechar, aunque puede tolerar suelos ligeramente ácidos y alcalinos (5,5 y 7,2) durante la siembra. (Santacruz *et al.*, 2020).

### **1.2.1.3 Precipitación**

El banano es una fruta que necesita una gran cantidad de agua (70%) en su ciclo de producción. La precipitación media del banano es de 1600-3600 mm anuales, dependiendo de la región y las condiciones climáticas, es importante que la precipitación se distribuya adecuadamente durante el año y se evite el exceso de agua perjudicial para la planta (Toro *et al.*, 2016).

### **1.2.1.4 Luminosidad**

Los bananos se pueden cultivar en diferentes condiciones de luz. Es importante señalar que la poca luz no detiene la producción de hojas nuevas, pero este factor prolonga el ciclo de crecimiento. Los bananos necesitan niveles de luz entre el 30 % y el 80 % para producir una buena cosecha (INFOAGRO, 2016). La luminosidad es un factor indispensable para el óptimo crecimiento y desarrollo de la planta de banano. Al comprender su importancia y tomar las medidas adecuadas para garantizar un ambiente luminoso adecuado, podemos contribuir a obtener plantas más sanas, vigorosas y productivas (Vélez, 2023).

### **1.2.1.5 Vientos**

El banano es una planta muy susceptible al viento moderado o excesivo. Un viento ligero de 20 km/h tritura las hojas, pero se considera tolerable. A una velocidad superior a 40 km/h, la planta se arranca de raíz o se rompe el pseudotallo, ya una velocidad superior a 55 km/h, se produce la destrucción total. Esto afecta la baja producción y el rendimiento, lo que conduce principalmente a una baja rentabilidad (Diaz *et al.*, 2021).

### **1.3 Riego**

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2017), para garantizar el rendimiento y la calidad del fruto, el cultivo del banano requiere un suministro adecuado y frecuente de agua durante todo el ciclo de producción. Los métodos de riego para los bananos pueden incluir riego por aspersión debajo de las hojas, riego por aspersión, riego por goteo o riego por gravedad.

La calidad del agua de riego puede afectar la producción de banano, reduce la infiltración y aumenta la cantidad de sales en el suelo, esto puede afectar negativamente el crecimiento y desarrollo del banano, dentro de las necesidades hídricas del banano varían entre 2,5 y 8 mm por día (Santacruz *et al.*, 2020).

### **1.4 Manejo agronómico**

#### **1.4.1 Deshoje**

Durante el deshoje se eliminan las hojas secas, amarillas, enfermas, dobladas, viejas y también las que tocan el racimo para evitar daños. Se realizan pequeñas incisiones en las hojas de Sigatoka, donde sólo se corta la parte dañada. Tener presente el número de hojas en el momento de la cosecha debe tener entre 4 y 8 hojas necesarias para beneficio del racimo (García, 2020).

#### **1.4.2 Deshije**

Permite seleccionar, para producción el hijo más adecuado eliminando el resto. Con esta medida el objetivo es reducir la competencia por nutrientes, agua y luz sacar a los hijos inadecuados y como consecuencia aproveche al máximo el rendimiento del hijo seleccionado. La producción continua de racimos de banano de alta calidad depende de la labor de deshije, forma parte de la escritura de artículos (Hernández *et al.*, 2016).

#### **1.4.3 Deschante**

Esta práctica debe realizarse con regularidad y consiste en retirar tejido viejo que se ha acumulado en el pseudotallo cuando se secan, esto evita la acumulación de humedad ayuda a reducir la cantidad y aparición de problemas fitosanitarios presentes en el pseudotallo, es importante hacer esta operación mensualmente, lo que permite mantener

mejor la sanidad y reducir el uso de insumos y costo (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2015).

#### **1.4.4 Enfunde y encinte**

Desde que la inflorescencia aparece, esta se cubre con una funda. Es una práctica esencial en el manejo del cultivo de banano, brindando múltiples beneficios que se traducen en una mejor calidad, mayor rendimiento y mayor rentabilidad para los productores (Guerrero, 2020). Cada semana se cuelga una cinta de color diferente a las fundas que se colocan cuando surge la inflorescencia. Cada color se asocia a un número de semana de acuerdo con el calendario de enfunde. Se puede identificar por el color de la cinta la semana en la que surgió la inflorescencia, y, por consiguiente, la edad del racimo a medida que avancen las semanas (Patricia, 2018).

#### **1.4.5 Desbellote**

Consiste en eliminar la bellota o flores masculinas 5-6 cm por debajo de la mano falsa. Si no se desmana, se romperá 10 o 15 cm con la mano falsa. Esta práctica se realiza en las primeras etapas del desarrollo del racimo, cuando aún no ha completado su formación. Este procedimiento a veces da como resultado un mayor peso y tamaño del racimo, aunque no siempre, también acelera la maduración (Álvarez, 2013).

#### **1.4.6 Deschive**

Consiste en quitar 1 o 2 manos inferiores del racimo para mejorar el costo promedio, las manos inferiores tienen dedos más finos y muchas veces no alcanzan el valor de exportación, esto aumenta el valor del resto de las manos inferiores. El peso de la fruta tiende a disminuir, pero el resto de las manos ganan más peso y calidad, lo que es mejor por el precio de la fruta. En general, si la mano tiene más de 9, entonces se eliminan 2, y si es menos, entonces 1, junto con la llamada mano falsa, en la que se deja un dedo para evitar que se pudra el raquis, forma parte de la escritura de artículos (Bustamante *et al.*, 2019).

#### **1.4.7 Apuntalamiento**

Consiste en proporcionar soporte físico a las plantas, a través de sostén con soga o caña, a las plantas de banano. Es utilizada ampliamente para evitar que se caigan o



inclinan debido a diversos factores, como el peso del racimo, el viento fuerte, las lluvias intensas o las características propias del suelo. Evita pérdidas de plantas por volcamiento, facilita el manejo del cultivo y obtener cosechas de mejor calidad (García, 2020).

#### **1.4.8 Fertilización**

El uso de fertilizantes y la implementación de un programa de fertilización adaptado conduciría a un aumento en el rendimiento y una mejora en la calidad comercial de la fruta, lo que ayudaría a asegurar una producción sostenible en el mediano y largo plazo (Baridón *et al.*, 2017). El banano exige más nutrientes que otros cultivos, y satisfacer estas demandas es crucial para su crecimiento y producción óptima. Entre los nutrientes más esenciales se encuentran el nitrógeno y el potasio, que se requieren en grandes cantidades por año o ciclo de producción (Guerrero *et al.*, 2019).

##### ***1.4.8.1 Requerimiento nutricional del banano***

Potasio: juega un papel crucial en la fisiología del banano, siendo indispensable para la producción sostenible. Su impacto en la regulación osmótica, síntesis de proteínas, función estomática, permeabilidad celular y activación enzimática lo convierte en un elemento vital para el crecimiento y desarrollo óptimos de la planta. Requiere un consumo anual que oscila entre 600 y 700 kg ha<sup>-1</sup> (Nyombi, 2020).

Nitrógeno: Se requiere anualmente de 100 a 600 kg ha<sup>-1</sup>. La cantidad depende del aporte natural de nitrógeno del suelo y del rendimiento deseado, esencial para obtener una planta vigorosa, fruta grande y bien formada en general, se suele aplicar 300 kg ha<sup>-1</sup>. Fosforo: inferior a los otros dos macronutrientes, logrando excelentes resultados con dosis de 100 a 150 kg ha<sup>-1</sup> por año. La relación ideal de N-P-K para el banano es 1:0.5:2. La aplicación de la cantidad adecuada de nutrientes en la proporción correcta es fundamental para obtener un buen rendimiento y una fruta de alta calidad (Proa, 2021).

#### **1.4.9 Manejo fitosanitario**

El control de plagas y enfermedades es uno de los desafíos más importantes en la industria bananera. Especialmente ahora, considerando el riesgo de Fusarium Raza 4. Las enfermedades tradicionales y de importancia económica del banano son la sigatoka negra, el moko y la pudrición de la corona en postcosecha. Las plagas incluyen la cochinilla y

el trips de la macha roja. Un control deficiente de plagas y enfermedades puede resultar en una pérdida de rendimiento de hasta el 100% (Larrea, 2020).

## ***1.5 Labores en la planta empaadora***

### **1.5.1 Recepción de frutas**

El proceso de recepción de la fruta incluye varias tareas: pesar, verificar el número de racimos, la edad del racimo, color de la cinta, evaluar el estado de la fruta. Esto permite la recopilación de datos importantes para fines administrativos y ayuda fundamental en el proceso de clasificación de la fruta (Andrade, 2021).

### **1.5.2 Retirar funda, esponjas y flores**

Esta práctica se realiza quitando la funda en el sentido de la curvatura de los dedos. Esponjas hay que retirarlo con cuidado y comenzar a retirar primero, una de las extremidades inferiores, las flores secas son fácilmente removibles, sin embargo, estas actividades deben realizarse de abajo hacia arriba para evitar que el látex se derrame en los dedos y no afecte la calidad de las manos del racimo (Andrade, 2021).

### **1.5.3 Desmane**

Se realiza con un cuchillo curvo o cortador, se realiza un corte limpio. La habilidad del gerente es muy importante para que el trabajo sea más eficiente, el corte se realiza lo más cerca posible al tallo, dejando suficiente corona. Las manos se colocan cuidadosamente en el tanque de desmane (Anchundia, 2018).

### **1.5.4 Empaque**

La práctica de colocar gajos en cajas de cartón según las especificaciones del mercado. Este procedimiento es la etapa final de presentación del producto antes de ingresar al mercado. Para la exportación debe cumplir con varias normativas indicadas por el tipo de caja utilizada, el fruto debe ir en bolsas plásticas al vacío, el exterior de la caja debe tener la marca del exportador y sellos de trazabilidad (Anchundia, 2018).

## **1.6 Plagas y enfermedades de relevancia**

### **1.6.1 Insectos**

#### **1.6.1.1 Picudo negro del Banano (*Cosmopolites sordidus*)**

Insecto peligroso para las plantaciones de banano, daña las raíces, cormo y pseudotallo de la planta. La hembra llega a la base de las plantas, busca el cormo y hace un agujero donde pone sus huevos, o en la base del pseudotallo, donde las larvas forman numerosas galerías. Es un defecto del que se informó ampliamente que había causado grandes pérdidas en la producción de banano (Armendáriz *et al.*, 2016).

#### **1.6.1.2 Cochinilla (*Planococcus citri*)**

Esta cochinilla provoca daños directos al debilitar las plantas por succión y daños indirectos por la melaza producida por la secreción. La melaza, por otro lado, permite el desarrollo de la negrilla de hojas y frutos, lo que reduce la tasa de fotosíntesis. Si las poblaciones son muy altas, pueden aparecer manchas amarillas en la fruta, lo que retrasa el llenado de los mismos (Moreira, 2017).

### **1.6.2 Enfermedades**

#### **1.6.2.1 Mal de Panamá**

*Fusarium oxysporum* f. sp. Cubense, es responsable del desarrollo de esta enfermedad. Es históricamente la enfermedad de las Musáceas más devastadora. El patógeno bloquea el sistema vascular de la planta, lo que afecta la absorción y transmisión de agua y nutrientes, las plantas se marchitan y luego mueren. Como sugiere su nombre, el marchitamiento por *Fusarium* se caracteriza por un marchitamiento gradual de las plantas que pueden morir en semanas o meses. En las plantas infectadas, las plántulas pueden parecer normales o con un crecimiento estimulado, lo que les da la impresión de que están sanas, pero aún están infectadas, lo que aumenta el riesgo de propagar la enfermedad (López *et al.*, 2019).

#### **1.6.2.2 Sigatoka (*Mycosphaerella spp*)**

Su daño en las hojas provoca que los frutos no alcancen la longitud mínima necesaria para la exportación. Esta enfermedad provoca disminución de fotosíntesis y rendimiento. El clima es el principal desencadenante de la enfermedad, siendo mayor la incidencia y severidad de la enfermedad durante la temporada de lluvias debido a las altas

temperaturas y las fuertes lluvias. La severidad de la sigatoka debe determinarse mediante evaluaciones semanales o quincenales (Valdivieso *et al.*, 2021).

### **1.7 Investigaciones relacionadas**

Torres *et al.* (2020), evaluaron en condiciones de campo cinco cultivares de banano (*Musa spp.*) en Quemado de Güines, Cuba. El objetivo del estudio fue determinar las características morfo-agronómicas y organolépticas de cada cultivar para su uso potencial en la producción de banano para el mercado nacional y el turismo, los cinco cultivares de banano evaluados fueron: 'Williams', 'Parecido al Rey', 'Formosana', 'FHIA-17' y 'Grande naine', se midieron características como altura, del pseudotallo, hojas funcionales, rendimiento y calidad de la fruta. Se plantaron 300 plantas de cada cultivar a una distancia de 3 x 2 x 2 m en un suelo ferralítico rojo típico. Las evaluaciones se realizaron en el momento de la floración y a la cosecha, durante el primer ciclo de cultivo.

Los resultados mostraron que la altura de la planta y la circunferencia del pseudotallo fueron menores en 'Grande naine'. La mayor cantidad de hojas funcionales en el momento de la floración los tuvieron 'Parecido al Rey' y 'Williams'. El cultivar 'FHIA-17' tuvo valores superiores en los componentes del rendimiento. El contenido de madurez organoléptica fue de 15.60% para 'Grande naine' y 'Parecido al Rey'. La pulpa de banano presentó un pH ácido en todos los cultivares.

Belduma (2021), evaluó el efecto del biocarbón de raquis de banano como enmienda agrícola en el cultivo de banano de la variedad Williams. Se evaluó su impacto en el desarrollo de la planta, la salud del suelo y la productividad del cultivo. Se utilizó un diseño experimental de un factor con 2 tratamientos: biocarbón de raquis de banano y testigo absoluto. Se midieron 17 variables, incluyendo el peso de las raíces, la altura de la planta, el número de hojas, el peso del racimo, el número de manos por racimo, el número de dedos por mano y la longitud de los dedos.

Los resultados demostraron que el biocarbón reduce la cantidad de raíces dañadas y aumenta el peso de las raíces sanas, aumenta el peso del racimo, el número de manos por racimo, el número de dedos por mano y la longitud de los dedos. Esto se debe a que el biocarbón aumenta la disponibilidad de nutrientes para la planta, lo que permite un mejor llenado del racimo, mejora la sanidad y la calidad de la fruta cosechada.

Mintoff *et al.* (2021), en el Territorio del Norte de Australia, evaluaron la resistencia de 24 cultivares de banano a la raza tropical 4 (Foc TR4). Dentro de los cultivares incluye las variedades Williams y Formosana. Los cultivares, provenientes de Tailandia, Indonesia y Australia, se evaluaron durante dos ciclos del cultivo. Las mediciones agronómicas recopiladas incluyeron; fecha de emergencia del racimo, altura de la planta, fecha de cosecha y pesos del racimo.

Dentro de la investigación, se identificaron cultivares de banano con potencial para ser utilizados en el manejo del mal de Panamá causado por Foc TR4. Los cultivares resistentes ofrecen una alternativa prometedora para la producción sostenible de banano en áreas afectadas por la enfermedad. También concluyen que se requieren estudios adicionales para validar la resistencia de estos cultivares en diferentes condiciones ambientales y para desarrollar estrategias de manejo efectivas contra Foc TR4.

Tomalá (2020), en la Hacienda "La Magdalena", zona de La Unión, Los Ríos, Ecuador. Determinó el efecto del bioestimulante Quantis en distintas épocas de aplicación en las características agronómicas del cultivo de banano, de la variedad Williams. se realizó en un diseño experimental de bloques completos aleatorizados con tres tratamientos (Quantis, Kelpak y testigo absoluto) y cinco épocas de aplicación (semana 4, 8, 12, 16 y 20). Las variables evaluadas fueron altura de planta, diámetro del fuste, ancho en primera hoja de banano, semana a floración, número de manos por racimo.

Los resultados mostraron que el tratamiento con Quantis en las épocas de aplicación 8, 12 y 16 semanas presentó los mejores resultados en la mayoría de las variables evaluadas, seguido del tratamiento con Kelpak y el testigo absoluto. Los autores concluyen que el bioestimulante Quantis aplicado en las épocas de aplicación 8, 12 y 16 semanas puede mejorar significativamente las características agronómicas y el rendimiento de las plantas de banano de la variedad Williams.

Mendieta (2012), evaluó el efecto de la aplicación de dosis crecientes de azufre (S) en el cultivo de banano de la variedad Williams. Se realizó en la Hacienda "San José" ubicada en el Km 10 de la vía Babahoyo – Mata de cacao, provincia de Los Ríos. Como material genético se utilizó el banano de la Variedad Williams. Se utilizaron 5 niveles de S: 0, 50, 100, 150 y 200 kg/ha<sup>-1</sup> de S ha<sup>-1</sup>. Se evaluaron variables como altura de la planta,

diámetro del pseudotallo, peso del racimo, número de manos, número de dedos, peso del raquis.

En los resultados presentados que los niveles de S que oscilaron entre 50 y 150 kg/ha<sup>-1</sup> favorecieron el rendimiento de la fruta, lo que indica la importancia de este elemento en el programa de fertilización. La aplicación de 200 kg/ha<sup>-1</sup> de S tuvo un efecto decreciente en casi todas las variables evaluadas, lo que sugiere que se excedieron los límites permitidos para este elemento. La aplicación de dosis crecientes de S hasta 150 kg/ha<sup>-1</sup> puede mejorar el rendimiento del banano de la variedad Williams.

## CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Caracterización del área

El estudio se realizó en la finca Musatec, ubicada en el Km 101 vía Guayaquil, comuna San Rafael, parroquia Chanduy, Provincia de Santa Elena. Es una finca bananera que produce para exportación en un área de 300 hectáreas, de las cuales 86.10 hectáreas son utilizadas, y utiliza prácticas de manejo orgánico. Cuyas coordenadas geográficas son latitud: -2.320556 y longitud -80.654444.



**Figura 1.** Ubicación de la finca en estudio Musatec  
Fuente: (Google Earth, 2024).

## 2.2 Condiciones edafoclimáticas

*Tabla 2. Condiciones edafoclimáticas de la comuna San Rafael*

<b>Parámetros</b>	<b>Promedios</b>
Altitud	39,5 msnm
Temperatura medio anual °C	25,2 °C
Precipitación	125 a 150 mm
Topografía	Irregular
Textura	Franco arenoso
Humedad relativa	80%

Fuente: (Valle, 2020).

## 2.3 Materiales, equipos y reactivos

### 2.3.1 Material genético

El material genético utilizado para este estudio fue plantas de banano (*Musa acuminata*) de las variedades Williams y Formosana.

### 2.3.2 Material de campo para colecta de muestras

Materiales utilizados en la fase de campo de la investigación y para la elaboración del documento.

- Bolígrafos
- Hojas de registro de datos
- Cuaderno
- Lápiz
- Borrador

### 2.3.3 Equipos

Los equipos fueron empleados en la fase de campo de la investigación para obtener los datos de cada variable estudiada.

- Computadora portátil
- Calculadora
- Teléfono celular
- Balanza colgante

- Calibrador
- Cinta métrica
- Indicador de pesaje XR5000

#### 2.3.4 Software

Los softwares fueron empleados para almacenar, procesar datos y documentar los resultados.

- Word
- Excel
- Infostat

### 2.4 Tipo de investigación

El tipo de estudio utilizado fue descriptivo para comprender y analizar diversos parámetros relacionados con la producción de banano incluyendo peso del racimo, número de dedos por racimo, número de manos aprovechables.

### 2.5 Diseño de investigación

#### 2.5.1 Diseño experimental

El presente estudio se consideró un Diseño Experimental descriptivo, porque en campo se realizó la comparación de la variable rendimiento y sus componentes en dos variedades de banano, Williams y Formosana. Se tomaron 50 plantas de cada variedad.

*Tabla 3. Distribución de dos juegos de muestras de la plantación de banano*

<b>Diseño de las variedades</b>		
<b>Variedades</b>	<b>Muestras</b>	<b>Descripción</b>
Formosana	1	50 plantas
Williams	2	50 plantas

### 2.6 Manejo del experimento

El estudio se realizó en las dos primeras generaciones del cultivo en ambas variedades (R0), (R1). Cuando el cultivo ya estaba establecido, con el mismo número de plantas, 50 para cada variedad.

La siembra fue establecida en un terreno irregular, con una topografía irregular, donde la variedad Formosana se sembró en la parte alta del terreno y la variedad Williams



en la parte baja, son válvulas continuas, es decir termina la Formosana e inicia el Williams. Se encuentran a una distancia de 2,5 m entre plantas, 1,2 m entre líneas y con una distancia entre calle de 6 m, para una densidad poblacional de 1454 plantas/ha. Las plantas fueron seleccionadas aleatoriamente, ambas fueron sembradas de forma simultánea en la semana 45 del 2022, es decir entre el 7-13 de noviembre.

En el área del experimento, se lleva un manejo agronómico igual en todas las variedades, tienen el mismo programa nutricional que la realizan de forma edáfica de manera directa, en la base de la planta, para que los nutrientes se localicen lo más cercano posible a la zona de absorción radicular y pueden ser tomados por la planta. Antes de fertilizar limpian la corona de la planta para garantizar la absorción de los nutrientes, las aplicaciones la realizan en semi-luna, alrededor de los hijos de la planta madre. El sistema de riego que utilizan es por sistema de microaspersión, para el control de plagas y enfermedades realizan labores culturales como un adecuado deshoje.

## **2.7 Parámetros evaluados**

Las variables fueron evaluadas en su etapa de cosecha, en campo y en la planta empacadora, en el mes de agosto semana 32 del año 2023 para (R0) y en el mes de marzo semana 10 del año 2024 para (R1).

### **2.7.1 Variables evaluadas en plantas**

#### **2.7.1.1 Diámetro del fuste (pseudotallo)**

Esta variable se registró en la etapa de cosecha. Se midió su respectiva circunferencia con la cinta métrica, tomando como referencia la medición 50 cm de alto desde la superficie del suelo.

#### **2.7.1.2 Altura de planta a cosecha**

La altura de planta se registró en la etapa de cosecha del cultivo, para determinar esta variable medimos la planta con la ayuda de una cinta métrica, desde la base hasta la inserción en forma de V de las últimas hojas emitidas.

#### **2.7.1.3 Número de hojas funcionales a cosecha**

Se contabilizaron todas las hojas presentes en la cosecha se consideraron hojas funcionales, pero no afectadas por plagas o enfermedades, ni se consideran las hojas dobladas por daños causados por el viento o labores culturales.

## **2.7.2 Variables evaluadas al racimo**

### **2.7.2.2 Peso del racimo**

Se registro el peso total raquis y manos, esta variable se tomó con el indicador de pesaje XR5000 en libras, se realizó una vez cosechados y llevados a la empacadora.

### **2.7.2.3 Peso raquis**

La obtención de esta variable se realizó con la ayuda de una pesa colgante, una vez cosechado la fruta a llevados a empacadora, se separa las manos del racimo, procediendo a pesar el raquis expresado en libras.

### **2.7.2.4 Número de manos aprovechables**

Para la obtención de esta variable se contaron las manos que cumplen con las especificaciones del largo del dedo exigidas por los mercados para banano de exportación

### **2.7.2.5 Número de dedos por racimo**

Los datos de esta variable se registraron contando los dedos de las manos en los racimos por unidad.

## **2.8 Análisis estadístico de los resultados**

Se procedió a realizar una prueba de T para observaciones pareadas, debido a que en la práctica si no hay diferencia entre dos juegos de muestras, para probar la hipótesis nula, se aplica esta estadística, para esto se utilizó el software Infostat, donde se trabajó con un nivel de significancia del 5%.

## CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1 Variables evaluadas en plantas

#### 3.1.1 Diámetro del fuste

Se puede observar los resultados en la variable diámetro del fuste (cm) en cosecha, en dos generaciones en la **Tabla 4** de las variedades en estudio, se obtuvo una variación de 8,03 cm en la media, en la desviación estándar aprecia una discrepancia de 0,66 cm. En cuanto a la T calculada, se encontró diferencias en ambas variedades con valores de 153,22 para Williams y 110,28 para Formosana. Respecto al intervalo de confianza al 95% se puede mencionar que el diámetro en Williams vario entre un mínimo de 64,51 y un máximo de 66,23 cm. El diámetro de la variedad Formosana oscila entre 56,29 cm y 58,38 cm.

Los hallazgos de este estudio son similares con los resultados presentados por Torres *et al.* (2020), quienes mencionan que la variedad Williams presentó una media de 59,00 cm y la variedad Formosana una media de 58,45 cm, esto quizás se deba a las diferentes condiciones climáticas como temperatura, precipitación, en Cuba. Sin embargo, en una investigación realizado por Tomalá (2020), en la provincia de Los Ríos la variedad Williams, presento un promedio de 66,90 cm, en el tratamiento testigo T5 en la variable diámetro del fuste, lo que podría indicar que la ausencia de aplicaciones de bioestimulante no tuvo un efecto negativo en esta variable.

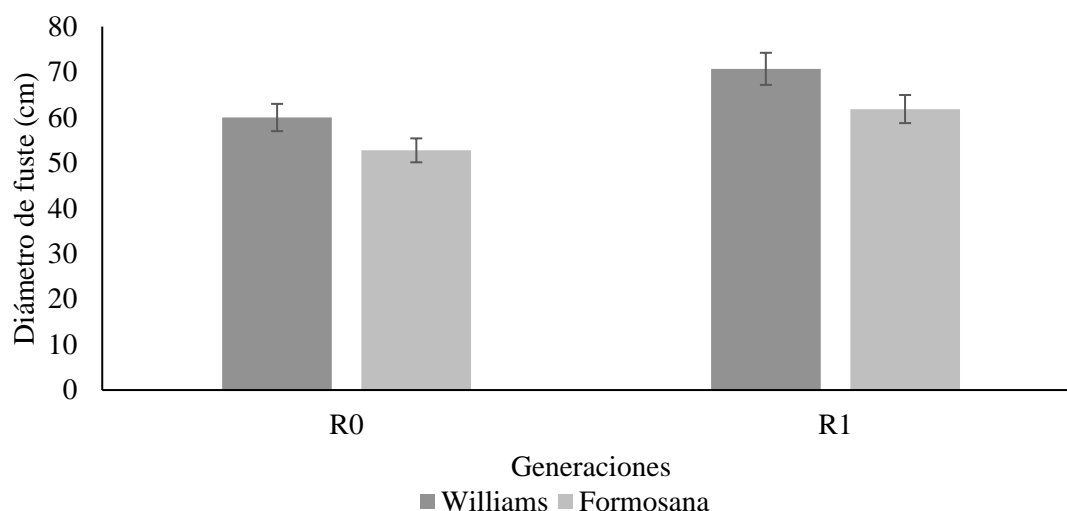
Cabe mencionar que factores como clima, manejo del cultivo, tienen influencia y pueden ocasionar que exista diferencias.

**Tabla 4.** Datos generales diámetro de fuste de dos variedades de banano evaluadas en cosecha, durante dos ciclos del cultivo.

Variable	n	Media		D.E (dif)	LI (95%)	LS (95%)	T	Bilateral
Williams	50	65,37	a	3,02	64,51	66,23	153,22	<0,0001
Formosana	50	57,34	b	3,68	56,29	58,38	110,28	<0,0001

n: tamaño muestral, Media: media muestral, D.E: Desviación estándar, T: valor del estadístico de la prueba, Intervalo de confianza: nivel de confianza elegido.

La **figura 2** presenta los resultados de las medias de la variable diámetro de fuste de las variedades Williams y Formosana. Las diferencias se pueden verificar entre las observaciones, Williams y Formosana fue de 7,23 cm en R0; mientras que en R1 se presentó una desigualdad de 8,85 cm.



**Figura 2.** Diámetro de fuste de banano de las variedades Williams y Formosana

### 3.1.2 Altura de la planta

A continuación, **Tabla 5** es evidente que los resultados obtenidos de la altura de planta. Se registró una desigualdad de 0,50 cm en la media, en la desviación estándar se registra una diferencia de 0,10 cm. Respecto a la T calculada, se observaron variaciones en ambas variedades con valores de 171,10 para Williams y 78,95 para Formosana. En lo que respecta al intervalo de confianza al 95% cabe destacar que Williams está comprendido entre 2,98 m y 3,05 m. Por su parte Formosana presentó un diámetro que oscila entre 2,44 m y 2,57 m de altura.

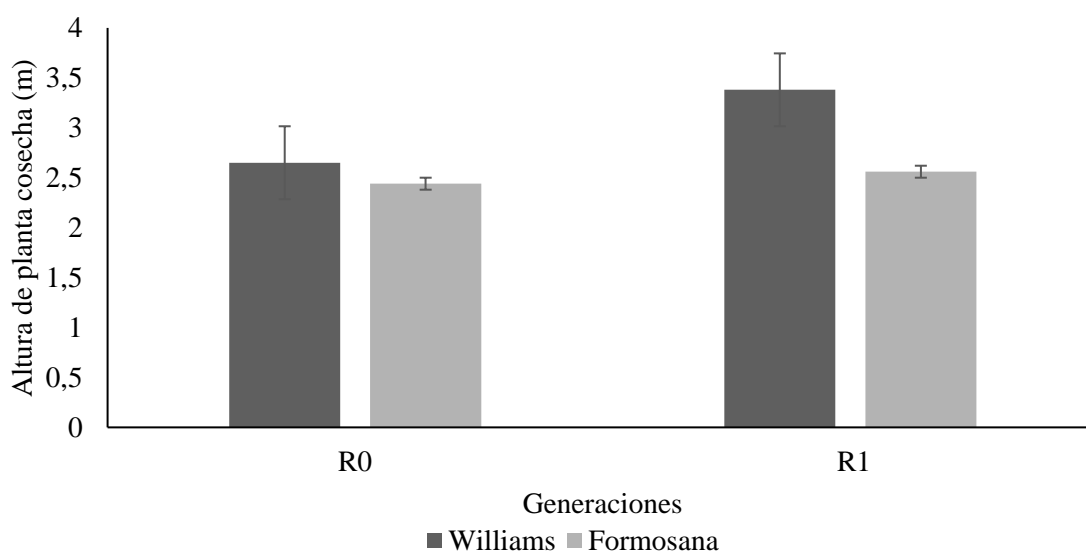
Los datos obtenidos en este trabajo coinciden con los de Torres *et al.* (2020), mencionan que la altura de la planta en la etapa de cosecha en la variedad Williams obtuvo 2,83 m y en la variedad Formosana 2,49 m. Mintoff *et al.* (2021), evaluaron 24 cultivares de banano, incluyendo Williams y Formosana mostraron alturas promedio para Williams de 2,55 m y Formosana 2,79 m.

**Tabla 5.** Datos generales altura de planta de dos variedades de banano evaluadas en cosecha, durante dos ciclos del cultivo.

Variable	n	Media		D.E (dif)	LI (95%)	LS (95%)	T	Bilateral
Williams	50	3,01	a	0,12	2,98	3,05	171,1	<0,0001
Formosana	50	2,51	b	0,22	2,44	2,57	78,95	<0,0001

n: tamaño muestral, Media: media muestral, D.E: Desviación estándar, T: valor del estadístico de la prueba, Intervalo de confianza: nivel de confianza elegido.

En la **figura 3** muestra los resultados del crecimiento promedio de las plantas en las dos generaciones dadas. La variedad Williams se observa proporcionalmente superior, el cual reflejan las desigualdades durante las 2 evaluaciones realizadas en la cosecha. La variación entre las observaciones Williams y Formosana fue de 0,20 cm en R0; mientras que en R1 se presentó una disparidad de 0,82 cm evidenciando diferencias en las variedades de estudio.



**Figura 3.** Altura de la planta de banano de las variedades Williams y Formosana

### 3.1.3 Número de hojas a cosecha

Según **Tabla 6**, se detallan los resultados de las generaciones estudiadas. Se evidenció una desigualdad de 0,71 en la media, en la desviación estándar se registra una diferencia de 0,05. En relación a la T calculada, ambas variedades presentaron variaciones con valores de 87,88 para Williams y 87,29 para Formosana. En cuanto al intervalo de confianza al 95% es importante señalar que para la variedad Williams se presentó un rango de 7,21 a 7,55 hojas hasta la cosecha, mientras que Formosana presentó un rango de 6,52 a 6,82 hojas.

Los resultados obtenidos por Belduma (2021), quien realizó un estudio utilizando cuatro cultivares de banano, entre ellos la variedad Williams, determinó que, a pesar de no haber discrepancia, se observa una tendencia. El tratamiento biochar de banano en dosis de 5 g, tiene el mayor número promedio de hojas al corte (6,3), seguido del tratamiento raquis (6,0), hoja (5,3) y pseudotallo (5,1). El testigo absoluto tiene el menor promedio (4,6).

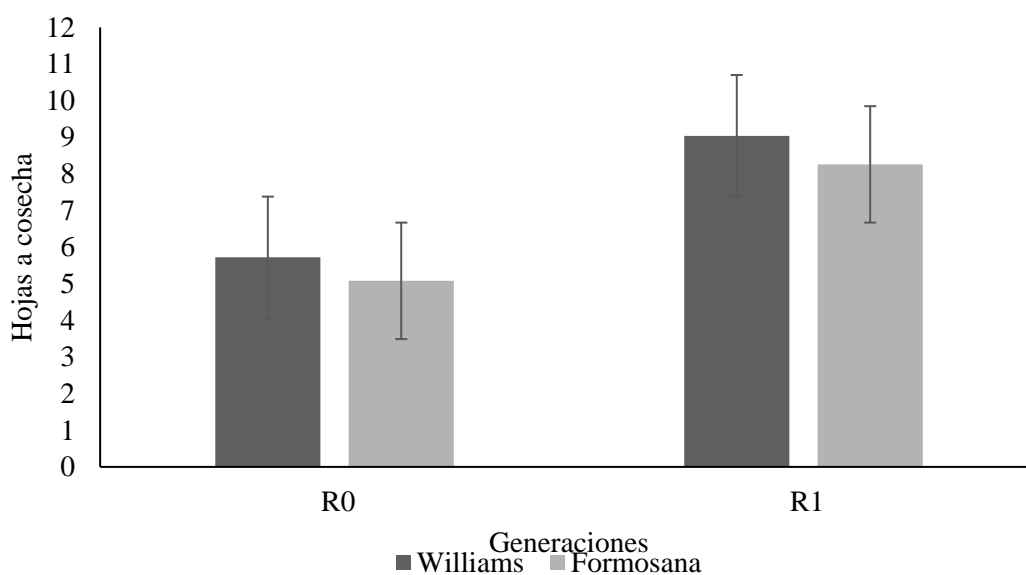
Cayón (2004), demuestra en su trabajo que la cantidad de hojas sanas que una planta de banano conserva durante el período de llenado de los frutos tiene una influencia directa en su rendimiento final, mayor peso del racimo, número de manos y dedos por mano, para el crecimiento y desarrollo de los frutos se requiere mínimo de 7 a 10 hojas funcionales

**Tabla 6.** Datos generales hojas a cosecha de dos variedades de banano evaluadas en cosecha, durante dos ciclos del cultivo.

Variable	n	Media		D.E (dif)	LI (95%)	LS (95%)	T	Bilateral
Williams	50	7,38	a	0,59	7,21	7,55	87,88	<0,0001
Formosana	50	6,67	b	0,54	6,52	6,82	87,29	<0,0001

n: tamaño muestral, Media: media muestral, D.E: Desviación estándar, T: valor del estadístico de la prueba, Intervalo de confianza: nivel de confianza elegido.

En la **figura 4** se muestran las diferencias estadísticas de las variedades evaluadas en las generaciones R0 y R1, cuyos valores cuantitativos de la variedad Williams es superior al Formosana, en el desarrollo de número de hojas por plantas.



**Figura 4.** Número de hojas de las variedades Williams y Formosana

## 3.2 Variables evaluadas al racimo

### 3.2.1 Peso del racimo

Los resultados que se muestran en la **Tabla 7** corresponden a los datos de las generaciones estudiadas. Se observó una disparidad de 3,38 kg en la media, en la

desviación estándar se registra una desigualdad de 1,45. En lo que concierne a la T calculada, se identificaron distinciones entre ambas variedades con valores de 30,40 para Williams y 35,97 para Formosana. El intervalo de confianza al 95% resultó relevante, el peso del racimo en Williams oscilo entre un mínimo de 20,43 kg y un máximo de 23,32 kg. En cambio, Formosana presento un rango de peso de racimo entre 17,46 kg y 19,53 kg. Esta variación en el peso del racimo destaca una de las características distintivas entre las variedades Williams y Formosana.

En esta investigación, se obtuvo hallazgos superiores a los de Torres *et al.* (2020), en el peso del racimo en la variedad Williams y Formosana, en estos datos, manifiestan que tuvieron un peso en Williams de 17,02 kg y en la variedad Formosana 16,80 kg. Si bien los resultados de este estudio sobre el peso del racimo en las variedades son superiores a las de los autores antes mencionado, difieren de los encontrados por Belduma (2021), en el trabajo realizado en la variedad Williams el manifiesta que el peso promedio fue de 24,55 kg en el T2 Biocarbón de hoja de banano con dosis mensual de 5g.

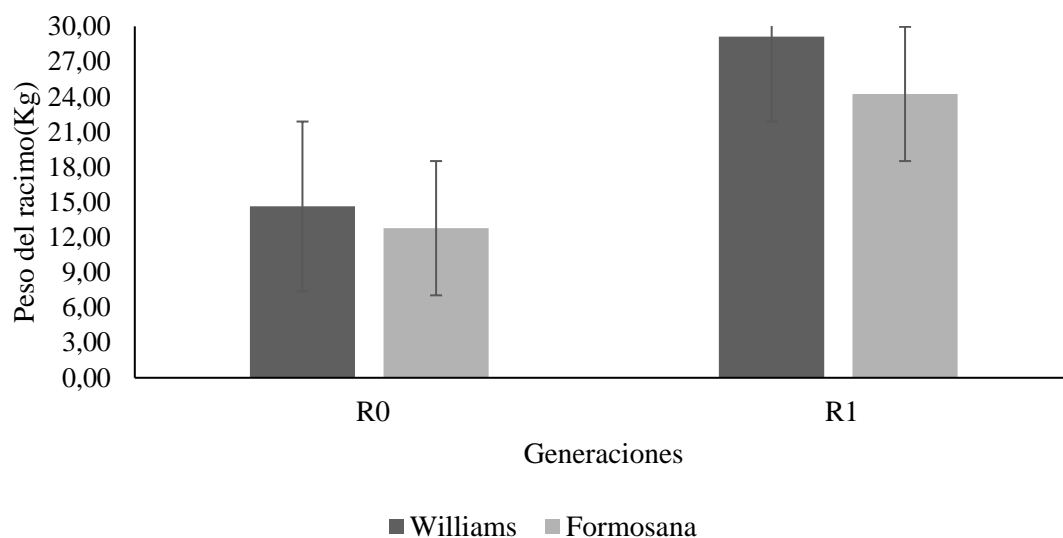
Además, Barrezueta *et al.* (2022), mencionan que el biocarbón es un elemento indispensable que puede mejorar la fertilidad del suelo, la retención de agua y la actividad microbiana, lo que puede conducir a un mejor crecimiento y rendimiento de las plantas

**Tabla 7.** Datos generales peso del racimo de dos variedades de banano evaluadas en cosecha, durante dos ciclos del cultivo.

Variable	n	Media		D.E (dif)	LI (95%)	LS (95%)	T	Bilateral
Williams	50	21,87	a	5,09	20,43	23,32	30,40	<0,0001
Formosana	50	18,49	b	3,64	17,46	19,53	35,97	<0,0001

n: tamaño muestral, Media: media muestral, D.E: Desviación estándar, T: valor del estadístico de la prueba, Intervalo de confianza: nivel de confianza elegido.

La **figura 5** presenta los resultados de las medias evaluadas de la variable peso de racimo entre las generaciones R0 y R1. La diferencia promedio en el peso del racimo entre las variedades es de 1,86 kg en R0 y 4,89 kg en R1.



**Figura 5.** Peso del racimo de banano, variedades Williams y Formosana.

### 3.2.2 Peso raquis

En la **Tabla 8** se presenta los resultados estadísticos de las variedades en estudio. A partir de estos datos, podemos distinguir si existe variación durante los dos ciclos del cultivo en cosecha. Se comprueba que la variedad Williams es distinta a Formosana, con una diferencia de 0,94 kg. En la desviación estándar se registra una variación de 0,35. En la T calculada, las dos variedades mostraron diferencias con valores de 27,22 en Williams y 31,87 para Formosana. En lo que concierne al intervalo de confianza al 95% es importante mencionar que Williams alcanzó un peso del raquis de 3,61 y 4,19 kg, mientras que en Formosana varió entre 2,78 kg y 3,15 kg.

Esto presenta una desigualdad con los hallazgos de Mendieta (2012), quién en su investigación con cinco dosis de fertilización a base de azufre en la variedad Williams, obtuvo un peso promedio de raquis de 2,87 kg/ha<sup>-1</sup> con una dosis de 150 kg/ha<sup>-1</sup> de S, resultados similares a los observados en este estudio.

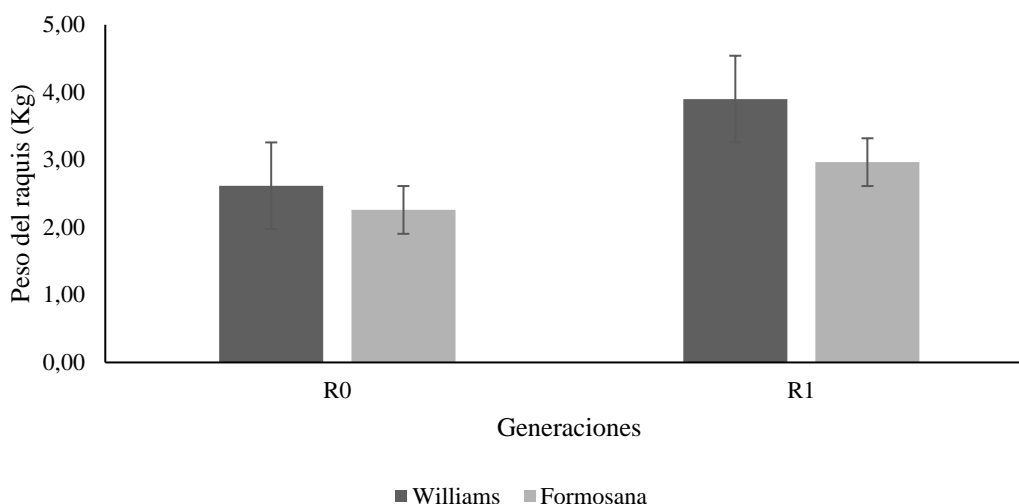
**Tabla 8.** Datos generales peso del raquis de dos variedades de banano evaluadas en cosecha, durante dos ciclos del cultivo.

Variable	n	Media		D.E (dif)	LI (95%)	LS (95%)	T	Bilateral
Williams	50	3,9	a	1,01	3,61	4,19	27,22	<0,0001
Formosana	50	2,96	b	0,66	2,78	3,15	31,87	<0,0001

n: tamaño muestral, Media: media muestral, D.E: Desviación estándar, T: valor del estadístico de la prueba, Intervalo de confianza: nivel de confianza elegido.



En la **figura 6** se indican los resultados de las medias de peso de raquis en las dos generaciones dadas. La variedad Williams se muestra proporcionalmente superior a la variedad Formosana, el cual reflejan las desigualdades durante las 2 evaluaciones realizadas en la cosecha. La variación entre las observaciones Williams y Formosana fue de 0,36 kg en R0; mientras que en R1 se presentó una disparidad de 0,93 kg.



**Figura 6.** Peso del raquis de banano, variedades Williams y Formosana

### 3.2.3 Número de manos por racimo

En la **Tabla 9** se observan los resultados de las variedades en estudio, en donde se evidenciaron discrepancias. En las medias se logró obtener una disparidad de 0,82, en la desviación estándar se registra una desigualdad de 0,35. Sobre la T calculada, hubo discrepancias entre ambas variedades con valores de 62,86 para Williams y 95,47 para Formosana. Con referencia al intervalo de confianza al 95%, cabe señalar que Williams tuvo la capacidad de desarrollar un total de 7 manos, en comparación con las 6 manos en Formosana. Esta variación en el número de manos es una característica distintiva que diferencia a estas dos variedades.

En cuanto al número de manos por racimo, los hallazgos de este estudio presentan similitud a los reportados por Belduma (2021), en donde observó un promedio de 7,6 unidades de manos por racimo cosechado en Williams, fue el T3 Biocarbón de dedos de banano, con dosis mensual de 5g. Los hallazgos del trabajo de Tomalá (2020), también coinciden con los de este estudio en cuanto al número promedio de manos por racimo en el tratamiento testigo T5 con aplicación de bioestimulante Quantis 0-0-0-0- en la variedad

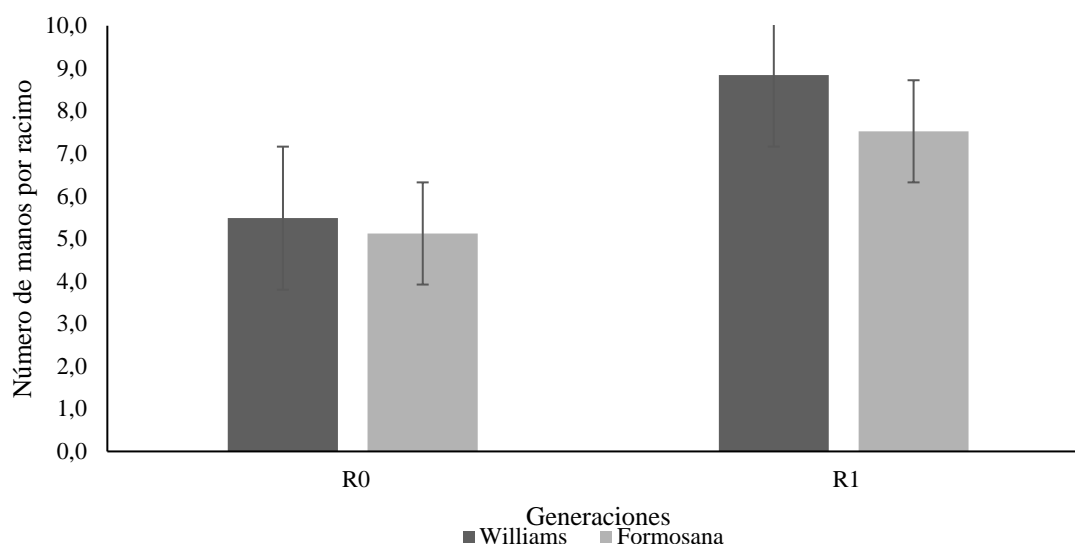
Williams, obteniendo como resultado un valor de 6,90 unidades de manos, es posible que la ausencia de bioestimulantes no haya influido negativamente en esta variable.

**Tabla 9.** Datos generales número de manos de dos variedades de banano evaluadas en cosecha, durante dos ciclos del cultivo.

Variable	n	Media		D.E (dif)	LI (95%)	LS (95%)	T	Bilateral
Williams	50	7,44	a	0,84	7,2	7,68	62,86	<0,0001
Formosana	50	6,62	b	0,49	6,48	6,76	95,47	<0,0001

n: tamaño muestral, Media: media muestral, D.E: Desviación estándar, T: valor del estadístico de la prueba, Intervalo de confianza: nivel de confianza elegido.

En la **figura 7** indica los resultados de las medias de número de manos en cosecha en ambas generaciones. La variedad Williams se muestra superior a la variedad Formosana. La diferencia promedio en el número de manos en cosecha entre las variedades es de 0,36 en R0 y 1,32 en R1.



**Figura 7.** Número de manos en cosecha, variedades Williams y Formosana

### 3.2.4 Número de dedos por racimo

Se puede observar los resultados en número de dedos por racimo en los dos ciclos de cosecha en la **Tabla 10** de las variedades en estudio, en cuya tabla, se puede reconocer, que existe variaciones durante las dos generaciones del cultivo. Se puede verificar al comparar las medias, se comprobó una desigualdad de 18,34, en la desviación estándar se registró una diferencia de 3,91. En el caso de la T calculada, presentaron discrepancias en ambas variedades con valores de 54,78 para Williams y 62,61 para Formosana. En el caso del intervalo de confianza al 95% es importante mencionar que la variedad Williams

se pudo desarrollar un rango de 109 a 118 dedos por racimo, en comparación con los 92 a 98 dedos por racimo que produce Formosana. Esta variación en el número de dedos por racimo no solo es evidente, sino que también se ha comprobado como significativamente distinta entre las dos variedades.

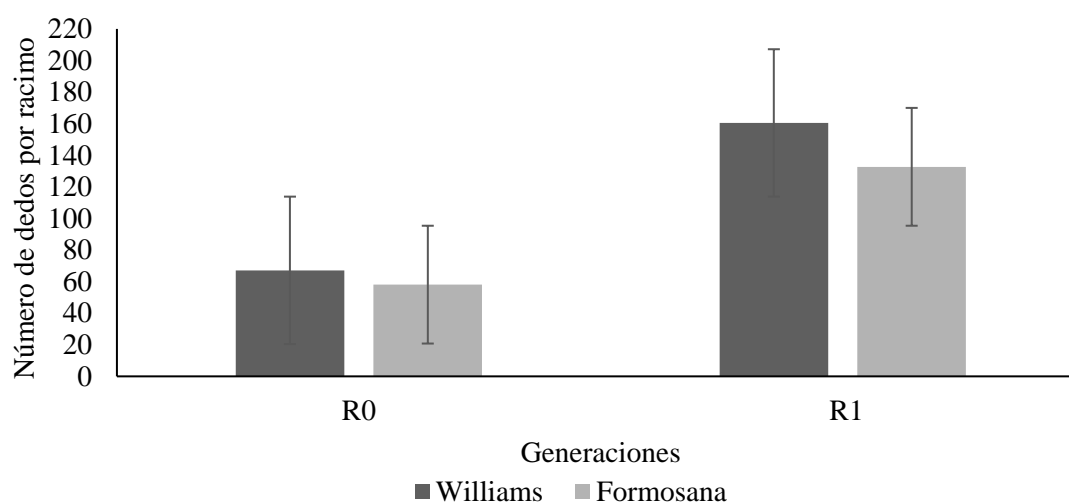
En contraste con los hallazgos de Torres *et al.* (2020), en este estudio se observaron valores promedio de 144,5 en la variedad Williams y en la variedad Formosana de 141,7 dedos por racimo. Esta discrepancia podría deberse a diversos factores, como las condiciones de cultivo, las prácticas agrícolas empleadas o las características específicas de los materiales vegetales utilizados. En una investigación realizada por Mendieta (2012), a aplicación de fertilizante con azufre a una dosis de 150 kg/ha<sup>-1</sup> aumentó el número promedio de dedos por racimo en la variedad Williams a 104.

**Tabla 10.** Datos generales número de dedos por racimo de dos variedades de banano evaluadas en cosecha, durante dos ciclos del cultivo.

Variable	n	Media		D.E (dif)	LI (95%)	LS (95%)	T	Bilateral
Williams	50	114,00	a	14,71	109,82	118,18	54,78	<0,0001
Formosana	50	95,66	b	10,8	92,59	98,73	62,61	<0,0001

n: tamaño muestral, Media: media muestral, D.E: Desviación estándar, T: valor del estadístico de la prueba, Intervalo de confianza: nivel de confianza elegido.

En la **figura 8** muestra el promedio de dedos en cosecha de las variedades Williams y Formosana. La variedad presenta un mayor número de dedos en cosecha que Formosana en ambas generaciones. La diferencia promedio en el número de dedos en cosecha entre las variedades es de 9,06 en R0 y 27,78 en R1.



**Figura 8.** Número de dedos en cosecha, variedades Williams y Formosana.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### *Conclusiones*

- La evaluación de las características morfológicas de las variedades Williams y Formosana de banano reveló diferencias en las variables analizadas, ambas variedades mostraron un buen desempeño, pero la variedad Williams se destacó ligeramente, esta superioridad, sugiere que la variedad Williams podría tener una ventaja competitiva en términos de desarrollo y potencial productivo
- Tanto la variedad Williams como la variedad Formosana presentan características que las hacen adecuadas para las condiciones específicas de San Rafael, provincia de Santa Elena. Williams se destaca por sus resultados superiores, lo que la posiciona como la opción más recomendable. Sin embargo, la variedad Formosana también demuestra una buena adaptación a las condiciones y podría ser utilizada con éxito.
- La variedad Williams presenta un rendimiento superior en todas las variables evaluadas.

### *Recomendaciones*

- Se sugiere continuar con las evaluaciones de las características morfológicas de las variedades de banano al menos hasta la quinta generación. Esta continuidad en el estudio permitirá observar y analizar con mayor precisión las diferencias de ambas variedades.
- Es importante comparar los resultados con estudios previos, validar sus hallazgos preliminares y proporcionar datos valiosos para optimizar las prácticas agrícolas del banano y mejorar la toma de decisiones en la industria bananera.
- Se recomienda realizar un estudio para evaluar el rendimiento y la comercialización de las variedades Williams y Formosana, donde se debería comparar el peso total del racimo y relacionar estos datos con la aceptación en el mercado y los precios de venta.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acaro, L.M. y Córdova, A.N. (2021) 'Evolución en las exportaciones de banano e impacto del desarrollo económico, provincia de El Oro 2011 - 2020, pre-pandemia, pandemia; aplicando series de tiempo', *Dominio de las Ciencias*, 7(3), pp. 1558–1577. Available at: <https://doi.org/10.23857/dc.v7i3.2074>.
- Álvarez, J.H. (2013) *cultivo de plátano, cultivo de plátano*. Available at: <https://cultivodeplatano.com/tag/desbellote/>.
- Anchundia, D.B. (2018) *Implementación de un sistema de monitoreo para el proceso de fumigación de clústers de banano, que permita evitar el deterioro de este producto durante su exportación*. ESPOL.
- Andrade, C. Cabrera, C. Sambonino, B. López, C. Poveda, G. (2020) 'Afectación a las exportaciones de banano ecuatoriano a causa de la pandemia por el covid19', *Congreso Internacional Virtual Sobre Covid-19.*, p. 14.
- Andrade, R.A. (2021) *Principales labores de empaque en banano (Musa paradisiaca AAA) de exportación en la Finca Aurora – Vinces – Los Ríos*. bachelorThesis. Babahoyo: UTB, 2021. Available at: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/9218>.
- Armendáriz, I. Landázuri, P. Taco, J. Ulloa, S. (2016) 'Efectos del control del picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) en el plátano', *Agronomía Mesoamericana*, 27(2), pp. 319–327. Available at: <https://doi.org/10.15517/am.v27i2.20552>.
- Baridón, E. Vailatti, R. y Rachoski, A. (2017) 'Fertilización de banano (*Musa paradisiaca* L.) en Formosa, Argentina: Rendimientos y resultados económicos'.
- Barrezueta, S. Condo, A. y Sanchez, S. (2022) 'Efecto del biocarbón en el desarrollo de las plantas de banano (*Musa* AAA) en fincas a partir de un manejo orgánico y convencional', *Enfoque UTE*, 13(3), pp. 29–44. Available at: <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.815>.
- Barriga, M. (2022) 'Ecuador: Exportaciones de bananos totalizan 234,42 millones de cajas durante enero a agosto del 2022', *PortalFruticola.com*, 23 September. Available at: <https://www.portalfruticola.com/noticias/2022/09/23/ecuador-exportaciones-de-bananos-totalizan-23442-millones-de-cajas-durante-enero-a-agosto-del-2022/>.

- Belduma, B.F. (2021) 'Biocarbon obtenido de restos de plantas cosechadas como enmienda edáfica vegetal en el cultivo de banano (*Musa x paradisiaca* L.).' Available at: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/17463>.
- Blasco, G. y Gómez, F.J. (2014) 'Propiedades funcionales del plátano (*Musa sp*)'. Available at: [https://www.uv.mx/rm/num\\_anteriores/revmedica\\_vol14\\_num2/articulos/propiedades.pdf](https://www.uv.mx/rm/num_anteriores/revmedica_vol14_num2/articulos/propiedades.pdf).
- Bustamante, V.G. y Gómez, D.T. (2019) 'Efecto de la aplicación de auxinas y calcio a las últimas manos del racimo del banano para mejorar calibración y largo de dedos de la fruta', *Alternativas*, 20(3), pp. 48–53.
- Candelario, A. (2023) *Este es el Formosana 218, el banano tolerante al Fusarium raza 4 que se prueba en dos provincias de Ecuador, Camae*. Available at: <http://www.camae.org/fusarium/este-es-el-formosana-218-el-banano-tolerante-al-fusarium-raza-4-que-se-prueba-en-dos-provincias-de-ecuador/>.
- Cayón, D.G. (2004) 'Ecofisiología y productividad del plátano (*Musa* AAB Simmonds)', pp. 172–181.
- Colque, O. (2017) 'Rendimiento y calidad de fruta de cuatro clones de banano (*Musa aaa*) en el subtrópico de la Provincia Formosa, Argentina', *Revista de Investigación Agropecuaria y Forestal Boliviana - RIAFB*, 4(9), pp. 15–21.
- Conferencia de las Naciones Unidas para el Comercio y el Desarrollo. (2017) 'Banano - Perfil de INFOCOMM', *Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo* [Preprint]. Available at: [https://unctad.org/es/system/files/official-document/INFOCOMM\\_cp01\\_Banana\\_es.pdf](https://unctad.org/es/system/files/official-document/INFOCOMM_cp01_Banana_es.pdf).
- Dale, J. James, A. Paul, J. Khanna, H. Smith, M. Peraza, S. Garcia, F. Kema, G. Waterhouse, P. Mengersen, K. Harding, R. (2017) 'Transgenic Cavendish bananas with resistance to Fusarium wilt tropical race 4', *Nature Communications*, 8(1), p. 1496. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41467-017-01670-6>.
- Díaz, H.G. Díaz, H. Barboza, L.J. Méndez, S. (2021) 'Impacto de la variabilidad climática en la economía de los productores de plátano de comunidades nativas de la

- Amazonia Peruana', *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(3), pp. 3225–3246. Available at: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v5i3.528](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i3.528).
- Erazo, M.A. Prado, E. Cervantes, A. Vite, H. (2021) 'Análisis de regulación del precio de la caja de banano en Ecuador período 2015- 2020', *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 4(S1), pp. 210–217.
- Galán, V. Rangel, A. Lopez, J. Hernandez, J. Sandoval, J. Rocha, H. (2018) 'Propagación del banano: técnicas tradicionales, nuevas tecnologías e innovaciones', *Revista Brasileira de Fruticultura*, 40, p. e. Available at: <https://doi.org/10.1590/0100-29452018574>.
- Galarza, L. (2019) 'Tierra, trabajo y tóxicos: sobre la producción de un territorio bananero en la costa sur del Ecuador', *Estudios atacameños*, (63), pp. 341–364. Available at: <https://doi.org/10.22199/issn.0718-1043-2019-0034>.
- García, P. (2020) *Cuidados del cultivo de Banano, PODAGRO*. Available at: <https://podagro.com/articulos/cuidados-del-cultivo-de-banano/>.
- Guerrero, C.M. (2020) 'Efecto de protección del racimo de banano orito (*Musa spp.*) en dos períodos de enfunde.' Available at: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6012>.
- Guerrero, J.N. Pontón, A.M. Guncay, I.G. Batista, R.M. (2019) 'Evaluación de la aplicación de fertilizante al pseudotallo de plantas cosechadas de banano (*Musa x paradisiaca* L.) Y su efecto en la velocidad de crecimiento del hijo retorno', *Revista científica agroecosistemas*, 7(2), pp. 190–197.
- Hernández, C.M. y Serrano, M.R. (2016) 'Deshijado de la platanera', p. 24.
- INFOAGRO (2016) *El cultivo del plátano (banano)*. Available at: [https://www.infoagro.com/documentos/el\\_cultivo\\_del\\_platano\\_\\_banano\\_.asp](https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_platano__banano_.asp).
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (2015) 'Banano, plátano y otras musáceas – Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias'. Available at: <https://www.iniap.gob.ec/banano-platano-y-otras-musaceas/>.
- Intagri (2018) *Requerimientos de Clima y Suelo para el Cultivo de Banano*. Available at: <https://www.intagri.com/articulos/frutales/requerimientos-de-clima-y-suelo-para-el-cultivo-de-banano>.

- Larrea, J.A. (2020) *Elaboración de un manual fitosanitario de las principales enfermedades de banano (Musa × paradisiaca L.), en Baba, Los Ríos, Ecuador*. Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2020. Available at: <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6892>.
- León, J.P. (2023) ‘Análisis de la producción y comercialización de banano en la provincia de El Oro en el periodo 2018-2022’, *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), pp. 7494–7507. Available at: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i1.4981](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4981).
- Limón, E.B. (2022) *Estado físico, químico y microbiológico del suelo en cultivo de banano de las variedades Gran Enano y Gran Williams, en la provincia de Los Ríos, Quevedo*. bachelorThesis. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2022. Available at: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8734>.
- López, J. y Pérez, J. (2014) *Historia natural de los plátanos y las bananas, Revista Quercus*. Available at: <https://www.revistaquercus.es/noticia/4404/articulos/historia-natural-de-los-platanos-y-las-bananas.html>.
- López, S.P. y Castaño, J. (2019) ‘Manejo integrado del mal de Panamá [Fusarium oxysporum Schlechtend.: Fr. sp. cubense (E.F. SM.) W.C. Snyder & H.N. Hansen]: una revisión’, *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 22(2). Available at: <https://doi.org/10.31910/rudca.v22.n2.2019.1240>.
- Martínez, G. Rey, J. C. Pargas, R. E. Domínguez, M. (2020) ‘Actualización sobre el manejo de la marchitez por Fusarium Raza 4 Tropical en musáceas’, *Agronomía Tropical*, 70, pp. 1–18. Available at: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4291108>.
- Mendieta, S.E. (2012) ‘Evaluación de cinco dosis de fertilización a base de azufre en el crecimiento y desarrollo del cultivo de banano (*Musa sp.*) en la zona de Babahoyo.’ Available at: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/2252>.
- Meza, J.E. (2013) *Propagación vegetativa de plátano dominique (musa paradisiaca) bajo dos porcentajes de sombra con la aplicación de cuatro dosis de benzilaminopurina (bap) en el cantón El Empalme provincia del Guayas*. bachelorThesis. Latacunga / UTC / 2013. Available at: <http://localhost/handle/27000/2551>.



- Mintoff, S.J.L. Ngunyen, T. V. Kelly, C. Cullen, S. Hearnden, M. Williams, R. Daniels, J. Tran, L. (2021) 'Banana Cultivar Field Screening for Resistance to *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* Tropical Race 4 in the Northern Territory', *Journal of Fungi*, 7(8), p. 627. Available at: <https://doi.org/10.3390/jof7080627>.
- Moreira, C.E. (2017) 'Evaluación de tres insecticidas orgánicos en el control de Cochinilla (*Dysmicoccus texensis*) en el cultivo de banano (*Musa* spp.) variedad Williams en la época lluviosa en la zona La Maná.' Available at: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3270>.
- Muñoz, S. Cadena, D. Torres, Y. Reyes, M. (2022) 'Características de la comercialización del cultivo de plátano Cavendish en el cantón Las Nave', *Revista Científica Interdisciplinaria Investigación y Saberes*, 12(3). Available at: [http://revistasdigitales.utelvt.edu.ec/revista/index.php/investigacion\\_y\\_saberes/article/view/188](http://revistasdigitales.utelvt.edu.ec/revista/index.php/investigacion_y_saberes/article/view/188).
- Nyombi, K. (2020) 'Diagnosis and management of nutrient constraints in bananas (*Musa* spp.)', in A.K. Srivastava and C. Hu (eds) *Fruit Crops*. Elsevier, pp. 651–659. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818732-6.00044-7>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2017) 'Foro mundial bananero | Prácticas Ambientales | Huella de agua'.
- Padilla, J.A. (2021) *Comportamiento productivo de la adición de rechazo de banano Cavendish, Musa acuminata Cavendish Subgroup, cocido en la alimentación de cerdos posdestete*. bachelorThesis. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2021. Available at: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/6368>.
- Patricia (2018) 'The bagging calendar for bananas', *BANABIO S.A.*, 5 July. Available at: <https://www.banabiosa.com/bagging-calendar-technique-for-bananas/>.
- Proa, D. (2021) *Programa de Nutrición y sus Beneficios en el Cultivo de Banano, Yara México*. Available at: <https://www.yara.com.mx/noticias-y-eventos/noticias-mexico/programa-de-nutricion-y-sus-beneficios-en-el-cultivo-de-banano/>.
- Quimí, C.A. (2022) Efecto del distanciamiento de siembra en la productividad del banano *Musa acuminata* en la finca Musatec, comuna San Rafael, provincia de Santa

- Elena. bachelorThesis. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena. 2022. Available at: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/8729>.
- Rodríguez, C.U. (2020) ‘Efecto de la aplicación del bioestimulante Nutrisorb® G sobre la respuesta agronómica del cultivo de banano (*Musa* AAA subgrupo Cavendish cv. Gran Enano), en Parrita, Puntarenas’. Available at: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/12243>.
- Santacruz, G. y Santacruz, E.E. (2020) ‘Evaluación del desempeño del riego por aspersión en lotes con cultivo de banana en Chiapas, México’, *Siembra*, 7(2), pp. 001–013. Available at: <https://doi.org/10.29166/siembra.v7i2.1712>.
- Suárez, C.J. (2019) *Efecto de hongos micorrízicos, Bacillus Spp y fósforo en el desarrollo vegetativo de banano (Musa paradisiaca) variedad Williams en el Cantón Valencia Provincia de Los Ríos*. Universidad técnica estatal de Quevedo.
- Tomalá, J.N. (2020) *Efecto a la aplicación de bioestimulantes en el cultivo de banano (Musa AAA) en la zona de La Unión*. bachelorThesis. Babahoyo; UTB, 2019. Available at: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/7268>.
- Toro, A.M. Arteaga, R. Vázquez, M. A. Ibáñez, L. A. (2016) ‘Requerimientos de riego y predicción del rendimiento en el cultivo de banano mediante un modelo de simulación en el Urabá antioqueño, Colombia’, *Tecnología y Ciencias del Agua*, p. 18.
- Torres, D. García, L. Bermúdez, I. Sarría, Z. Hurtado, O. Delgado, E. Pérez, A. Fernández, O. (2020) ‘Respuesta morfo-agronómica y organoléptica de cinco cultivares de banano (*Musa spp.*) en condiciones de campo’, *Bioteología Vegetal*, 20(1), pp. 43–50.
- Valdivieso, M.A. Urdaneta, A. B. Álava, A. R. Orellana, A. F. (2021) ‘Control de sigatoka negra en banano con fungicidas orgánicos en época de lluvia’, *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(1), pp. 107–112.
- Valle, D.M. (2020) Rendimiento y valor nutritivo del pasto *brachiaria brizantha* cv. marandú, en río verde, provincia de santa elena. Universidad Estatal Península De Santa Elena. Available at: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5537/1/UPSE-TIA-2020-0018.pdf>.

- Vargas, R. y Araya, M. (2018) (*PDF*) Contenido de raíces en plantaciones comerciales de banano muestreadas en el intermedio madre hijo y frente del hijo de sucesión. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/333802941\\_Contentido\\_de\\_raices\\_en\\_plantaciones\\_comerciales\\_de\\_banano\\_muestreadas\\_en\\_el\\_intermedio\\_madre\\_hijo\\_y\\_frente\\_del\\_hijo\\_de\\_sucesion](https://www.researchgate.net/publication/333802941_Contentido_de_raices_en_plantaciones_comerciales_de_banano_muestreadas_en_el_intermedio_madre_hijo_y_frente_del_hijo_de_sucesion).
- Vélez, P. (2023) 'Elaboration of a thematic map on the pests that attack banana crops (*Musa x paradisiaca*) using sigma tools', *Centrosur Agraria*, 1(19). Available at: <https://doi.org/10.37959/revista.v1i19.250>.
- Villón, J. (2021) *Santa Elena apuesta por el banano orgánico*, *El Universo*. Available at: <https://www.eluniverso.com/noticias/economia/santa-elena-apuesta-por-el-banano-organico-nota/>.

## ANEXOS

### *Anexo 1A.* Prueba de T para observaciones pareadas en diámetro del fuste en cosecha

Semana evaluada	Obs (1)	Obs (2)	N	Media (dif)	Media (1)	Media (2)	D.E (dif)	LI (95%)	LS (95%)	T	Bilateral
R0 Cosecha	Williams	Formosana	50	7,23	59,99	52,76	6,37	5,42	9,04	8,03	<0,0001
R1 Cosecha	Williams	Formosana	50	8,85	70,70	61,85	6,83	6,91	10,79	9,16	<0,0001

### *Anexo 2A.* Prueba de T para observaciones pareadas en altura de planta en cosecha

Semana evaluada	Obs (1)	Obs (2)	N	Media (dif)	Media (1)	Media (2)	D.E (dif)	LI (95%)	LS (95%)	T	Bilateral
R0 Cosecha	Williams	Formosana	50	0,2	2,65	2,44	0,26	0,13	0,28	5,56	<0,0001
R1 Cosecha	Williams	Formosana	50	0,82	3,38	2,56	0,43	0,7	0,94	13,65	<0,0001

### *Anexo 3A.* Prueba de T para observaciones pareadas en número de hojas a cosecha

Semana evaluada	Obs (1)	Obs (2)	N	Media (dif)	Media (1)	Media (2)	D.E (dif)	LI (95%)	LS (95%)	T	Bilateral
R0 Cosecha	Williams	Formosana	50	0,64	5,72	5,08	1,24	0,29	0,99	3,65	0,0006
R1 Cosecha	Williams	Formosana	50	0,78	9,04	8,26	1,02	0,49	1,07	5,43	<0,0001

### *Anexo 4A.* Prueba de T para observaciones pareadas en peso del racimo

Semana evaluada	Obs (1)	Obs (2)	N	Media (dif)	Media (1)	Media (2)	D.E (dif)	LI (95%)	LS (95%)	T	Bilateral
R0 Cosecha	Williams	Formosana	50	4,09	32,26	28,17	6,99	2,1	6,07	4,13	0,0001
R1 Cosecha	Williams	Formosana	50	10,79	64,20	53,41	28,5	2,69	18,89	2,68	0,0101

### *Anexo 5A.* Prueba de T para observaciones pareadas en peso del raquis

Semana evaluada	Obs (1)	Obs (2)	N	Media (dif)	Media (1)	Media (2)	D.E (dif)	LI (95%)	LS (95%)	T	Bilateral
R0 Cosecha	Williams	Formosana	50	0,79	5,77	4,98	1,96	0,23	1,34	2,85	0,0064
R1 Cosecha	Williams	Formosana	50	2,06	8,60	6,54	3,04	1,19	2,92	4,78	<0,0001

### *Anexo 6A.* Prueba de T para observaciones pareadas en número de manos por racimo

Semana evaluada	Obs (1)	Obs (2)	N	Media (dif)	Media (1)	Media (2)	D.E (dif)	LI (95%)	LS (95%)	T	Bilateral
R0 Cosecha	Williams	Formosana	50	0,36	5,48	5,12	0,6	0,19	0,53	4,26	0,0001
R1 Cosecha	Williams	Formosana	50	1,32	8,84	7,52	1,72	0,83	1,81	5,43	<0,0001

**Anexo 7A.** Prueba de T para observaciones pareadas en número de dedos por racimo

Semana evaluada	Obs (1)	Obs (2)	N	Media (dif)	Media (1)	Media (2)	D.E (dif)	LI (95%)	LS (95%)	T	Bilateral
R0 Cosecha	Williams	Formosana	50	9,06	67,14	58,08	11,3	5,84	12,28	5,66	<0,0001
R1 Cosecha	Williams	Formosana	50	27,78	160,46	132,7	34,8	17,89	37,67	5,64	<0,0001

**Anexo 8A.** Selección e identificación de plantas



**Anexo 9A.** Cosecha de racimos



**Anexo 10A.** Toma de datos en campo



*Anexo IIA.* Racimos en planta empacadora

