

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**T E S I S**

**Inducción hormonal en la producción de plántones de plátano**

**(*Musa sp.*) en Vitoc, Chanchamayo**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Agrónomo**

**Autor:**

**Bach. Heison Felix VEGA DEL AGUILA**

**Asesor:**

**MSc. Josué Hernán INGA ORTIZ**

**Cerro de Pasco - Perú – 2024**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**T E S I S**

**Inducción hormonal en la producción de plántones de plátano**

**(*Musa sp.*) en Vitoc, Chanchamayo**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

Dr. Manuel Jorge CASTILLO NOLE  
PRESIDENTE

---

Mg. Fernando James ALVAREZ RODRIGUEZ  
MIEMBRO

---

Mg. Fidel DE LA ROSA AQUINO  
MIEMBRO



**Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

**Unidad de Investigación**

**INFORME DE ORIGINALIDAD N° 0105-2024/UIFCCAA/V**

---

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por  
**VEGA DEL AGUILA, Heison Félix**

Escuela de Formación Profesional  
**Agronomía - Oxapampa**

Tipo de trabajo  
**Tesis**

**Inducción hormonal en la producción de plántones de plátano (*Musa sp.*) en Vitoc, Chanchamayo**

Asesor  
**MSc. INGA ORTIZ, Josué Hernán**

Índice de similitud  
**7%**

Calificativo  
**APROBADO**

Se adjunta al presente el reporte de evaluación del software anti plagio.

Cerro de Pasco, 05 de noviembre de 2024



Firma Digital  
Director UIFCCAA

c.c. Archivo  
LHT/UIFCCAA

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de investigación a Dios, por ser la fuente de energía espiritual que me apoya en cada reto que debo superar; y a mis padres por su apoyo constante e incondicional, por enseñarme los valores y disciplina, por sus palabras de motivación y ser mi ejemplo a seguir, porque cuando persigo lo que amo, no hay barreras insuperables ni sueños demasiado distantes para alcanzar.

**Heison**

## **AGRADECIMIENTO**

Quisiera comenzar expresando mi profundo agradecimiento a mi alma mater, la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, por haberme brindado una sólida formación académica durante todos estos años.

De igual manera, extendiendo un reconocimiento especial a mis profesores de la Escuela de Agronomía, filial Oxapampa, por compartir sus conocimientos y experiencias, guiándome con ética profesional en mi proceso formativo.

Agradezco sinceramente al Mg. Sc. Josué Hernán Inga Ortiz, asesor de esta tesis, por haberme ofrecido generosamente su tiempo, conocimientos y valiosas recomendaciones, las cuales fueron fundamentales para el desarrollo de esta investigación.

Finalmente, expreso mi gratitud al Proyecto Plátano de la Municipalidad Distrital de San Ramón, por su apoyo con instalaciones, materiales y equipos, lo que permitió llevar a cabo y culminar exitosamente esta investigación.

## RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo evaluar la inducción hormonal en la producción de plántulas de plátano (*Musa sp.*) en Vitoc, Chanchamayo, utilizando un Diseño Completo al Azar (DCA) con arreglo factorial. En la primera etapa, se analizaron tres variedades de plátano (Isla, Seda y Williams) con dos dosis de TriggrrF (citoquinina) y un tratamiento sin citoquininas para inducir brotes. En la segunda etapa, se aplicaron los enraizadores Kelpak (auxinas + citoquininas) y Radigrow (auxinas) en las mismas variedades. La investigación mostró que la aplicación de citoquininas a 1.0 L/cil en la variedad Seda permitió la emisión de brotes en menos tiempo (16.33 días), mientras que la variedad Isla, con una dosis baja de 0.5 L/cil, tardó más (20.5 días). Además, la variedad Isla con una dosis alta de TriggrrF (1.0 L/cil) produjo un mayor número de hijuelos (9), pero cuando no se aplicaron citoquininas, formó menos hijuelos. Respecto al crecimiento de las plantas, la variedad Seda con Kelpak logró la mayor altura (22.02 cm), mientras que la variedad Isla sin enraizadores mostró la menor (10.20 cm). El mayor diámetro basal de tallo se alcanzó en la variedad Williams con Kelpak y Radigrow. Además, las mejores formaciones de raíces se lograron con Kelpak en la variedad Isla (38.7 cm) y la menor longitud se observó en Isla sin enraizadores (8.3 cm). Finalmente, la variedad Williams con Kelpak formó raíces más pesadas (10 g) y hasta seis hojas, superando a la variedad Isla sin enraizadores, que tuvo el menor desarrollo en términos de peso radicular (0.9 g) y número de hojas (2).

**Palabras clave:** Inducción hormonal, citoquininas, auxinas, cámara térmica.

## ABSTRACT

The study aimed to evaluate hormonal induction in the production of banana (*Musa sp.*) seedlings in Vitoc, Chanchamayo, using a Complete Randomized Design (CRD) with a factorial arrangement. In the first stage, three banana varieties (Isla, Seda, and Williams) were analyzed with two doses of TriggrrF (cytokinin) and a treatment without cytokinins to induce shoots. In the second stage, the rooting agents Kelpak (auxins + cytokinins) and Radigrow (auxins) were applied to the same varieties. The research showed that the application of cytokinins at 1.0 L/cyl in the Seda variety allowed shoot emergence in less time (16.33 days), while the Isla variety, with a low dose of 0.5 L/cyl, took longer (20.5 days). Additionally, the Isla variety with a high dose of TriggrrF (1.0 L/cyl) produced more offshoots (9), but when no cytokinins were applied, it formed fewer offshoots. Regarding plant growth, the Seda variety with Kelpak achieved the greatest height (22.02 cm), while the Isla variety without rooting agents showed the least (10.20 cm). The largest basal stem diameter was reached in the Williams variety with Kelpak and Radigrow. Furthermore, the best root formations were obtained with Kelpak in the Isla variety (38.7 cm), and the shortest length was observed in Isla without rooting agents (8.3 cm). Finally, the Williams variety with Kelpak formed the heaviest roots (10 g) and up to six leaves, outperforming the Isla variety without rooting agents, which had the lowest root weight (0.9 g) and leaf count (2).

**Keywords:** Hormonal induction, cytokinins, auxins, thermal chamber.

## INTRODUCCIÓN

La producción de plátanos (*Musa sp.*) es una actividad agrícola de gran relevancia económica y social en diversas regiones tropicales y subtropicales del mundo. En el Perú, el cultivo de plátano constituye una fuente significativa de ingresos y empleo para numerosas comunidades, especialmente en la selva central. Vitoc, ubicado en la provincia de Chanchamayo, es una de las zonas donde el cultivo de plátano ha mostrado un notable potencial, gracias a sus condiciones climáticas favorables y suelos fértiles.

Sin embargo, la producción de plátanos enfrenta diversos desafíos que afectan la cantidad y calidad de los rendimientos. Entre estos desafíos se encuentra la propagación eficiente de plántones, que es crucial para mantener la sostenibilidad y expansión de los cultivos. La inducción hormonal se presenta como una técnica innovadora y prometedora para mejorar la producción de plántones de plátano. Esta técnica consiste en el uso de reguladores de crecimiento vegetal para estimular la formación y desarrollo de brotes y raíces en las plantas madre, facilitando la obtención de plántones vigorosos y uniformes.

El presente estudio se centra en la evaluación de la inducción hormonal en la producción de plántones de plátano en Vitoc, Chanchamayo. A través de la aplicación de diferentes hormonas y métodos de inducción, se busca determinar las condiciones óptimas que maximicen la eficiencia de propagación y la calidad de los plántones producidos. Este enfoque no solo tiene el potencial de incrementar la productividad de los cultivos de plátano, sino que también puede contribuir a la mejora de la sostenibilidad y rentabilidad de los agricultores locales.

Con este objetivo, la investigación se plantea como una oportunidad para explorar nuevas estrategias en la agricultura del plátano, aportando conocimientos que puedan ser aplicados a nivel regional y nacional. Los resultados obtenidos podrían ser utilizados para diseñar programas de capacitación y asistencia técnica para los agricultores,



promoviendo prácticas agrícolas más eficientes y sostenibles. En última instancia, este estudio pretende fortalecer la cadena productiva del plátano en Vitoc y sus alrededores, generando beneficios económicos y sociales significativos para la comunidad.

## ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

### CAPITULO I

#### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema .....	1
1.2.	Delimitación de la investigación .....	3
1.3.	Formulación del problema.....	3
1.3.1.	Problema general .....	3
1.3.2.	Problemas específicos .....	3
1.4.	Formulación de objetivos .....	4
1.4.1.	Objetivo general .....	4
1.4.2.	Objetivos específicos.....	4
1.5.	Justificación de la investigación .....	4
1.6.	Limitaciones de la investigación .....	6

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio .....	8
2.2.	Bases teóricas científicas .....	12
2.3.	Definición de términos básicos .....	29

2.4.	Formulación de hipótesis.....	30
2.4.1.	Hipótesis general .....	30
2.4.2.	Hipótesis específicas .....	30
2.5.	Identificación de variables.....	31
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores .....	31

### **CAPITULO III**

#### **METODOLOGÍA Y TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN**

3.1.	Tipo de investigación .....	32
3.2.	Nivel de investigación .....	32
3.3.	Métodos de investigación .....	33
3.4.	Diseño de investigación.....	35
3.5.	Población y muestra .....	36
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	36
3.7.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.....	37
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	37
3.9.	Tratamiento estadístico.....	40
3.10.	Orientación ética filosófica y epistémica .....	41

### **CAPÍTULO IV**

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1.	Descripción del trabajo de campo .....	42
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	45
4.3.	Prueba de hipótesis .....	58
4.4.	Discusión de resultados .....	58

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de operacionalización de variables .....	31
Tabla 2 Tratamientos de la primera etapa .....	36
Tabla 3 Tratamientos de la segunda etapa.....	37
Tabla 4 Análisis de varianza.....	41
Tabla 5 Resultados del análisis de sustrato .....	43
Tabla 6 Precipitación mensual en Vitoc, diciembre 2023 a abril 2024 .....	44
Tabla 7 Análisis de varianza para número de días al brotamiento (n°).....	45
Tabla 8 Prueba de Tukey para el efecto variedad de plátano en el número de días al brotamiento (n°).....	46
Tabla 9 Prueba de Tukey para la interacción dosis de TriggrrF por variedad de plátano en el número de días al brotamiento (n°).....	46
Tabla 10 Análisis de variancia para número de hijuelos por corno (n°). .....	47
Tabla 11 Prueba de Tukey para el efecto dosis de trigger en el número de hijuelos por corno.....	48
Tabla 12 Prueba de Tukey para la interacción dosis de TriggrrF por variedad de plátano en el número de hijuelos por corno (n°). .....	48
Tabla 13 Análisis de variancia para altura de planta a los 60 días (cm) .....	49
Tabla 14 Prueba de Tukey para el efecto tipo de enraizante en la altura de planta a los 60 días (cm) .....	50
Tabla 15 Prueba de Tukey para variedad en la altura de planta a los 60 días (cm) .....	50
Tabla 16 Prueba de Tukey para la interacción enraizante por variedad de plátano en la altura de planta a los 60 días (cm) .....	51
Tabla 17 Análisis de variancia para diámetro basal de tallo a los 60 días (cm).....	52

Tabla 18 Prueba de Tukey para tipo de enraizante en el diámetro basal de tallo a los 60 días (cm) .....	53
Tabla 19 Prueba de Tukey para variedad en el diámetro basal de tallo a los 60 días (cm) .....	53
Tabla 20 Prueba de Tukey para la interacción enraizante por variedad de plátano en el diámetro basal de tallo a los 60 días (cm). .....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Croquis primera etapa .....	37
Figura 2 Croquis segunda etapa .....	37
Figura 3 Número de días al brotamiento (n°).....	47
Figura 4 Número de hijuelos por corno (n°) .....	49
Figura 5 Altura de planta a los 60 días (cm) .....	51
Figura 6 Desarrollo de altura de planta después del repique hasta los 60 días (cm).....	52
Figura 7 Diámetro basal de tallo a los 60 días (cm).....	54
Figura 8 Desarrollo de diámetro basal de tallo después del repique hasta los 60 días (cm).....	55
Figura 9 Número de raíces principales (n°).....	55
Figura 10 Longitud de raíz principal (cm) .....	56
Figura 11 Peso de raíces principales (g).....	57
Figura 12 Número de hojas (n°) .....	57

## CAPITULO I

### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Identificación y determinación del problema

Cada año se incrementa la población a nivel mundial por lo tanto será necesario satisfacer la demanda de alimentos de más de 9000 millones de personas que se proyecta hasta el año 2050 (FAO, 2015). Frente a esta realidad, será fundamental aumentar la producción de alimentos a escala mundial. Una alternativa que podrá contribuir con el aumento de la producción de alimentos será el cultivo de banano y plátano (*Musa sp.*). A nivel mundial, las musáceas tienen gran trascendencia económica y social debido a que es el quinto cultivo más importante después del trigo, maíz, arroz y papa. Según la FAO, en 2017 se produjo un total de 125 millones de toneladas de plátano a nivel mundial. Los principales países productores fueron India, Taiwán, China, Indonesia, Brasil y Ecuador. Hasta el año 2017 el Perú se encontraba dentro de los 10 primeros productores de plátano en el mundo, con una producción de 1,982,800 toneladas, actualmente se siembran alrededor de 170,830 hectáreas.



El plátano (*Musa sp.*) en Perú es un cultivo fundamental, tanto por su valor nutricional para el consumidor como por su importancia en la seguridad alimentaria de los productores y sus familias, especialmente en las regiones selváticas. Además, proporciona ingresos constantes a lo largo del año. El plátano se consume principalmente cocido o frito, tanto verde como maduro, y entre las variedades comerciales más comunes se encuentran Bellaco y Dominico. Por otro lado, el banano se consume como fruta fresca, destacando variedades comerciales como Seda (Cavendish, Gros Michel), Isla, Moquicho o Biscochito, y Capirona. Aproximadamente el 90% de la producción nacional se destina al autoconsumo, mientras que el resto se comercializa a nivel regional, nacional e internacional. El principal mercado de consumo es el departamento de Lima, que absorbe el 8% de la producción total proveniente de la selva y la costa norte (Herrera y Colonia, 2011).

La producción exponencial de plátano y banano es crucial debido a su creciente demanda en los sectores alimentario, comercial y agrícola. Sin embargo, el aumento de la producción y productividad depende en gran medida del uso de semilla de alta calidad a gran escala. Esta limitación representa un obstáculo significativo para lograr un mayor incremento en la producción.

Actualmente en el mercado existe hormonas vegetales (citoquininas) que inducen la formación de brotes y también promueven el enraizamiento (auxinas), estos productos fueron probados en diferentes cultivos, sin embargo, aún falta investigar en el cultivo de plátano, la finalidad es acelerar el proceso de producción de plantas con buena calidad, por lo que se planteó la presente investigación para apoyar a los agricultores en la propagación del cultivo de plátano y haciendo uso de cámaras térmicas.

## **1.2. Delimitación de la investigación**

### **1.2.1. Delimitación espacial**

El estudio se llevó a cabo en el vivero de la familia Vega, ubicado en el distrito de Vitoc, provincia de Chanchamayo, en el departamento de Junín. Geográficamente, el vivero se sitúa a una altitud de 823 metros sobre el nivel del mar, con coordenadas de 11° 7' 21" de latitud sur y 75° 21' 20" de longitud oeste.

### **1.2.2. Delimitación temporal**

La investigación se llevó a cabo entre diciembre de 2023 y abril de 2024. No obstante, la propagación del plátano es un proceso que se realiza durante todo el año.

### **1.2.3. Delimitación social**

Para llevar a cabo esta investigación, se contó con la participación de un equipo humano, conformado por el asesor de tesis y el tesista, quien fue responsable de la ejecución del estudio.

## **1.3. Formulación del problema**

### **1.3.1. Problema general**

¿Cómo influye la inducción hormonal en la producción de plántones de plátano (*Musa sp.*) en Vitoc, Chanchamayo?

### **1.3.2. Problemas específicos**

¿Cuál es el efecto de dos dosis de citoquininas sobre la tasa de multiplicación de brotes en plátano bajo condiciones de cámara térmica?

¿Cuál es la dosis óptima en la tasa de multiplicación en plátano?

¿Cuál es el efecto de dos enraizadores en la producción de plántones de plátano en condiciones de vivero?

¿Cuál es el enraizador adecuado para la producción de plátano?

## **1.4. Formulación de objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

- Evaluar la inducción hormonal en la producción de plántones de plátano (*Musa sp.*) en Vitoc, Chanchamayo.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Evaluar el efecto de dos dosis de citoquininas sobre la tasa de multiplicación de brotes en plátano bajo condiciones de cámara térmica.
- Determinar la dosis óptima de citoquinina en la tasa de multiplicación en plátano.
- Determinar el efecto de dos enraizadores en la producción de plántones de plátano en condiciones de vivero.
- Determinar el enraizador adecuado para la producción de plátano.

## **1.5. Justificación de la investigación**

En el Perú la agricultura representa una de las actividades económicas más importantes, no solo por el dinamismo económico que realiza sino también por el desarrollo social que favorece entre los agentes de la cadena productiva, El cultivo de plátano y banano (*Musa sp.*) representa una alternativa clave tanto para la economía como para la seguridad alimentaria familiar, gracias a su elevado contenido de carbohidratos, potasio, magnesio y ácido fólico, entre otros nutrientes. A nivel nacional, esta actividad ha ganado creciente relevancia socioeconómica, impulsada principalmente por el aumento de los precios pagados al productor y la consolidación de mercados estables, tanto en la exportación como en el comercio interno, a través de mercados locales y cadenas de supermercados.

Es preciso resaltar la importancia del plátano y banano en la coyuntura actual del Perú, específicamente en la provincia de Chanchamayo, ya que la caída de los precios de los productos agrícolas de mayor importancia para la zona como café y cacao, la subsistencia de los agricultores y sus familias dependieron de la producción y comercialización de frutas y hortalizas, las mismas que garantizaron la demanda calórica y los recursos económicos.

Todas las variedades de plátano que se producen en Chanchamayo, son manejadas sin contar con una alternativa tecnológica que provea de los conocimientos y métodos adecuados para que esta actividad económica obtenga los rendimientos deseados o se aproxime a ellos. Es así que en promedio la producción de plátano es de 9 t/ha siendo su potencial superior a las 25 t/ha. Por lo tanto, nos enfocamos en uno de los principales factores que delimitan su producción como es la obtención de semillas de calidad y en cantidad necesaria para abastecer la creciente demanda de este cultivo.

La producción del plátano en Chanchamayo se desarrolla todo el año gracias a las condiciones climáticas propias del valle, esta producción está condicionada a la disponibilidad de semilla ya que por lo general los productores no realizan una adecuada selección de hijuelos o cormos, lo que genera la diseminación de plagas y enfermedades que ocasionan graves problemas fitosanitarios en el cultivo.

La mayoría de los productores optan por utilizar los retoños, cormos o hijos como material de siembra. Estos brotes, una vez que se separan de la planta madre, son capaces de completar su ciclo de crecimiento, reproducción y producción. Para asegurar la obtención de semillas en cantidad suficiente y de calidad óptima, sin que esto implique un aumento excesivo en los costos, es

fundamental maximizar la producción de hijuelos que sean sanos, homogéneos y de crecimiento vigoroso, también es necesario la investigación de la aplicación de hormonas o fitorreguladores que fisiológicamente ayuden a obtener mayor número de hijuelos en un menor tiempo, dado que el potencial productivo de las yemas vegetativas en las musáceas es considerablemente elevado, alcanzando entre 38 y 42 hojas durante su ciclo de crecimiento, es notable que, en cada ciclo de producción, solo se utilizan de 5 a 10 yemas por planta. Esto representa apenas el 25% de su capacidad productiva total. Por lo tanto, es fundamental buscar estrategias que permitan aprovechar de manera más eficiente este potencial disponible, se plantea este trabajo de investigación para inducir la brotación de yemas y/o acelerar su proceso de desarrollo, también hay que tomar en cuenta la escasa disponibilidad de semilla de calidad del cultivo de plátano y banano, estos factores generaron la iniciativa de desarrollar actividades de investigación con el objetivo de potenciar la tasa de multiplicación de semilla de plátano y banano.

En Chanchamayo existe escasa información relacionada a la inducción hormonal en la macro - propagación en cámara térmica, razón por la cual el trabajo de investigación se realizará con variedades de plátano con demanda en los mercados locales y que estén familiarizados con los pequeños productores, como son las variedades conocidas comúnmente como “Isla”, “Willians” y “Seda”. Los mismos que se cultivan en la zona y que sirven de alimento para los pobladores y como producto de comercio para cubrir las necesidades básicas del productor platanero.

#### **1.6. Limitaciones de la investigación**

- A lo largo del desarrollo de esta investigación, se encontraron las siguientes limitaciones:

- Presencia del cambio climático y variación en la temperatura ambiental.
- A nivel nacional no se han llevado a cabo trabajos de investigación en uso de hormonas en la producción de plantones de plátano, por lo que existe pocas referencias bibliográficas.
- Financiamiento económico para la ejecución del proyecto.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

La inducción de brotes es una técnica que permite aprovechar cormos de entre 200 y 400 g, los cuales tienen el potencial de generar una planta y un racimo de alta calidad. Para la obtención de brotes, se eligen plantas madre que exhiben excelentes características de sanidad y calidad en los racimos. En el caso de las plantas que aún no han mostrado diferenciación floral, se procede a decapitar y eliminar la dominancia apical (Coto, 2009). Por otro lado, si las plantas ya han sido cosechadas, es necesario cortar la unidad biológica en forma de bisel, a cinco centímetros sobre el suelo. Luego, se cubren los rizomas con tierra y materia orgánica, y se aplica urea para fomentar una rápida brotación de las yemas (Palencia *et al.*, 2006).

Con esta técnica, es posible obtener aproximadamente 10 brotes por cormo en un periodo de 30 días. Estos brotes estarán listos para ser trasladados al campo definitivo a los 60 días después de su extracción y siembra en bolsas. Además, los sitios de inducción de brotes seguirán generando nuevas semillas

siempre que se les proporcione un manejo adecuado (Palencia *et al.*, 2006; Lescot y Staver, 2013).

La aplicación de biorreguladores es una técnica que fue implementada directamente en campo por Manzur (2001). En su estudio, se decapitaron plantas de plátano FHIA-20 de 10 meses de edad, eliminando el meristemo apical y aplicando benzilaminopurina. Como resultado, emergieron hijuelos de entre 15 y 20 cm de altura, los cuales también fueron decapitados y despojados del meristemo apical, al igual que la planta madre. Esto permitió la aplicación de benzilaminopurina, induciendo la formación de múltiples brotes. Manzur (2001) reportó haber obtenido hasta 156 plántulas por planta hasta la tercera generación de brotes. En consonancia con esto, Singh *et al.* (2011) indicaron que este método puede producir entre 45 y 50 plántulas por planta, gracias a la aplicación de benzilaminopurina tras la decapitación y eliminación del meristemo apical. La macropropagación es una técnica que se fundamenta en la decapitación y la inhibición de la dominancia apical, utilizando cormos enteros o fragmentos de estos. A diferencia de la propagación *in situ*, este proceso se lleva a cabo en propagadores cubiertos con plástico, lo que permite crear un ambiente con temperaturas y humedades relativas elevadas. Además, el uso de sustratos y biorreguladores es una práctica común en estos métodos de propagación. A continuación, se presentan algunas técnicas de macropropagación *ex situ*.

La división de cormos es una técnica utilizada tanto en cormos de plantas que están a punto de florecer como en aquellos de plantas ya cosechadas. Es fundamental que estos cormos provengan de plantas sanas y vigorosas (Osei, 2006; Njukwe *et al.*, 2007). La selección de los cormos se basa en el número de



yemas visibles, asegurando que cada sección contenga al menos una yema para garantizar la efectividad del método (Cordeiro y Dos Santos, 1991).

Después de realizar los cortes, las secciones de cormo deben plantarse preferentemente en fundas plásticas, asegurándose de que la yema quede completamente cubierta por el sustrato. Este procedimiento es esencial para promover la brotación (Crops Research Institute, 1995). Los resultados obtenidos mediante esta técnica muestran que es posible generar entre 7 y 10 plantas por cormo, las cuales pueden ser trasplantadas al campo definitivo en un plazo de nueve meses (Bonte et al., 1995; Haddad et al, 1994).

La técnica de Reproducción Acelerada de Semilla (TRAS) se inicia, al igual que otros métodos, con la selección de una planta madre que cumpla con altos estándares de calidad fisiológica, sanitaria y productiva. Es fundamental limpiar y desinfectar los cormos para prevenir la propagación de plagas y enfermedades. Una vez completada esta etapa, se separa el punto de crecimiento para interrumpir la dominancia apical, lo que favorece la brotación de las yemas axilares (Reyes et al., 2009). A continuación, los cormos se siembran en canteros previamente preparados, donde recibirán riego y fertilización adecuados. La primera cosecha se lleva a cabo 45 días después de la siembra, continuando con un total de tres cosechas en el mismo período. Experimentos realizados con este método han demostrado la capacidad de producir hasta 24 brotes de excelente calidad en tan solo cuatro meses (Aguilar et al, 2004).

El uso de cámaras térmicas para la macro-propagación y el método masivo se aplica actualmente con dos objetivos principales. El primero, y más significativo, es la sanitización del material de siembra mediante la termoterapia,

que se logra gracias a las altas temperaturas generadas por el plástico, alcanzando niveles de entre 50 y 70°C (Rodríguez et al, 2013; Álvarez et al, 2013).

La termoterapia es una técnica empleada en la actualidad para el saneamiento y la regeneración de plantas libres de virus en diversos cultivos, incluidos el banano y el plátano (Wirakamain et al., 2008; Kabir et al., 2008). Un aspecto adicional relevante de esta tecnología es el aumento de temperatura y humedad que se logra dentro de la cámara, ya que estos dos parámetros influyen de manera significativa en la activación de yemas latentes, lo que a su vez promueve una mayor tasa de multiplicación de las plantas (Kwa, 2003; Njukwe et al, 2007; Álvarez et al, 2013).

Una vez que las plántulas hayan alcanzado un tamaño adecuado, se pueden extraer directamente del cormo madre, desinfectarlas y colocarlas en bolsas plásticas para su aclimatación. Este proceso se llevará a cabo hasta que estén listas para ser trasladadas al campo definitivo (Álvarez et al., 2013). Como alternativa, se puede retirar nuevamente el meristemo apical de los brotes primarios para inducir la proliferación de brotes secundarios, lo que optimizará la tasa de multiplicación (Faturoti et al, 2002; Osei, 2006; Njukwe et al, 2007; Singh et al, 2011; Dayarani et al, 2013).

El método de Hamilton, también conocido como falsa decapitación, se aplica a plantas en pleno desarrollo vegetativo, antes de que se inicie la diferenciación floral en el cormo, o cuando la planta ha desarrollado aproximadamente el 50% de su sistema foliar (Bonte et al., 1999). Esta técnica implica la inserción de un tubo de metal o un trozo de madera en el interior del pseudotallo, a una altura de 20 cm sobre el nivel del suelo. Gracias a este método, se ha logrado obtener hasta 20 hijuelos por cormo en un período de 9 meses, de

los cuales 15 alcanzan un tamaño adecuado para ser trasplantados al campo. Los 5 hijuelos restantes deben sembrarse preferiblemente en bolsas plásticas y mantenerse en condiciones de vivero hasta que alcancen el tamaño óptimo para su traslado al campo (Rojas et al, 2010; INIA, 2011).

## **2.2. Bases teóricas científicas**

### **2.2.1. Características del clon de banano Williams (*Musa AAA*)**

El cultivar Williams se distingue por su altura media, pseudotallo robusto y un extenso sistema radicular, características que le proporcionan una mayor capacidad de anclaje y resistencia al vuelco causado por los vientos (Ortiz et al., 2007). No obstante, la principal razón por la cual la mayoría de los productores lo prefieren es su notable adaptabilidad a condiciones ambientales adversas, como el estrés térmico, hídrico y edáfico. Sin embargo, este cultivar también presenta la desventaja de ser altamente susceptible a la Sigatoka negra y a los nemátodos (Sierra, 1993).

### **2.2.2. Características del clon Isla (*Musa paradisiaca L.*)**

Según el informe de SENASA - FAO (1997), mencionado por CERON et al. (2002), la variedad 'Isla' se clasifica dentro del grupo ABB y se adapta eficazmente a condiciones ecológicas adversas, gracias a la predominancia genética de *Musa balbisiana*. Esta planta presenta un sistema foliar de color verde, con hojas amplias y recubiertas de cera, lo que la hace menos susceptible a la enfermedad conocida como "Sigatoka negra". Además, es completamente resistente al "Mal del Panamá" y muestra una baja incidencia de nemátodos.

El clon tiene un pseudotallo que varía entre colores verde y rosado, alcanzando alturas de entre 2.60 m y 3.90 m, con un diámetro promedio de 26 cm. En su etapa de madurez comercial, produce un promedio de 110 dedos, cada

uno con un peso aproximado de 140 g. Al llegar a la madurez fisiológica, el fruto presenta un color amarillo y, al cortarlo transversalmente, revela una pulpa de tonalidad rosada, de consistencia firme y aroma agradable, lo que la hace altamente demandada en el mercado. Su consumo puede ser tanto frito como fresco. Durante las últimas dos décadas, el cultivo de esta variedad ha tenido un impacto económico significativo en la región, debido a su creciente demanda en el mercado nacional (Figuroa, 1986).

### **2.2.3. Características del clon Seda**

El plátano Seda, también conocido como plátano rojo, se distingue por sus siguientes características: Sabor distintivo: Tiene un sabor dulce, más intenso que el plátano común, con matices que recuerdan a la frambuesa o a los frutos rojos. Aroma peculiar: Presenta un aroma sutil que recuerda a la frambuesa, los frutos rojos o el mango. Textura suave y cremosa: La textura es blanda y cremosa, lo que lo hace diferente de otras variedades de plátanos. Beneficios nutricionales similares: Ofrece beneficios nutricionales comparables a otros plátanos, siendo rico en fibra, potasio, magnesio y vitamina B6 (Belalcazar, 1991 y FAO et al., 1997).

### **2.2.4. Método de producción de plántones de musáceas**

Uno de los factores clave para el éxito en la explotación comercial de plátano y banano es la adecuada selección y obtención de semillas o material de siembra. Este material debe estar disponible en cantidades suficientes, contar con la calidad fisiológica adecuada (es decir, un buen vigor), y estar libre de plagas y enfermedades, sin que ello conlleve un aumento desproporcionado en los costos iniciales del cultivo (Martínez et al., 2004).

Establecer un plantón en condiciones óptimas—caracterizado por una apariencia atractiva, vigor y un excelente estado fitosanitario—facilita la instalación y manejo de un lote comercial. Esto se traduce en plantas uniformes en su desarrollo fisiológico, lo que a su vez permite obtener una fructificación y cosechas homogéneas. Este objetivo se ha logrado principalmente a través del uso de plantas *in vitro* (Martínez et al., 2004). No obstante, también es posible alcanzarlo mediante una rigurosa selección de plantas en vivero, las cuales están sujetas a un estricto control. Esto implica implementar medidas fitosanitarias sobre las semillas antes de establecer el vivero, como la remoción del tejido necrótico de la superficie del cormo, desinfección (a través de tratamientos químicos y físicos), selección de semillas por tamaño, y propagación utilizando métodos inductivos (Aguilar et al., 2004).

La obtención de plántulas de plátano y banano puede llevarse a cabo mediante diversos métodos de multiplicación, siendo la regeneración natural, la micropropagación y la macropropagación los más comunes (Souza et al., 2006; Singh et al., 2011). En este contexto, el potencial productivo del cormo de las musáceas ha motivado a los investigadores a desarrollar nuevas prácticas y metodologías de producción de plantones, con el objetivo de lograr mayores tasas de multiplicación en el menor tiempo posible (Aguas y Martínez, 2003).

#### **2.2.5. Regeneración natural (método tradicional)**

La regeneración natural se presenta como el método de propagación más común entre pequeños productores, empleando hijos de espada, hijos de agua y retoños (Soto, 2008; Robinson y Galán, 2011). Los agricultores seleccionan el material de siembra basado en características agronómicas, como la edad y el tamaño del rizoma (Staver et al., 2010), ya que estas características, según

Belalcázar (1991), impactan significativamente en los parámetros fenológicos y de rendimiento. Sin embargo, una de las principales desventajas del método tradicional es la alta susceptibilidad a la propagación de plagas y enfermedades a través del material de siembra (Cordeiro y Mesquita, 2000; Sheela y Ramachandran, 2001).

La tasa de multiplicación del plátano y el banano depende del número de hojas, ya que una planta puede generar hijuelos equivalentes a la cantidad de hojas producidas hasta la emergencia del racimo (Costa et al., 2008). No obstante, la capacidad de aprovechar el 25% del potencial de yemas presentes en el corno varía según el cultivar, el tamaño y la edad de la planta (Borges et al., 2004; Coto, 2009). Esto se atribuye a la baja actividad hormonal y al crecimiento lento de las yemas laterales, resultado de la dominancia apical de la planta madre (Singh et al., 2011). Por lo tanto, dependiendo del cultivar y de las características de la semilla, una planta puede producir entre 5 y 20 hijuelos mediante regeneración natural a lo largo de su ciclo vital (Coto, 2009; Singh et al., 2011). Además, este método es costoso debido a la limitada disponibilidad de material y al gran tamaño del corno utilizado, lo que representa un desafío significativo, especialmente en áreas extensas y alejadas de los lotes proveedores de semillas.

#### **a. Macropropagación**

La macropropagación es una técnica económica y efectiva para la producción de plántulas de plátano y banano que presenta una calidad fisiológica y sanitaria óptima. Esta técnica permite utilizar cormos enteros o fragmentos que contengan yemas laterales con meristemas en diversas etapas de desarrollo (Faturoti et al., 2002; Tenkouano et al., 2006). El principio de la macropropagación se basa en la decapitación e inhibición de la dominancia

apical, lo que promueve el desarrollo de yemas laterales y mejora la tasa de multiplicación. Esta tecnología se puede aplicar directamente en el campo (in situ) o en ambientes controlados (ex situ), como propagadores. En estos últimos, la utilización de cámaras de crecimiento con condiciones de alta temperatura (termoterapia) y humedad favorece una rápida brotación y sanitización del material de siembra (Singh et al, 2011; Álvarez et al, 2013). Además, la utilización de sustratos apropiados y biorreguladores contribuye a crear condiciones óptimas para el crecimiento y la salud de los rizomas tratados, al mismo tiempo que potencia la tasa de multiplicación (Manzur, 2001; Njukwe et al, 2007).

**b. Uso de bencilaminopurina (BAP) en la producción de musáceas**

La bencilaminopurina (BAP) es un análogo sintético de las citoquininas, derivado de la adenina y considerado el principal reactivo en la propagación de musáceas, tanto in vitro como in vivo. Esta sustancia ha demostrado ser efectiva en la estimulación y activación de yemas de banano, lo que favorece la proliferación intensa y abundante de plantas. Su función principal radica en romper la dominancia apical, promoviendo la división celular y la formación de múltiples brotes y callos a partir de yemas axilares (Orellana, 1994).

Diversos estudios han evaluado la respuesta organogénica de los cultivos de banano y plátano a la aplicación de BAP en ambas condiciones. En ensayos in vitro, se ha observado que dosis de 5 mg/L de BAP generan un aumento significativo en el número de brotes y plantas obtenidas de los explantes, tanto para banano como para plátano (Sunshine y Mogollón, 2008; Florio y Mogollón, 2011). Por otro lado, Zaffari y Kerbauy (2006) reportaron una

mejor respuesta organogénica al aplicar 7,5 mg/L de BAP en el banano Gran Enano, en concordancia con los hallazgos de Pérez et al. (2006), quienes identificaron que 8 mg/L de BAP era la dosis óptima para el cultivo de plátano macho. En el caso del plátano maqueño, se ha establecido que una dosis de 5 mg/L de BAP también resulta en las mejores tasas de multiplicación in vitro (Canchignia et al., 2008a).

Para la propagación in vivo e in situ, también se han determinado dosis efectivas de BAP en banano y plátano. En este contexto, Canchignia et al. (2008b) encontraron que dosis de 30 mg/L produjeron los niveles más altos de proliferación in vivo a partir de cormos de banano y plátano. Manzur (2001) reportó que, al usar 40 mg/L de BAP en condiciones in situ, se logró proliferar hasta 156 plantas por corno con el clon de plátano FHIA-20. Asimismo, otros investigadores como Pereira et al. (2001), Osei (2006), Dayarani et al. (2013), y Kindimba y Msogoya (2014) han alcanzado tasas de multiplicación in vivo superiores en banano y plátano mediante el uso de bencilaminopurina, tanto en condiciones de campo (in situ) como en cámaras de crecimiento (ex situ).

**c. Hormonas usadas en el experimento**

Trigrr Foliar® es un regulador de crecimiento de origen natural utilizado en plantas que proporciona hormonas y elementos necesarios para su desarrollo. Sus principales características son: Origen natural se trata de un producto de origen natural que, al ser aplicado al follaje de las plantas, suministra hormonas y elementos esenciales para su crecimiento.

Regulador de crecimiento: Actúa como regulador del crecimiento de las plantas, ofreciendo beneficios para su desarrollo.



Contiene citoquininas y kinetina: Contiene citoquininas, como la kinetina, a concentraciones específicas que favorecen el crecimiento de las plantas.

Efectos en el follaje: Al ser aplicado en el follaje, proporciona elementos necesarios para el desarrollo de las plantas, estimulando su crecimiento.

Compatibilidad con otros productos: Puede ser mezclado con algunos pesticidas y fertilizantes foliares comunes, pero no con fertilizantes de alto contenido de fósforo.

No inflamable ni explosivo: Presenta características de seguridad, no siendo inflamable ni explosivo.

Estas características hacen de Triggrr Foliar® un producto utilizado para mejorar el crecimiento y desarrollo de las plantas de manera natural y controlada (Farmex, 2023).

### **Fitorregulador Radigrow**

La formulación de Radigrow, combinada con fósforo, estimula el crecimiento de raíces de manera prolongada y segura, sin limitaciones en su desempeño. Esta combinación promueve la biosíntesis de myo-inositol en cantidades adecuadas, lo que facilita la traslocación de auxinas sintetizadas por la planta. Así, se asegura una respuesta efectiva en cualquier etapa fenológica del cultivo (Innovak 2018)

Composición química

Auxinas 0.5 g/L

Citoquininas 0.022 g/L

Fosforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 16.5 g/L.

Enraizador Kelpak

Kelpak ® es un regulador de crecimiento natural extraído de alga marina *Ekclonia Maxima* que estimula la formación de raíces secundarias estimulado la absorción de agua y nutrientes del suelo (BASF 2015)

Composición química

Auxinas 11 mg/L

Citoquininas 0,031 mg/L

Fosforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 0,3 g/L una estimación general de la composición nutricional para el café en grano crudo por cada 100 gramos:

#### **2.2.6. Aspectos morfo fisiológicos en la propagación vegetativa**

En la propagación vegetativa de plantas, tanto in vivo como in vitro, se producen numerosos cambios y procesos morfo-anatómicos y fisiológicos que contribuyen a la formación de los órganos y, en última instancia, del cuerpo completo de la planta. Es importante señalar que las características morfo-anatómicas y la capacidad regenerativa morfogénica (tanto organogénica como embriogénica) están determinadas por el genotipo y el tipo de tejido empleado en el proceso de propagación (Urdaneta et al., 2006; Albarrán et al., 2009; López, 2010).

#### **2.2.7. Morfogénesis**

La morfogénesis, ya sea en condiciones in vivo o in vitro, se describe como un proceso morfofisiológico en el que se origina la formación de órganos. Este proceso abarca tanto las fases de crecimiento, que implican cambios cuantitativos, como la diferenciación celular, que conlleva cambios cualitativos. Gracias a este proceso, es posible la transformación de un cigoto o un explante vegetativo en una planta completa (Segura, 2008).

El crecimiento es un fenómeno irreversible que se produce principalmente a través de la división celular y la expansión de las células, lo que se traduce en un aumento de tamaño. Por otro lado, la diferenciación celular es fundamental para la especialización de las células, ya que, por sí sola, la mera expansión celular no genera un organismo organizado. Por lo tanto, para que el desarrollo de una planta sea efectivo, es crucial que las células se especialicen y se conviertan en diferentes tanto estructural como funcionalmente (Azcón y Talón, 2008; Taiz y Zeiger, 2010).

Finalmente, la organogénesis y la embriogénesis somática son las dos principales vías morfogénicas a través de las cuales se lleva a cabo la regeneración de plantas superiores (Litz, 1993).

### **Organogénesis**

La organogénesis es un proceso morfogenético clave mediante el cual se forman órganos como raíces y tallos en etapas diferenciadas, conocido como crecimiento unipolar. En este proceso, se desarrollan meristemos apicales que eventualmente originan una nueva planta (Radice, 2010). El potencial organogénico de las plantas se basa en la totipotencialidad de sus células, que es la capacidad de estas para regenerar un organismo completo (Rodríguez et al., 1996).

Existen dos vías principales de organogénesis: directa e indirecta. La organogénesis directa se caracteriza por la formación de brotes y raíces directamente del explante original, sin involucrar la formación de callos ni la dediferenciación celular. Esta vía garantiza que las plantas resultantes sean clones idénticos a la planta madre. Por otro lado, la organogénesis indirecta implica la inducción de tejido calloso alrededor del explante inicial, de donde se

desarrollan brotes y raíces (Woodward, 1997; Zhang y Lemaux, 2004). Sin embargo, la propagación comercial de plantas clónicas a través de la organogénesis indirecta no es recomendable, ya que conlleva un alto riesgo de variación genética, conocida como variación somaclonal (Rodríguez et al., 1996).

Durante el proceso de organogénesis, se pueden identificar tres fases claramente diferenciadas. En la primera fase, las células adquieren competencia, lo que significa que se vuelven capaces de recibir y responder a señales específicas de desarrollo (Ezhova, 2003). La segunda fase, denominada determinación, implica cambios fenotípicos estables que persisten incluso en ausencia del estímulo que los indujo; es decir, se produce la formación específica de órganos influenciada por hormonas vegetales (Ezhova, 2003). Por último, en la tercera fase, el desarrollo o morfogénesis continúa de manera independiente del suministro de fitohormonas (Sugiyama, 2000).

### **Embriogénesis somática**

La embriogénesis somática es un proceso morfogenético mediante el cual se generan embriones a partir de células somáticas, ya sean haploides o diploides, con la capacidad de desarrollar un organismo completo. Los embriones somáticos presentan un crecimiento bipolar, con un eje radical-apical y carecen de conexión vascular con el explante madre. Estos embriones siguen las mismas etapas de desarrollo que los embriones cigóticos, aunque no son el resultado de la fecundación de gametos (Litz, 1993; Gómez, 1998). Aunque la embriogénesis somática se induce principalmente en condiciones in vitro, también puede ocurrir de manera natural in vivo en diversas especies vegetales (Tisserat et al., 1979).

Al igual que la organogénesis, la embriogénesis somática puede desarrollarse a través de dos rutas: la directa, en la que los embriones se forman

directamente sobre el explante madre, y la indirecta, que requiere primero la formación de tejido calloso o una etapa de desdiferenciación, a partir de la cual las células se diferencian en embriones somáticos (Tisserat, 1991; Strosse et al., 2003).

En las monocotiledóneas, el desarrollo de los embriones, ya sean cigóticos o somáticos, sigue un patrón secuencial que abarca las fases globular, escutelar y del coleoptilo (Gray, 2000). En el caso de las musáceas, los embriones somáticos pueden obtenerse a partir de diferentes órganos o explantes, incluidos embriones cigóticos, hojas, cormos, escapos y flores masculinas y femeninas. Sin embargo, la embriogénesis somática en musáceas presenta limitaciones, ya que con frecuencia se obtienen plantas fuera de tipo. Además, se ha observado que algunos genotipos AAB pueden revertir en ciertos cultivares; un ejemplo poco común es la variedad de plátano "curaré", que ha revertido a dominico (Aguilar et al., 2008).

### **Callogénesis**

La callogénesis es un proceso en el que un tejido diferenciado o explante (como raíz, tallo, hoja, flor o cormo) genera tejido calloso. Este fenómeno se produce mediante la desdiferenciación celular, la cual es inducida por fitohormonas en condiciones *in vitro* o a través de estímulos por heridas en condiciones *in vivo*, funcionando como un mecanismo de cicatrización (González et al., 2002). La desdiferenciación celular, que precede a la formación del callo, implica la pérdida de especialización de un grupo de células, lo que permite el surgimiento de tejidos de tipo meristemático (Rivera, 2011). Una vez que las células del callo inician su diferenciación, se facilita la posterior formación de órganos, ya sea por medio de la organogénesis indirecta o de la embriogénesis

somática indirecta. En este sentido, los callos proporcionan un alto número de células totipotentes, las cuales tienen una notable capacidad para regenerar plantas completas (González et al., 2008; Evans et al., 2003).

Una de las principales ventajas del tejido calloso es su capacidad morfogénica, que le permite formar órganos con crecimiento bipolar (embriones somáticos) y meristemas de origen unipolar (raíces y brotes). No obstante, su principal desventaja es la inestabilidad genética, que puede llevar a la aparición de variantes somaclonales. Este fenómeno podría originarse a partir de eventos genéticos o epigenéticos (Dodds, 1985). La variación genética en los callos se produce durante la desdiferenciación celular; en la etapa de inducción, se alteran procesos celulares que generan inestabilidad, incluyendo aberraciones cromosómicas, mutaciones puntuales, cambios en los niveles de ploidía e irregularidades en la cariocinesis (Cardone et al., 2010).

La friabilidad es una de las características más cruciales que debe poseer un callo; se define como la tendencia de las células callosas a separarse entre sí. Un callo friable se disgrega con facilidad y se considera ideal para la formación de una suspensión celular embriogénica, típicamente compuesta por masas proembriogénicas de color blanco translúcido (AguíJar et al., 2008; Urdaneta et al., 2006).

En el caso del plátano y el banano, se ha observado que los callos friables se desarrollan en condiciones *in vitro* a partir de cultivos de flores masculinas inmaduras de musáceas, generalmente después de seis meses. Las células localizadas en la periferia del callo tienden a desprenderse fácilmente, lo que da origen a células embriogénicas (Urdaneta et al., 2006; Biberach, 1995).

## **Rizogénesis**

La rizogénesis se refiere al proceso mediante el cual se desarrollan raíces adventicias a partir de diferentes partes vegetativas de una planta, como esquejes, estacas, bulbos o cormos. Este fenómeno implica una transformación en los tejidos internos y en la base de los tallos y esquejes, lo que lleva a la formación de primordios radicales. El inicio del proceso rizogénico ocurre en la zona basal o pre-basal de los explantes o esquejes, siendo este desarrollo de raíces de naturaleza estrictamente endógena. Una vez que las raíces se diferencian, atraviesan la corteza y emergen al exterior, al mismo tiempo que se conectan con el tejido conductor del explante o del esqueje madre (Baldini, 1992; Martínez, 2009).

La rizogénesis está influenciada por diversos factores genéticos, fisiológicos, físicos y químicos (De Klerk et al., 1999). Los factores fisiológicos y químicos son particularmente favorecidos por el contenido de auxinas, que, en niveles adecuados, aceleran la inducción de meristemas radicales y mejoran tanto la cantidad como la calidad de las raíces formadas. Sin embargo, el desarrollo de estas raíces está determinado genéticamente por la especie y variedad cultivada (Martínez, 2009; Navarro y Perea, 1996).

Entre los factores físicos que afectan la rizogénesis se encuentran la luz y la temperatura. La calidad de la luz es crucial, ya que sus variaciones pueden influir en la homeostasis hormonal. En este contexto, la luz roja parece promover la formación de un mayor número de raíces secundarias, mientras que la luz azul inhibe el efecto de las auxinas durante la rizogénesis (Zolla et al., 1997). Además, la etiolación se ha identificado como un factor significativo en este proceso; según Salisbury y Ross (2000), la formación de raíces adventicias es más abundante en

los tallos de ciertas especies vegetales que crecen en la oscuridad. Esto se debe, según William y Norton (1972), a que la etiolación provoca una acumulación de auxinas en el tejido vegetal.

Otro factor importante en la rizogénesis es la temperatura del sustrato (Crozon y Neyroud, 1990). En este sentido, la rizogénesis se favorece en sustratos que pueden mantener temperaturas elevadas, lo que contribuye al aumento del metabolismo y a la producción de enzimas específicas del material vegetal (Margara, 1988; Montoya, 1993).

### **2.2.8. Calidad de plántula**

Rodríguez (2008) señala que una planta de calidad se define por sus características morfo-fisiológicas, las cuales le permiten aclimatarse y desarrollarse de manera vigorosa en su lugar definitivo de siembra. Esta búsqueda de una planta de calidad óptima ha llevado a productores y viveristas a investigar y seleccionar el material vegetal más adecuado (Birchler et al., 1998). Sin embargo, la calidad ideal de una planta es el resultado de la interacción entre su componente genético (genotipo) y las condiciones del ambiente en el que se propaga (Landis et al., 1995; 1998):

#### **a. Tipos de calidad de plántula**

La calidad de una planta se determina por cuatro componentes fundamentales: calidad genética, morfológica, fisiológica y sanitaria (Villar, 2003; Serrada et al., 2005). La calidad genética se refiere a la procedencia del material de siembra, que debe originarse de parentales de alta calidad con características fenotípicas deseables, las cuales deben ser heredadas y alinearse con su genotipo (Quiroz et al., 2001).



La calidad morfológica y fisiológica de una planta está vinculada a sus atributos genéticos y se relaciona con un conjunto de características funcionales que pueden ser más o menos plásticas. Estos atributos están conectados con la economía hídrica, el estado nutricional y la capacidad de formar estructuras que definen su morfología, además de su tolerancia a factores abióticos, lo que les permite adaptarse mejor en el campo (Villar, 2003; Meza et al., 2009; Rodríguez, 2008).

Finalmente, la calidad sanitaria se refiere a la presencia de plagas y enfermedades que podrían comprometer su desarrollo futuro, por lo que es esencial asegurar que el material de siembra esté completamente sano (Villar, 2003; Serrada et al., 2005).

#### **b. Indicadores de Calidad en Plántulas**

Para evaluar la calidad de una planta que será trasladada al campo definitivo, se utilizan parámetros fenotípicos, conocidos como morfológicos, y parámetros internos, denominados fisiológicos (Gomes et al., 2002). Los parámetros morfo-fisiológicos incluyen medidas cuantitativas como altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas, área foliar, biomasa aérea y biomasa radical (Quiróz et al., 2001; Rodríguez, 2008).

Los parámetros cualitativos se centran en la apariencia y desarrollo de la planta, que pueden ser observados a simple vista, tales como vigor, color de tallos y hojas, deformaciones radicales, presencia de tallos múltiples y el estado de las raíces (Domínguez et al., 2001; Villar, 2003). En la evaluación de la calidad fisiológica, también se consideran variables como el estado hídrico, nutricional, contenido de carbohidratos, liberación de electrolitos, intercambio gaseoso, conductancia estomática y contenido de clorofila, así

como la tasa fotosintética (Toral, 1997; Bichler et al., 1998; Domínguez et al., 2001).

Dada la variedad de variables morfológicas y fisiológicas, tanto cuantitativas como cualitativas, se han desarrollado índices que estiman la calidad de una planta mediante valores numéricos fáciles de obtener, como el índice de vigor o esbeltez, el índice de calidad de Dickson y la relación entre parte aérea y radical, entre otros. Estos índices han permitido establecer estándares de calidad en los viveros (Quiróz et al., 2001). Según Cetina et al. (1999), un índice de calidad combina dos o más parámetros morfo-fisiológicos que describen atributos abstractos de las plantas, como el balance y el vigor, lo que proporciona una mejor predicción del comportamiento y rendimiento de la planta en el campo en comparación con la evaluación de cualquier parámetro individual.

**c. Índice de vigor o esbeltez**

El índice de esbeltez se define como la relación entre la altura de la planta (cm) y el diámetro del tallo (mm), calculándose mediante la división de la altura entre el diámetro (Toral, 1997). Un índice más bajo indica que la planta es más vigorosa y, por ende, de mayor calidad. En contraste, valores elevados sugieren que la planta tiene un crecimiento más esbelto y es menos robusta, ya que existe una desproporción entre su altura y diámetro.

En este contexto, Thompson (1985) señala que lo ideal es que este índice sea inferior a 6, ya que valores superiores pueden incrementar el riesgo de daño por vientos y sequías. Por lo tanto, el índice de esbeltez sirve como un estimador del grado de resistencia mecánica de las plantas ante factores abióticos adversos (Alarcón, 1999).

**d. Índice de calidad de Dickson**

El índice propuesto por Dickson et al. (1960) permite evaluar la calidad de las plantas mediante la integración de diversas características morfológicas y fisiológicas, como el peso total de la planta, el índice de vigor o esbeltez, y la relación entre la parte aérea y el sistema radicular. Por lo tanto, este índice proporciona una medida integral del vigor de la planta, donde valores elevados indican una mejor calidad, lo que sugiere una mayor capacidad de adaptación y desarrollo en un ambiente específico (González, 1993; Barajas et al., 2004). La fórmula de Dickson se expresa matemáticamente de la siguiente manera:

$$\text{ICD} = \frac{\text{Peso seco biomasa total (g)}}{\text{Altura (cm) } \times \text{Peso seco aéreo (g)} + \text{Diámetro (mm) } \times \text{Peso seco radical (g)}}$$

**e. Relación biomasa aérea/biomasa radicular**

El equilibrio entre las partes transpirantes y absorbentes de una planta se calcula comúnmente a partir de la relación entre los pesos secos de ambas partes (Bichler et al., 1998). Para que una planta sea considerada de calidad, es fundamental que presente una relación biomasa aérea/radicular lo más baja posible, ya que esto garantiza su supervivencia en el campo (Rodríguez, 2008). En este contexto, valores bajos de la relación parte aérea/raíz sugieren una mayor capacidad de la planta para superar el crítico proceso de arraigo, favoreciendo la absorción de agua en lugar de perderla, lo cual es especialmente beneficioso en regiones secas. Esto se debe a que una baja relación parte aérea/raíz indica que la planta tiene un sistema radicular más

desarrollado en comparación con su follaje, lo que le confiere una mayor habilidad para resistir o soportar condiciones de déficit hídrico (Oliet, 2000). Inducción de brotación y desarrollo de yemas mediante eliminación de la dominancia apical

Este método, que modifica la técnica propuesta por Hamilton (1965), implica la eliminación de la dominancia apical mediante la remoción de la planta madre seis meses después de la siembra. Gracias a este sistema, es posible obtener hasta 16 semillas por unidad productiva, con el objetivo de lograr una alta producción a bajo costo y con una excelente calidad vegetal.

**f. Enraizamiento y crecimiento en invernadero**

Los brotes que han crecido entre 18 y 21 días en la cámara térmica se extraen y se desinfectan sumergiéndolos en una solución de hipoclorito de sodio al 1%. Luego, se siembran en bolsas de polietileno llenas de un sustrato estéril y rico en materia orgánica, como una mezcla de cascarilla de café, aserrín y tierra fértil en una proporción de 2:1:1. Finalmente, las bolsas con los brotes se colocan en el vivero para continuar su desarrollo.

**2.3. Definición de términos básicos**

**Bolsa de vivero:** Son bolsas que están fabricados con polietilenos reciclados en baja densidad y son de un color negro, en el mercado hay una variedad de tamaños.

**Propagación:** Se refiere a la multiplicación de plantas ya sea de manera sexual o asexual.

**Enraizante:** Es un producto que está elaborado a base de hormonas vegetales que estimulan el crecimiento de las raíces en esquejes o estacas y brotes, su importancia radica en el desarrollo de raíces.

**Variedad:** Se refiere a un grupo de plantas que, a pesar de compartir las características fundamentales de la especie, presentan alguna particularidad que las distingue. Hablamos de "variedad" cuando existe diversidad y pluralidad.

**Sustrato:** El sustrato es un material sólido que se distingue notablemente del suelo y puede ser de origen natural, sintético, mineral u orgánico. Al colocarse en un contenedor, proporciona soporte a las plantas al permitir que sus sistemas radiculares se anclen adecuadamente. Además, este sustrato puede participar o no en el proceso nutricional de las plantas.

**Dosis:** Para el caso de un cultivo se refiere a la cantidad necesaria que se puede aplicar de un insumo respecto a las necesidades específicas que los exige en cada momento o etapa de desarrollo.

**Vivero:** Se refiere a un espacio, superficie de terreno seleccionado y acondicionado para realizar la multiplicación y producción de las plántulas hasta que puedan ser trasplantadas en otro lugar.

## **2.4. Formulación de hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

La inducción hormonal en la producción de plántones de plátano (*Musa sp.*) en Vitoc, Chanchamayo será significativa y positiva.

### **2.4.2. Hipótesis específicas**

- El efecto de dos dosis de citoquininas sobre la multiplicación de brotes en plátano bajo condiciones de cámara térmica será significativa y positiva.
- La dosis óptima en la multiplicación en plátano será de 10 ml/LH<sub>2</sub>O.
- El efecto de dos enraizadores en la producción de plántones de plátano en condiciones de vivero será significativa y positiva.

- El enraizador adecuado para la producción de plátano será Kelpak.

## 2.5. Identificación de variables

- **Variable independiente:** inducción hormonal.
- **Variable dependiente:** producción de plántones de plátano.
- **Variable interviniente:** Condiciones ambientales de Vitoc, Chanchamayo.

## 2.6. Definición operacional de variables e indicadores

**Tabla 1** *Matriz de operacionalización de variables*

Variables	Dimensiones	Indicadores
<b>Variable independiente:</b> inducción hormonal.	<b>Primera etapa</b> • Número de días al brotamiento	n°
<b>Variable dependiente:</b> producción de plántones de plátano.	• Número de hijuelos por cormo • Tasa de multiplicación	n°
<b>Variable interviniente:</b> Condiciones ambientales de Vitoc, Chanchamayo 2023.	<b>Segunda etapa</b> • Altura de planta, 15, 30, 45 y 60 días • Diámetro del pseudotallo • Número de raíces • Longitud de raíces • Peso de raíces	cm cm n° cm g

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de investigación**

La presente investigación se clasificó como un estudio inductivo y aplicado, de naturaleza deductiva y experimental. Se utilizaron parámetros técnicos específicos para evaluar el impacto de la inducción en el brotamiento y enraizamiento en la propagación del plátano.

#### **3.2. Nivel de investigación**

La investigación se centró en explicar los efectos visibles de la inducción hormonal en la producción de plántones de plátano. Se detalló el comportamiento de los hijuelos, las tasas de crecimiento, las condiciones ambientales de Vitoc, y los métodos utilizados. Se describieron variables como la cantidad de plántones obtenidos y su calidad fisiológica.

La investigación alcanzó el nivel explicativo se analizó cómo y por qué las hormonas aplicadas afectan la producción de plántones, considerando variables como el tipo de hormona, su concentración y el tiempo de aplicación. Aquí se investigó las interacciones hormonales en el desarrollo del plátano y

cómo estas pueden optimizar la producción. También se relacionó con la influencia de factores ambientales propios de Chanchamayo (clima, suelos, etc.) sobre los efectos hormonales.

### **3.3. Métodos de investigación**

Se empleó un enfoque de método científico experimental en condiciones de campo, identificando diversas variables a lo largo de la ejecución del experimento.

#### **Procedimiento experimental**

- **Construcción de cámara térmica para plátano**

La cámara térmica midió de ancho 4.2 metros y de largo 6 metros y 2 metros de alto, se construyó con estructura metálica, las camas dentro de de la cámara térmica midieron 1 metro de ancho por seis metros de largo y treinta centímetros de alto, con calles de un metro.

Materiales necesarios: Tablas de 1” de espesor y 10 pies x 30 cm, clavos de 2.5”, estacas, agrofilm N° 12. Se reunió materiales como madera, plástico de polietileno transparente, aislante térmico (puede ser poliestireno expandido o similar), una fuente de calor (como una bombilla) y herramientas como sierra, taladro y cinta adhesiva, se construyó una estructura con la madera para formar la base y las paredes de la cámara térmica, se forró el interior de la estructura con el aislante térmico para mantener la temperatura, se cubrió la estructura con plástico transparente, asegurándose de sellar bien todas las aberturas para retener el calor. se verificó que la cámara mantiene una temperatura óptima para el cultivo de plátanos y realizar ajustes según sea necesario.



- **Preparación de sustrato**

Para la **primera etapa** se usó aserrín fresco mezclado con cal para desinfectar, se niveló el piso con lampa y rastillo, se encaló la base del piso (desinfección), se agregó aserrín a la cama hasta 10 cm, se colocó los cormos y se cubrió con aserrín y posteriormente se procedió a regar constantemente según la necesidad de humedad.

Para la **segunda etapa**

Proporción en carretillas: 2 de tierra negra, 1 de compost, 1 de arena, 1/8 de carbón maldonado. se combinó materia orgánica como compost, estiércol bien descompuesto con tierra de buena calidad para crear el sustrato. Se mezcló aproximadamente 70-80% de tierra con 20-30% de materia orgánica, asegurando una composición equilibrada, se mezcló los componentes en un recipiente grande para obtener una mezcla homogénea y uniforme.

Acondicionamiento del sustrato: se aseguró de que la mezcla tenga una textura adecuada para permitir un buen drenaje y retención de agua.

Llenado de contenedores: se llenó los contenedores de vivero con este sustrato, dejando espacio suficiente para la siembra de los brotes o plántulas de plátano.

Las bolsas usadas fueron de 6 x 8" con base.

- **Construcción de vivero para plátano**

El vivero tuvo las siguientes medidas: ancho 5 metros y 9 de largo de alto 3 metros a dos aguas, dentro del vivero se construyeron camas alzadas a 0.5 metros de alto de 9 metros de largo y 0.3 metros de ancho.

Los materiales fueron: Postes de bambú, malla rasha 50%, clavos de 3"

- **Aplicación de tratamientos**

- I Etapa Inducción de brotamiento**

- Hormonas (Triggrr) dos concentraciones

- Citoquinina (dosis 5 ml/L H<sub>2</sub>O).

- Citoquinina (dosis 10 ml/L H<sub>2</sub>O).

- II Etapa Enraizantes**

- Radigrow (dosis 2.5ml/L.)

- Kelpak (dosis 5ml/L.).

- **Manejo de plántones en vivero**

Durante el período en que los plántones permanecieron en el vivero, se llevó a cabo el deshierbe manual solo en caso de que se observara la presencia de malezas. El riego se realizó de manera uniforme en todas las plántulas cada tarde, utilizando una regadera manual.

### **3.4. Diseño de investigación**

El diseño estadístico usado fue Diseño Completo al Azar DCA con arreglo factorial, para la primera etapa Inducción de brotes 3 variedades Isla, Seda y William con 2 dosis de TriggrrF (citoquinina) y un tratamiento sin citoquinina. En la segunda etapa se usó dos enraizadores Kelpak (auxinas + citoquininas) y Radigrow (auxinas) en las 3 variedades de plátano. La ejecución del trabajo de investigación se desarrolló en dos etapas, en la primera etapa se investigó la tasa de multiplicación con la aplicación de dos dosis de Citoquinina en plátano en condiciones de cámara térmica y la segunda etapa se desarrolló en condiciones de vivero evaluando el efecto de la aplicación de los enraizantes a los brotes obtenidos de plátano. Ambas etapas de la investigación se desarrollaron en terrenos de la familia Vega, donde se ha destinado aproximadamente un área de

1000 m<sup>2</sup> (600 m<sup>2</sup> de vivero y 400 m<sup>2</sup> para la construcción de la cámara térmica (observar la sección anexos).

### 3.5. Población y muestra

- **Población:** La población estuvo constituida por 54 cormos en la primera etapa y 54 brotes en la segunda etapa.
- **Muestra:** De la población se tomó 6 cormos en la primera etapa y 6 brotes en la segunda etapa por cada tratamiento, haciendo un total de 54 plantones como muestra, los mismos que fueron escogidos al azar y sin considerar las plantas que se encuentren en los bordes.

### 3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### a) Distribución de los tratamientos primera etapa

**Tabla 2** *Tratamientos de la primera etapa*

<b>Combinaciones I etapa</b>	
T1	a1 b1 Sin inductor plátano Seda
T2	a1 b2 Sin inductor plátano Willians
T3	a1 b3 Sin inductor plátano Isla
T4	a2 b1 Triggrr dosis 0.5/cil plátano Seda
T5	a2 b2 Triggrr foliar dosis 0.5/cil plátano Willians
T6	a2 b3 Triggrr foliar dosis 0.5/cil plátano Isla
T7	a3 b1 Triggrr foliar dosis 1.0/cil plátano Seda
T8	a3 b2 Triggrr foliar dosis 1.0/cil plátano Willians
T9	a3 b3 Triggrr foliar dosis 1.0/cil plátano Isla

#### **Primera etapa en cámara térmica**

**Figura 1** *Croquis primera etapa*

<b>T1</b>	<b>T5</b>	<b>T2</b>	<b>T8</b>	<b>T7</b>	<b>T4</b>	<b>T6</b>	<b>T3</b>	<b>T9</b>
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Cada tratamiento constó de seis cormos.

### **Segunda etapa en vivero**

**Figura 2** *Croquis segunda etapa*

<b>T2</b>	<b>T6</b>	<b>T4</b>	<b>T8</b>	<b>T7</b>	<b>T3</b>	<b>T1</b>	<b>T5</b>	<b>T9</b>
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

En el vivero se tuvo la misma distribución por tratamiento e igual número de evaluaciones por tratamiento.

**Tabla 3** *Tratamientos de la segunda etapa*

<b>Combinaciones II etapa</b>	
T1	a1 b1 Kelplak plátano Seda
T2	a1 b2 Kelplak plátano Willians
T3	a1 b3 Kelplak plátano Isla
T4	a2 b1 Radigrow plátano Seda
T5	a2 b2 Radigrow plátano Willians
T6	a2 b3 Radigrow plátano Isla
T7	a3 b1 sin enraizador plátano Seda
T8	a3 b2 sin enraizador plátano Willians
T9	a3 b3 sin enraizador plátano Isla

### **3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación**

Se emplearon los siguientes instrumentos para llevar a cabo la investigación:

- Balanza analítica: Para pesar en gramos se va a realizar con una balanza analítica de la marca OHAUS, número de serie PA224, sensibilidad de 0.0001 g y capacidad máxima 220 g.
- GPS: Para determinar la altitud y latitud del lugar de investigación se va a llevar a cabo con un equipo GPS de la Marca GARMIN, número de serie 058753S y precisión de 5 a 10 m.
- Vernier: Se usó un vernier digital de una Alta Precisión Marca Vogel código: 202041.3 con una precisión:  $\pm 0.02\text{mm}$  y resolución. 0.01mm.
- Regla métrica: El material es de aluminio, el cual permite una mayor rigidez al momento de medir.
- Fichas de evaluación y datos meteorológicos proporcionados por el SENAMHI de la estación experimental Río Tulumayo, distrito Vitoc, provincia Chanchamayo, departamento Junín.
- Para evaluar la confiabilidad, se aplicó el coeficiente de viabilidad (C.V) como un indicativo para conocer que tan bien esta ejecutado el experimento o si existe falta de uniformidad en el manejo de las unidades experimentales. Es expresado en porcentaje. De acuerdo con Calzada (1985), valores por debajo del 40% son considerados aceptables para este tipo de estudio.

### **3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

#### **Datos registrados**

#### **Variables evaluadas en la primera etapa**

Para evaluar la tasa de brotamiento se aplicó una dosis alta y una dosis baja de la hormona citoquinina, utilizándose el producto Triggrr el cual tiene una alta concentración de esta hormona por lo tanto se evaluaron los siguientes parámetros:

- Días a la brotación: se registraron los días transcurridos desde la inducción hormonal hasta que los cormos de cada parcela experimental emitieron al menos un brote claramente diferenciado.
- Número de brotes: se evaluó el número total de brotes a los 10 y 15 días producidos por cada cormo.
- Longitud de brote: se evaluó a los 10 y 15 días después del brotamiento.
- Número de hojas por brote
- Tasa de multiplicación: se calculó con la siguiente fórmula:

$$TM = \frac{\text{N}^\circ \text{ de plántulas totales (brotes)}}{\text{N}^\circ \text{ de cormos iniciales (unidad experimental)}}$$

### **Variables a evaluar en la segunda etapa**

Para evaluar el enraizamiento, los brotes fueron trasplantadas a bolsas de polietileno de 8 x 8" y se aplicaron dos enraizadores con características distintas pero que contenían las hormonas Citoquinina y auxina, para la presente investigación se propuso la utilización de, Kelpak y Radigrow a las dosis recomendadas por el fabricante, para luego proceder a evaluar sus características morfológicas a los 15, 30, 45 y 60 días.

- Altura de planta se evaluó a los 60 días después del trasplante
- Diámetro del pseudotallo se evaluó a los 60 días después del trasplante.
- Número de raíces: se evaluó a los 30 y 60 días después del trasplante
- Longitud de raíces: se evaluó a los 15, 30 y 60 días después del trasplante
- Índice de vigor es la relación entre la altura de la planta y su diámetro
- Peso fresco biomasa aérea: se evaluó todo tejido aéreo del plantón a los 60 días.

- Porcentaje de enraizamiento (%) se calculó con la siguiente fórmula:

$$PE = \frac{\text{N}^\circ \text{ de plántulas enraizadas}}{\text{N}^\circ \text{ de plántulas totales}} \times 100$$

### 3.9. Tratamiento estadístico

En las pruebas de brotamiento en cámara térmica y enraizamiento en vivero se empleó un Diseño Completo al Azar (DCA), con arreglo factorial 3x3, en el caso de brotamiento constará de Factor A: dosis alta (2.5 ml/L.), dosis bajas (1.75 ml/L.) y el testigo sin aplicación para cada variedad del Factor B (Plátano Seda, Isla y Williams), en las pruebas de enraizamiento también se usará un DCA con arreglo factorial 3x4 Factor A enraizadores, Enraizante 1 (Kelplak) enraizante 2 (Radigrow) y el testigo sin aplicación, Factor B (Plátano Seda, Isla y Williams).

Considerando las dos etapas de la investigación, el análisis de datos se realizará con el software Infostat y para la comparación de medias se utilizará la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ), el modelo estadístico que se utilizará es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$i=1,2$  (niveles del Factor A: Musa)

$j=1,2,3$  (niveles del Factor B: inductores)

$Y_{ijk}$  = valor observado de los niveles del  $i$ -ésimo factor A (*Musa sp*), en el  $j$ -ésimo nivel del factor B (inductores)

$\mu$  = Media general

$\alpha_i$  = efecto de los niveles del  $i$ -ésimo factor A (*Musa sp*).

$\beta_j$  = efecto de los niveles del  $j$ -ésimo factor B (Inductores).

$(\alpha\beta)_{ij}$  = efecto de la interacción entre los niveles del i-esimo factor A con el j-esimo nivel del factor B

$\epsilon_{ij}$  = efecto del error experimental

**Tabla 4** *Análisis de varianza*

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grado de libertad</b>	<b>Suma de Cuadrado</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>F. calculada</b>
<b>Tratamiento</b>	$(ab-1)$	SC Trat	CM Trat	
<b>A</b>	$(a-1)$	SC(A)	$SC(A) / (a-1)$	$CM(A) / CM(Error)$
<b>B</b>	$(b-1)$	SC(B)	$SC(B) / (b-1)$	$CM(B) / CM(Error)$
<b>AxB</b>	$(a-1)(b-1)$	SC(AB)	$SC(AB) / (a-1)(b-1)$	$CM(AB) / CM(Error)$
<b>Error</b>	$(ab-1)(r-1)$	SC(Error)	$SC(Error) / (ab-1)(r-1)$	
<b>Total</b>	<b>abr-1</b>	<b>SC(Total)</b>		

### 3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

#### 3.10.1. Autoría

Heison Felix Vega del Águila es el responsable de la formulación y ejecución de la tesis.

#### 3.10.2. Originalidad

Todos los autores mencionados en esta investigación han sido citados de manera adecuada, reconociendo su autoría en la sección de referencias bibliográficas.



## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Descripción del trabajo de campo**

##### **4.1.1. Ubicación del campo experimental**

Los diferentes trabajos realizados durante la ejecución de la investigación se llevaron a cabo en el vivero de la familia Vega.

##### **4.1.2. Ubicación Política**

Región : Junín

Provincia : Chanchamayo

Distrito : Vitoc

##### **4.1.3. Ubicación Geográfica**

Latitud Sur : 11°12'37"S

Longitud Oeste : 75°20'03"O

Región Geográfica : Selva central.

Sub-cuenca : Rio, Chanchamayo

Altitud : 1050 m.s.n.m.

Temperatura : 20 – 30°C.

#### 4.1.4. Análisis de sustrato

**Tabla 5** Resultados del análisis de sustrato

Análisis mecánico	Resultado	Resultados
- Arena	74.1 %	
- Limo	14.8 %	Arena Franca
- Arcilla	11.1 %	
<b>Análisis químico</b>		
- Materia orgánica	14.4 %	Alto
- Reacción del suelo (pH)	7.40	Moderadamente básico
<b>Elementos disponibles</b>		
- Fósforo	19.50 ppm	Alto
- Potasio	90.20 ppm	Bajo

*Nota:* según reporte del INIA Pichanaki

El reporte del análisis de sustrato se encuentra en la sección de anexos, los resultados muestran que el sustrato utilizado fue el adecuado para la producción de plántones de plátano.

#### 4.1.5. Datos meteorológicos

La Tabla 6 muestra los datos climatológicos correspondientes al período del experimento. En ella se detalla la temperatura máxima y mínima, la humedad relativa promedio mensual, así como la precipitación mensual y total registrada durante la duración del estudio, Según Galecio-Julca *et al.*, (2020), define que la Humedad relativa no debe exceder el 90 % para un desarrollo normal de los plántones de plátano. Así mismo los datos climatológicos son los adecuados para la propagación de plátano con el uso de hormonas y cámara húmeda.

**Tabla 6** Precipitación mensual en Vitoc, diciembre 2023 a abril 2024

Meses	Temperatura °C			Precipitación Total, mensual (mm)
	Extremos		HR%	
	Máxima	Mínima		
<b>Diciembre</b>	23.8	14.5	85.6	306.5
<b>Enero 2024</b>	24.5	14.8	85.3	290.0
<b>Febrero 2024</b>	24.2	14.7	84.4	219.8
<b>Marzo 2024</b>	24.6	14.6	87.7	216.8
<b>Abril 2024</b>	25.7	14.9	78.7	144.2
<b>Total, pp:</b>				

Fuente: SENAMHI Rio Tulumayo (2024).

Durante el período del experimento en el cultivo de plátano, se registraron datos meteorológicos relevantes. La temperatura máxima alcanzó los 25.7 °C en abril, mientras que la mínima se registró en diciembre de 2023 con 23.8 °C. En cuanto a la humedad relativa, esta no superó el 88% en ningún mes del experimento. Además, diciembre de 2023 fue el mes con mayor precipitación, acumulando 306.5 mm de lluvia, mientras que abril de 2024 fue el mes con la menor cantidad de lluvia, con 144.2 mm.

#### **4.1.6. Conducción del experimento**

Se realizaron las siguientes labores: Seleccionar brotes sanos de plátano (*Musa sp.*), desinfección de los brotes y cortar secciones para el tratamiento hormonal.

Aplicación de hormonas: Se prepararon las soluciones hormonales con las concentraciones adecuadas (auxinas como el ácido indolbutírico y citoquininas como la benciladenina). Se sumergió los brotes en estas soluciones durante un tiempo determinado, basado en estudios previos.

Condiciones de cultivo: Se trasplantó los brotes a un sustrato estéril (mezcla de turba y arena). Las condiciones controladas de temperatura oscilaron entre (24-28°C), humedad (>80%), y luz.

## 4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

Para llevar a cabo los cálculos estadísticos de las variables independientes, se aplicó el análisis de varianza. La significancia estadística entre los diferentes tratamientos se evaluó mediante la prueba de Fisher. Además, se utilizó la prueba de Tukey para comparar los datos entre los distintos tratamientos.

### I Etapa

#### 4.2.1. Número de días al brotamiento (n°)

**Tabla 7** Análisis de varianza para número de días al brotamiento (n°)

F. V	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05	
Dosis TriggrrF	2	13.37	6.69	1.68	3.23	n.s.
Var. Plátano	2	60.04	30.02	7.53	3.23	*
DT*VP	4	11.41	2.85	0.71	2.80	n.s.
Error	45	179.50	3.99			
Total	53	264.31				

C.V.= 11.32 %

El análisis de varianza para número de días al brotamiento muestra que entre las dosis de TriggrrF (citoquininas) y la interacción dosis de Trigger y variedades de plátano no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, aunque sí se observó una variabilidad estadística entre las distintas variedades. El coeficiente de variabilidad fue del 11.32%, lo cual resulta adecuado para este tipo de estudios realizados en campo.

El análisis de varianza no nos indica que variedad de plátano presentó efectos favorables por lo que se realizó la prueba de Tukey para determinar el orden de mérito y la significancia estadística.

**Tabla 8** Prueba de Tukey para el efecto variedad de plátano en el número de días al brotamiento ( $n^{\circ}$ )

Mérito	Variedad de plátano	Media ( $n^{\circ}$ )	Nivel de significación 0.05
1	Williamas	16.67	A
2	Seda	17.17	A
3	Isla	19.11	B

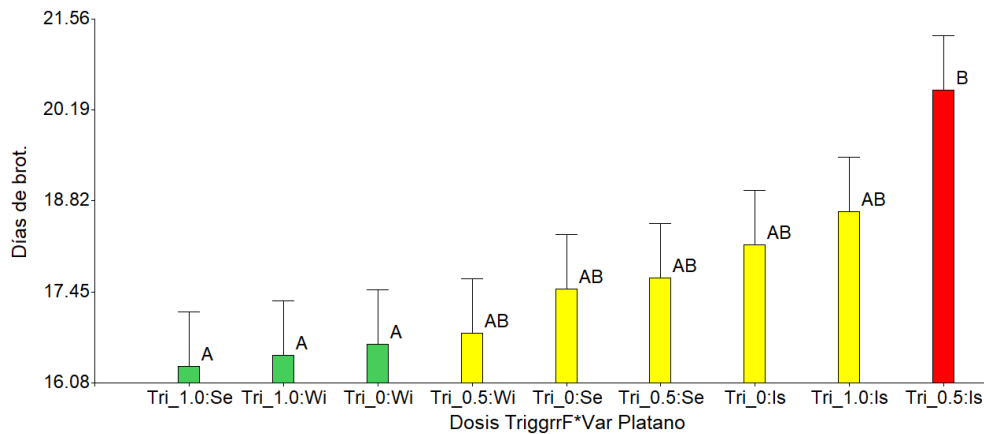
La prueba de Tukey para el efecto de la variedad en el número de días al brotamiento muestra que la variedad Williams emite brotes en menor tiempo (16.67 días), sin embargo, no hay diferencia estadística con la variedad Seda y ambas se diferencian de la variedad Isla que demora mayor tiempo en emitir brotes y esto ocurrió a los 19 días.

**Tabla 9** Prueba de Tukey para la interacción dosis de TriggrrF por variedad de plátano en el número de días al brotamiento ( $n^{\circ}$ ).

Mérito	Combinación	Media ( $n^{\circ}$ )	Nivel de significación 0.05
1	T7-Tri-1.0 Se	16.33	A
2	T8-Tri-1.0 Wi	16.50	A
3	T2-Tri-0 Wi	16.67	A
4	T5-Tri-0.5 Wi	16.83	A B
5	T1-Tri-0 Se	17.50	A B
6	T4-Tri-0.5 Se	17.67	A B
7	T3-Tri-0 Is	18.17	A B
8	T9-Tri-1.0 Is	18.67	A B
9	T6-Tri-0.5 Is	20.50	B

La prueba de Tukey para la interacción dosis de TriggrrF por variedad de plátano muestra que el primer grupo (A) exceptúa a T6 (Triggrr 0.5 en la variedad Isla) entre ellos no existe diferencia estadística, el segundo grupo está formado por T5, T1, T4, T3, T9 y T6 entre ellos no hay diferencia estadística.

**Figura 3** Número de días al brotamiento ( $n^{\circ}$ )



En la figura 3 muestra que el tratamiento de TriggrrF a dosis alta en la variedad Seda emite brotes en menor tiempo y la variedad Isla demora mayor tiempo en brotar por más que se aplica dosis baja de citoquiniba (TriggrrF).

#### 4.2.2. Número de hijuelos por cormo ( $n^{\circ}$ )

**Tabla 10** Análisis de variancia para número de hijuelos por cormo ( $n^{\circ}$ ).

F. V	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05	
Dosis TriggrrF	2	91.00	45.50	50.3	3.23	*
Var. Plátano	2	4.11	2.06	2.27	3.23	n.s.
DT*VP	4	10.22	2.56	2.83	2.80	*
Error	45	40.67	0.90			
Total	53	146.00				

C.V.= 11.41 %

El análisis de varianza para número de hijuelos por cormo muestra que existe diferencia estadística entre las diferentes dosis probadas de citoquinina (TriggrrF) y para variedades de plátano no existe diferencia estadística. Así mismo existe diferencia entre la interacción. El coeficiente de variabilidad es de 11.41 % lo cual es adecuado lo que indica que los datos fueron homogéneos.

**Tabla 11** Prueba de Tukey para el efecto dosis de triggerF en el número de hijuelos por cormo

Mérito	Dosis de trigger	Media (n°)	Nivel de significación 0.05
1	Trigger 1.0	10.00	A
2	Trigger 0.5	8.17	B
3	Trigger 0	6.83	C

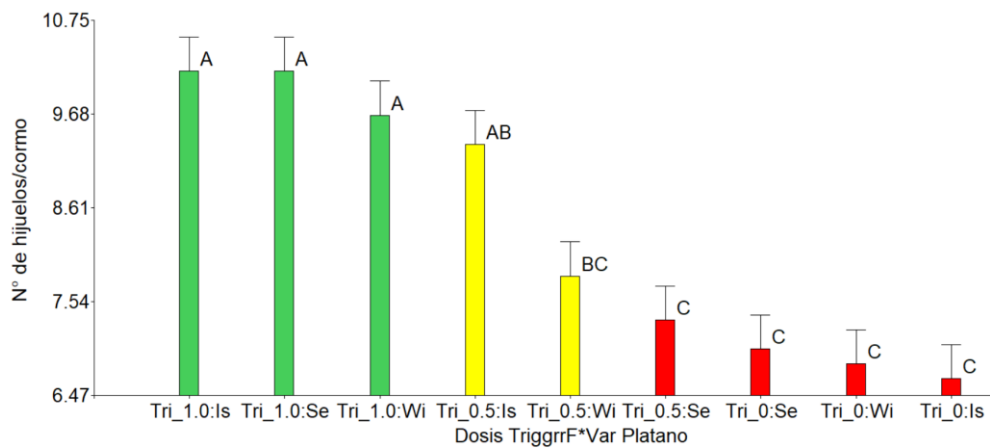
La tabla 11 muestra que la dosis alta de trigger logra formar mayor número de hijuelos por cormo llegando a 10.00

**Tabla 12** Prueba de Tukey para la interacción dosis de TriggrrF por variedad de plátano en el número de hijuelos por cormo (n°).

Mérito	Combinación	Media (n°)	Nivel de significación 0.05
1	T9-Tri-1.0 Is	10.17	A
2	T7-Tri-1.0 Se	10.17	A
3	T8-Tri-1.0 Wi	9.67	A
4	T6-Tri-0.5 Is	9.33	A B
5	T5-Tri-0.5 Wi	7.83	B C
6	T4-Tri-0.5 Se	7.33	C
7	T1-Tri-0 Se	7.00	C
8	T2-Tri-0 Wi	6.83	C
9	T3-Tri-0 Is	6.67	C

La tabla 12 muestra que las tres variedades forman similar número de hijuelos por cormos con tratamiento hormonal (citquininas-TriggrrF) a dosis alta de 1.0 con valores entre 10 a 9 hijuelos por cormo, también se puede observar que los tratamientos sin citoquininas forman menor número de hijuelos con valores de 7 a 6.

**Figura 4** Número de hijuelos por corno ( $n^{\circ}$ )



La figura 4 muestra que las tres variedades a dosis alta (1.0 L/cil) lograron formar mayor número de hijuelos por cormos entre 9 a 10 hijuelos y las mismas variedades formaron menor número de hijuelos cuando no se aplica citoquinina TriggrrF, por lo que se deduce que, si hubo un efecto y estadísticamente existe diferencia. La variedad Seda fue la que menos respuesta muestra al tratamiento con TriggrrF.

## II Etapa

### 4.2.3. Altura de planta a los 60 días (cm)

**Tabla 13** Análisis de variancia para altura de planta a los 60 días (cm)

F. V	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05	
Enraizante	2	848.74	424.37	125.8	3.23	*
Var. Plátano	2	86.67	43.33	12.85	3.23	*
Enz*VP	4	22.99	5.75	1.70	2.80	*
Error	45	151.76	3.37			
Total	53	1110.15				

C.V.= 10.46 %

El análisis de variancia para altura de planta a los 60 días después de haber trasplantado los brotes y habiendo aplicado tratamiento hormonal con enraizantes en tres variedades de plátanos muestra que, si existe diferencia estadística, así



como también para la interacción entre ambas. El coeficiente de variabilidad fue de 10.46 % lo cual está considerado como ligeramente homogéneo.

**Tabla 14** Prueba de Tukey para el efecto tipo de enraizante en la altura de planta a los 60 días (cm)

Mérito	Enraizante	Media (cm)	Nivel de significación 0.05
1	Kelpak	22.77	A
2	Radigrow	16.73	B
3	Sin enraizante	13.17	C

La prueba de Tukey para el efecto de enraizantes en la altura de plantas a los 60 días se observa que el enraizante Kelpak (auxinas + citoquininas) logra mayor altura de planta, sin embargo, hay diferencia con el tratamiento Radigrow (auxinas)(B). así mismo se observa un tercer grupo (C) sin la aplicación de enraizadores y existe diferencia con los enraizadores.

**Tabla 15** Prueba de Tukey para variedad en la altura de planta a los 60 días (cm)

Mérito	Variedad de plátano	Media (cm)	Nivel de significación 0.05
1	Williams	19.07	A
2	Seda	17.64	B
3	Isla	15.97	C

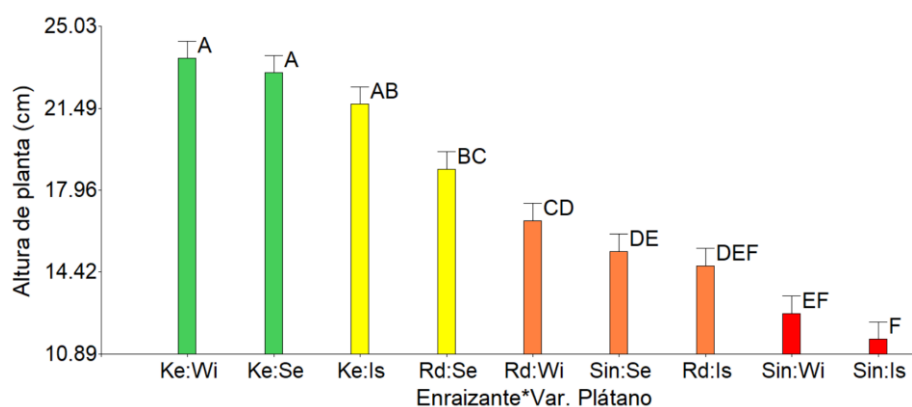
La variedad que alcanzó mayor tamaño de planta a los 60 días fue Williams sin embargo hay diferencia con la variedad Seda, la variedad Isla se diferencia de las dos variedades anteriores.

**Tabla 16** Prueba de Tukey para la interacción enraizante por variedad de plátano en la altura de planta a los 60 días (cm)

Mérito	Combinación	Media (cm)	Nivel de significación 0.05
1	T2-Ke-Wi	23.63	A
2	T1-Ke-Se	23.02	A B
3	T3-Ke-Is	21.67	B C
4	T4-Rd-Se	18.87	B C D
5	T5-Rd-Wi	16.63	C D
6	T7-Sin-Se	15.32	C D E
7	T6-Rd-Is	14.70	D E
8	T8-Sin-Wi	12.65	E F
9	T9-Sin-Is	11.53	F

La tabla 15, muestra que entre los tratamientos T2 y T5, no existe diferencia estadística entre ellos (A), así mismo entre los tratamientos T1, T5 Y no existe diferencia estadística (B). La diferencia entre la mayor y menor altura es de 10 cm aproximadamente y los tratamientos que no tuvieron enraizadores crecieron menos entre 12 y 11 cm.

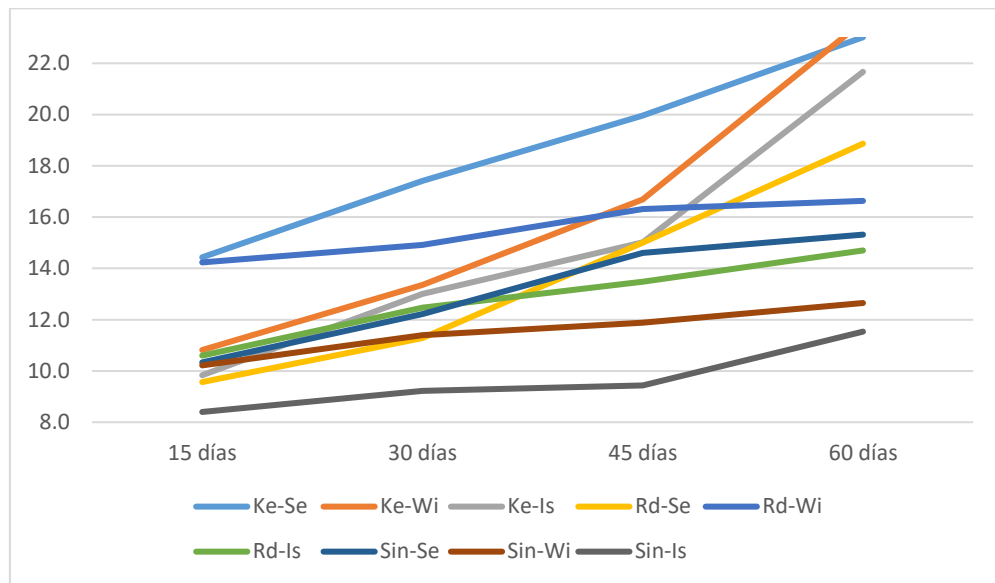
**Figura 5** Altura de planta a los 60 días (cm)



La variedad William con tratamiento con Kelpak (auxinas y citoquininas) logró formar mayor altura de planta a los 60 días (23.63 cm) y el menor tratamiento fue la variedad Isla sin la aplicación de enraizadores (11.53 cm). El enraizador Kelpak muestra un mejor efecto respecto Radigrow.

**Figura 6** Desarrollo de altura de planta después del repique hasta los 60

días (cm)



La figura 6 muestra el progreso en la altura de planta de plátano y es directamente proporcional al enraizante usado, En ausencia de enraizadores, se observa una reducción en la altura de las plántulas. La altura de estas plántulas es un indicador del desarrollo saludable de sus raíces y del sistema vascular. La aplicación de enraizantes puede estimular un enraizamiento más robusto, lo que a su vez favorece un crecimiento óptimo y una eficiente absorción de nutrientes.

#### 4.2.4. Diámetro basal de tallo a los 60 días (mm)

**Tabla 17** Análisis de variancia para diámetro basal de tallo a los 60

días (mm)

F. V	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05	
Enraizante	2	311.11	155.56	86.5	3.23	*
Var. Plátano	2	120.84	60.42	33.6	3.23	*
Enz*VP	4	18.07	4.52	2.85	2.80	*
Error	45	80.87	1.80			
Total	53	530.89				

C.V.= 8.25 %

El análisis de varianza para diámetro basal del tallo a los 60 días muestra que para la fuente de variación enraizadores e interacción de enraizadores con variedades no existe diferencia estadística, pero si existe diferencia estadística para la fuente de variación variedades de plátano. El coeficiente de variabilidad fue de 8.25 % lo cual es homogéneo.

**Tabla 18** Prueba de Tukey para tipo de enraizante en el diámetro basal de tallo a los 60 días (mm)

Mérito	Enraizante	Media (mm)	Nivel de significación 0.05
1	Kelpak	18.97	A
2	Radigrow	16.64	B
3	Sin enraizante	13.13	C

El mayor diámetro basal se formó con el enraizador Kelpak con 18.97 mm, sin embargo, hay diferencia con Radigrow e incluso sin el uso de enraizantes que alcanzaron valores de 16.64 y 13.13 mm respectivamente.

**Tabla 19** Prueba de Tukey para variedad en el diámetro basal de tallo a los 60 días (mm)

Mérito	Variedad de plátano	Media (cm)	Nivel de significación 0.05
1	Williams	18.03	A
2	Seda	16.33	B
3	Isla	14.37	C

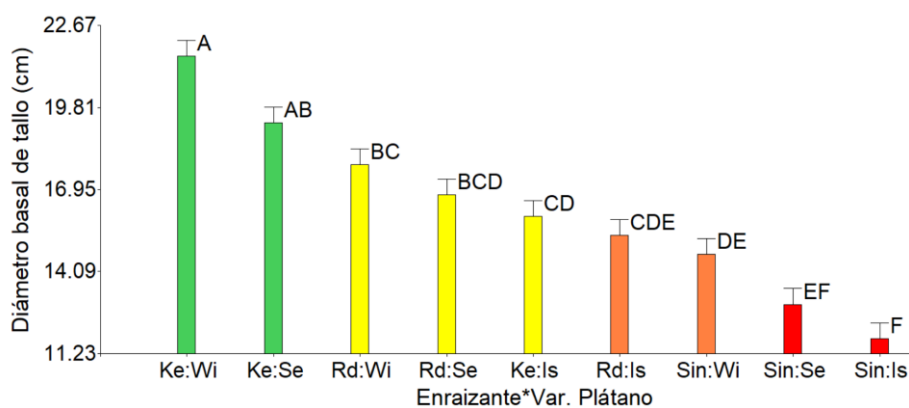
La tabla 18 muestra que la variedad Williams logra mayor diámetro basal de tallo a los 60 días (18.03 mm) y supera estadísticamente a la variedad Seda e Isla y entre ellas existe diferencia estadística(B) con 16.33 y (C) 14.37 mm respectivamente.

**Tabla 20** Prueba de Tukey para la interacción enraizante por variedad de plátano en el diámetro basal de tallo a los 60 días (mm).

Mérito	Combinación	Media (cm)	Nivel de significación 0.05
1	Ke-Wi	21.60	A
2	Ke-Se	19.28	A B
3	Rd-Wi	17.82	B C
4	Rd-Se	16.77	B C D
5	Ke-Is	16.02	C D
6	Rd-Is	15.35	C D E
7	Sin-Wi	14.68	D E
8	Sin-Se	12.95	E F
9	Sin-Is	11.75	F

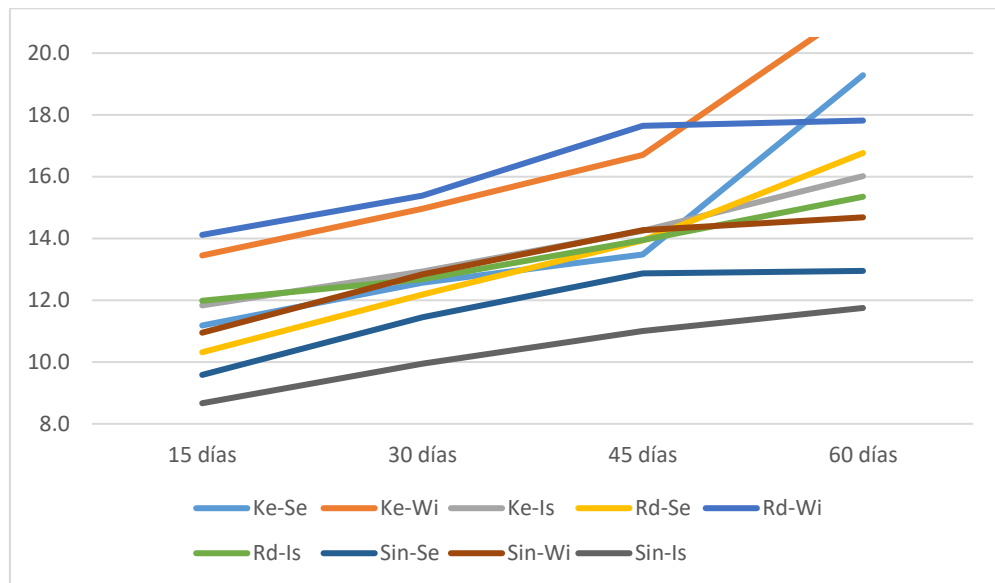
La tabla 19 muestra que entre todos los tratamientos no existe diferencia estadística, lo que significa que el tratamiento con enraizadores en las tres variedades no existe diferencia estadística.

**Figura 7** Diámetro basal de tallo a los 60 días (mm)



La figura 7 muestra que los mejores diámetros basales de tallo se lograron con Kelpak y Radigrow ambos en la variedad Williams, sin embargo, los que no recibieron tratamiento de enraizador presentan menor diámetro de tallo, la variedad William presenta mayor diámetro de tallo.

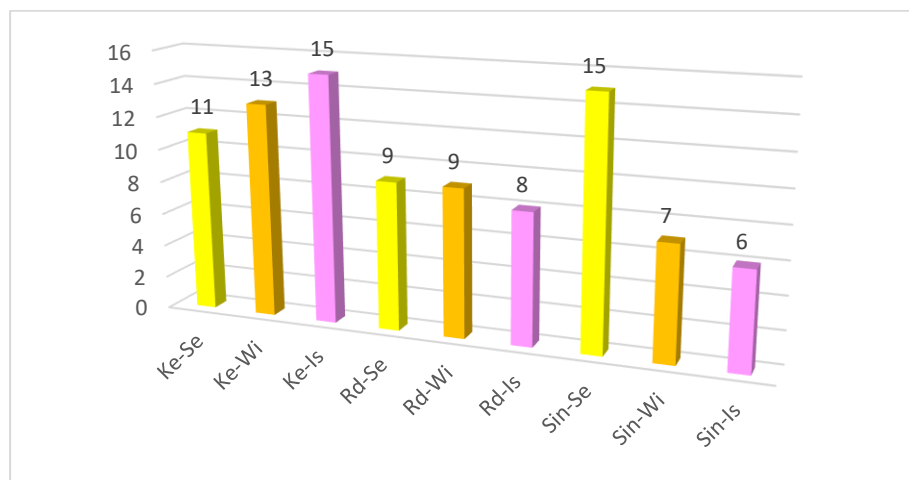
**Figura 8** Desarrollo de diámetro basal de tallo después del repique hasta los 60 días (mm)



La figura 8 muestra que el engrosamiento de tallo de plántulas de plátano es lento, luego el engrosamiento se acelera el uso de enraizantes está directamente relacionado con el diámetro del tallo, el cual es un indicador clave de la calidad general de las plántulas de plátano. Un diámetro óptimo indica un crecimiento saludable y puede anticipar el éxito de estas plántulas en el campo.

#### 4.2.5. Número de raíces principales (n°)

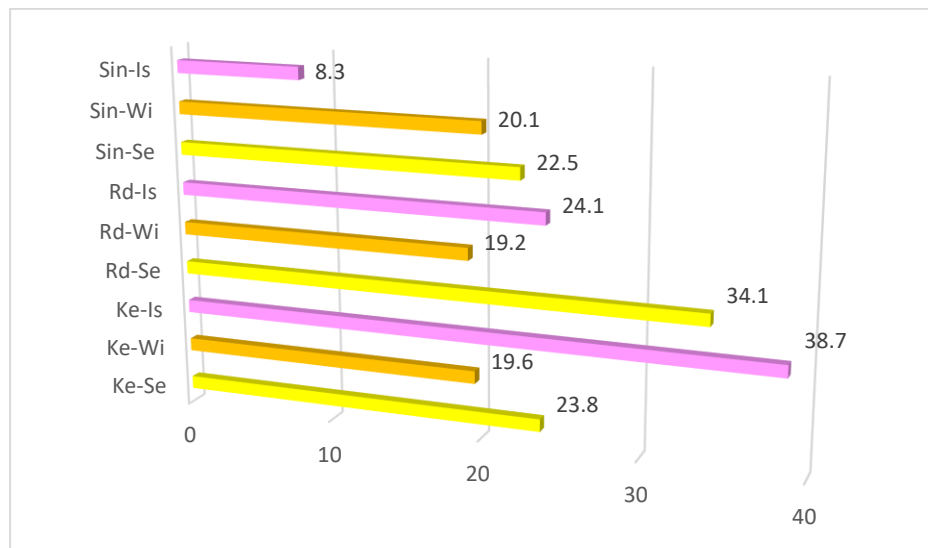
**Figura 9** Número de raíces principales (n°)



La figura 9 muestra que la variedad Isla con Kelpak y la variedad Seda sin enraizante formaron 15 raíces principales, la variedad Williams con Kelpak formó 13 raíces y la variedad Seda con Kelpak formó 11 raíces y la que formó menos raíces fue la variedad Isla sin el uso de enraizante con 6 raíces.

#### 4.2.6. Longitud de raíz principal (cm)

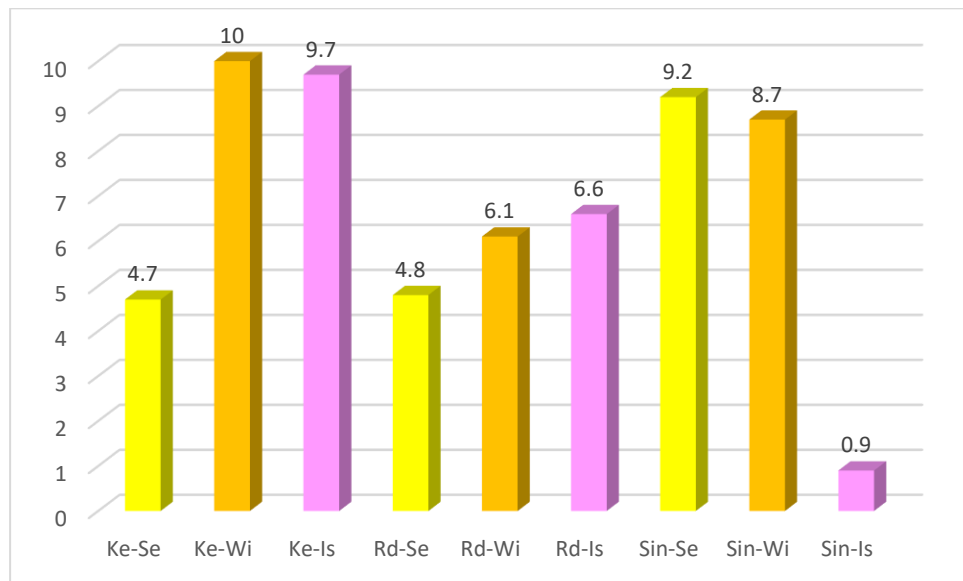
**Figura 10** Longitud de raíz principal (cm)



La figura 10 muestra que la variedad Isla con el uso de Kelpak forma una longitud de raíz de 38.7 cm, la variedad Seda con Radigrow formó 34.1 cm, la variedad Isla con Radigrow formó 24.1 cm, la variedad Seda con Kelpak formó una longitud de raíz de 23.8 cm. Por otro lado, la variedad Williams con y sin enraizantes formó longitud de raíz entre 19 a 20 cm. La variedad Isla y Seda logran menor longitud de raíz sin el uso de enraizadores.

#### 4.2.7. Peso de raíces principales (g)

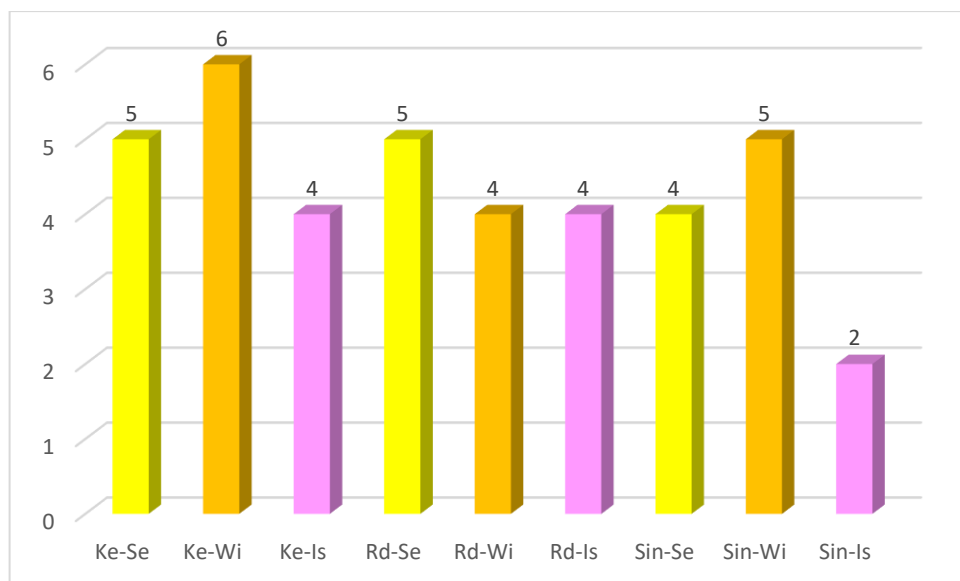
**Figura 11** *Peso de raíces principales (g)*



En la figura 11, se muestra que el mayor peso radicular lo obtuvo la variedad Williams con el uso de Kelpak 10 g, la variedad Isala con Kelpak 9.7 g, la variedad Seda sin uso de enraizadores 9.2g y Williams sin enraizadores con 8.7 g, el menor peso radicular lo obtuvo la variedad Isla sin enraizador con 0.9 g.

#### 4.2.8. Número de hojas a los 60 días (n°)

**Figura 12** *Número de hojas (n°)*





El mayor número de hojas lo obtuvo la variedad Williams con Kelpak 6 hojas, la variedad Seda con Kelpak 5 hojas, Seda con Radigrow 5 hojas y Williams sin enraizadores 5 hojas, el menor número de hojas lo obtuvo la variedad Isla sin enraizador con 2 hojas.

#### **4.3. Prueba de hipótesis**

Se acepta la premisa general planteada, la inducción hormonal en la producción de plántones de plátano (*Musa sp.*) en Vitoc, Chanchamayo será significativa y positiva.

#### **4.4. Discusión de resultados**

##### **I etapa**

##### **4.4.1. Número de días al brotamiento**

En la investigación las citoquininas (Triggrr 1.0 L/cil) presenta un efecto en la variedad Seda y emite brotes en menor tiempo 16.33 días y la variedad Isla con TriggrrF a 0.5 L/cil emite brotes en mayor tiempo a los 20.5 días. Estos resultados son más precoces comparado por lo reportado por Coto (2009) quien menciona que a los 30 días los brotes o hijuelos están listos para retirar del cormo.

##### **4.4.2. Número de hijuelos por cormo**

En la investigación la variedad Isla con TriggrrF (citoquininas) a dosis alta (1.0 L/cil) logró formar mayor número de hijuelos por cormos con 9 hijuelos y la misma variedad fue la que formó menor número de hijuelos cuando no se aplica TriggrrF (citoquinina). Estos datos concuerdan con lo reportado por Lescot y Staver (2013) y Palencia et al. (2006) que mencionan que por cada cormo se puede obtener alrededor de 10 hijulos o brotes.

## **II etapa**

### **4.4.3. Altura de planta a los 60 días**

En la investigación la variedad Seda con Kelpak (auxinas y citoquininas) logró formar mayor altura de planta a los 60 días (22.02 cm) y el menor tratamiento fue la variedad Isla sin la aplicación de enraizadores (10.20 cm). Coto (2009) menciona que a los 60 días los hijuelos ya se encuentran listos para el campo definitivo. Manzur (2001) reporta alturas de hasta 20 cm con la aplicación de la citoquinina Benzilaminopurina y con la técnica de cámara térmica con alta temperatura y alta humedad relativa.

### **4.4.4. Diámetro basal de tallo a los 60 días**

En la investigación, los mejores diámetros basales de tallo se lograron con Kelpak y Radigrow ambos en la variedad Williams (alrededor de 20 mm), sin embargo, los que no recibieron tratamiento de enraizador presentan menor diámetro de tallo. Alvarez *et al.* (2013) menciona que a los 60 días las plantas están listas para el campo definitivo con un diámetro de tallo adecuado mayor a 20 mm.

### **4.4.5. Número de raíces principales**

En el experimento la variedad Isla con Kelpak y la variedad Seda sin enraizante formaron 15 raíces principales, la variedad Williams con Kelpak formó 13 raíces y la variedad Seda con Kelpak formó 11 raíces. Rojas (2010) menciona que con la técnica de inducción hormonal se puede lograr mayor sistema radicular.

### **4.4.6. Longitud de la raíz principal a los 60 días**

En la investigación la variedad Isla con el uso de Kelpak logró una longitud de raíz de 38.7 cm, la variedad Seda con Radigrow logró 34.1 cm, la

variedad Williams con y sin enraizadores forma entre 19 y 20 cm de a los 60 días, la menor longitud lo tuvo la variedad Isla sin enraizantes con solo 8.3 cm. INIA (2011) menciona que con la inducción hormonal se logra mayor longitud de raíz.

#### **4.4.7. Peso de raíz principal**

En la investigación la variedad Williams con el uso de Kelpak logró 10 g de peso de la raíz principal, la variedad Isala con Kelpak 9.7 g, la variedad Seda sin uso de enraizadores 9.2g y Williams sin enraizadores con 8.7 g, el menor peso radicular lo obtuvo la variedad Isla sin enraizador con 0.9 g. Singh *et al.* (2011) manifiesta que con la inducción hormonal se logra mayor peso radicular.

#### **4.4.8. Número de hojas a los 60 días**

En la investigación la variedad Williams con el enraizador Kelpak logró formar 6 hojas, la variedad Seda con Kelpak y con Radigrow formó 5 hojas, la variedad Williams sin enraizadores también formó 5 hojas, el menor número de hojas lo formó la variedad Isla sin enraizadores con 2 hojas. Dayarani et al. (2013) reporta que con la inducción hormonal se forma mayor número de hojas.

## CONCLUSIONES

1. El uso de citoquininas (TriggrrF.) afecta tanto el tiempo de emisión de brotes como la producción de hijuelos en plátano. La variedad Seda responde más rápidamente con menor tiempo de emisión (16.33 días), mientras que la variedad Isla, aunque más lenta a bajas dosis, genera un mayor número de hijuelos (9) con dosis altas de TriggrrF (1.0 L/cil). Sin la aplicación de citoquininas, la variedad Isla produce significativamente menos hijuelos.
2. La dosis óptima en la inducción de brotes es de 1 L/cil de TriggrrF (citoquininas) que mostró mejores resultados en las tres variedades Isala, Williams y Seda.
3. El uso de enraizadores, particularmente Kelpak, en las variedades de plátano evaluadas mejora significativamente el crecimiento en altura, el diámetro del tallo, la cantidad y peso de raíces, así como el número de hojas formadas a los 60 días. Las plantas tratadas con Kelpak, especialmente en las variedades Williams y Seda, presentan mejores resultados en comparación con aquellas que no recibieron enraizadores, siendo la variedad Isla sin tratamiento la que mostró los menores valores en la mayoría de los parámetros. Esto sugiere la importancia de los enraizadores en el desarrollo óptimo de las plantas.
4. El enraizador más adecuado para la producción de plántones de plátano en las tres variedades estudiadas fue Kelpak (citoquininas+auxinas), logra plantas más vigorosas y con características deseables.

## **RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda aplicar 1 L/cil de Triggrr para lograr una rápida emisión de brotes en la variedad Seda, que reduce el tiempo de emisión a 16.33 días, acelerando la propagación.
2. En la variedad Isla, usar dosis más altas de 1 L/cil de Triggrr favorece una mayor producción de hijuelos (9), mejorando su rendimiento comparado con bajas dosis o sin citoquininas.
3. Utilizar Kelpak en las variedades Williams y Seda mejora significativamente la altura, diámetro de tallo, y cantidad de hojas, promoviendo un desarrollo más robusto en comparación con plantas sin enraizadores.
4. Se recomienda Kelpak (citoquininas+auxinas) como el enraizador ideal para obtener plantones de plátano más vigorosos y con mejores características en las variedades Isla, Williams y Seda.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, C; Daga, W. (2011). Perú: Una década de éxitos en la exportación de bananos orgánicos. Turrialba, Costa Rica. Musalac-Bioiversity International. 11 p. (Boletín Musalac vol. 2 no. 1).
- Aguas, A; Martínez, M. (2003). Técnicas rápidas para la multiplicación de semillas de plátano. Ecorregión Caribe. 7 p. (Boletín divulgativo no. 69).
- Álvarez, A; Ceballos, G; Cañán, L; Rodríguez, D; González, S; Pantoja, A. (2013). Producción de material de siembra limpio en el manejo de las enfermedades limitantes del plátano. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 16p. (Publicación CIA T no. 384).
- Belalcázar, S. (Ed). (1991). El Cultivo del Plátano en el Trópico. Cali, Colombia. ICAINIBAP-CIID-COMITECAFE. 376 p.
- Bonte, E; Verdonck, R; Gregoire, L. (1995). Propagación rápida de bananos y plátanos en Camerum. Tropicultura 13(3):109-116.
- Bonte, E; Verdonck, R; Gregoire, L. (1999). La multiplicación rapide du bananieret du plantain au Cameroun. Tropicultura 13(3): 109- 116.
- Borges, A; Souza, da S. (2004). O Cultivo da Bananeira. Cruz das Almas, Brasil. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. 279 p.
- Cordeiro, Z; Dos Santos, W. (1991). Propagación de bananos por división de rizoma. EMBRAPA/CNPMF. Banana emfoca. (45):1-2.
- Cordeiro, J; Mesquita, L. (2000). Manejo integrado das pragas, doenas e plantas daninhas. pp. 15 - 20. En: Cordeiro, J. (Ed). Banana Fitossanidade: EMBRAPA Mandio9a e Fruticultura, Cruz das Alma, Brasil.
- Coto, J. (2009). Guía para la multiplicación rápida de cormos de banano y plátano 2da edición. La Lima, Honduras. FHIA. 14 p.

- Costa, F; Pereira, J; Pereira, M; Oliveira, J. (2006). Efeito da interação entre carvão ativado e 6-benzilaminopurina na propagação in vitro de bananeira, cv. Grand Naine (AAA). *Revista Brasileira de Fruticultura* 28(2): 280-283.
- Costa, F; Pasqual, M; Santos, A; Castro, E; Scherwinski, J. (2008). Modificações na anatomia foliar de bananeiras durante o processo de micropropagação. *Interciencia* 33:663-667.
- Dayarani, M; Dhanarajan, M; Urna, S; Durai, P. (2013). Macro-propagation for regeneration of wild bananas (*Musa* spp.). *Advanced BioTech* 12(12):16- 17.
- De Klerk, G; Van der Krieken, W; De Jong, J. (1999). The formation of adventitious roots: new concepts, new possibilities. *In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant* 35:189-199.
- Dharaneeswara, D; Suvama, D; Muralidhara, D. (2014). Effects of 6-benzylaminopurine (6-BAP) on in vitro shoot multiplication of Grand Naine (*Musa* sp.). *International Journal of Advanced Biotechnology and Research* 5(1):36-42.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2015). *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo: La inseguridad alimentaria en crisis prolongada*. Roma, Italia. FAO.
- FAO y SENASA. (1997). *Manual para el Manejo Integrado de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) del Plátano*. Perú. 23pp.
- Faturoti, B; Tenkouano, A; Lemchi, J; Nnaji, N. (2002). *Rapid multiplication of plantain and banana: Macropropagation Techniques. A pictorial guide*. Ibadan, Nigeria: 8 p. (A pictorial guide).
- Herrera, M; Colonia, L. (2011). *Manejo integrado del cultivo de plátano: Curso taller*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Oficina Académica de Extensión y Proyección Social – AGROBANCO. Lima, Perú. Pp. 6 – 9.

- INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria). (2011). Tecnología para la producción rápida de semilla de banano (*Musa spp*) en campo. Piura, Perú. INIA. 12 p. (Cartilla técnica).
- Kabir, M; Baque, M; Nasiruddin, K. (2008). Eradication of banana bunchy top virus (BBTV) and banana mosaic virus (BMV) from infected plant of banana cv. Amritasagar through meristem culture. *South Pacific Studies* 29 (1): 17-41.
- Kwa, M. (2003) Activation de bourgeons latents et utilisation de fragments de tige du bananier pour la propagation en masse de plants en conditions horticoles in vivo. *Fruits* 58:315-328.
- Martínez, G; Tremont, O; Hemández, J. (2004). Manual técnico para la propagación de musáceas. *Revista Digital CENIAP hoy*. Disponible en: [www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n4/texto/gmartinez.htm](http://www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n4/texto/gmartinez.htm)
- Martínez, F. (2009). Multiplicación de ornamentales por esqueje de tallo. En: "Planteles, semilleros y viveros". Ediciones de Horticultura. pp 83-102. (Compendio de Horticultura no. 13).
- Martínez, A; Cayón, D. (2011). Dinámica del crecimiento y desarrollo del banano (*Musa* AAA Simmonds cvs. Gran Enano y Valery). *Revista Facultad Nacional de Agronomía*
- Manzur, D. (2001). Propagación masiva in situ del híbrido de plátano FHIA-20 utilizando bencilaminopurina. *InfoMusa* 10 (1) 3-4.
- Njukwe, E; Tenkouano, A; Amah, D; Sadik, K; Muchunguzi, P; Nyine, M; Dubois, Osei, J. (2006). Rapid field multiplication of plantains using benzyl adenine or coconut water-treated split corms. *Ghana Journal of Agriculture Science* 39 (2): 189-202.
- Ortiz, R; López, A; Ponchner, S; Segura, A. (2007). *El Cultivo del Banano*. San José, Costa Rica. Editorial Universidad Estatal a Distancia (EUNED). 197 p.



- Orellana, P. (1994). Tecnología para la micropropagación in vitro de clones de Musa spp. Tesis D.Sc. Santa Clara, Cuba. Universidad Central de las Villas. 120 p.
- Palencia, G; Gómez, R; Martín, J. (2006). Manejo sostenible del cultivo de plátano.
- Pérez, J. (2007). Efecto de algunos reguladores del crecimiento y el Fitomás-E en la micropropagación de Musa sp. Variedad FHIA-18 (AAAB). Centro de Estudios de Biotecnología Vegetal, Universidad de Granma, Cuba. 13 p.
- Pérez, M; Vásquez, V; Osuna, J. (2006). Efecto del Plant preservative mixture (PPM) y bencilaminopurina en la propagación in vitro de plátano macho" (Musa AAB). pp 504-509. En: Memorias de la XVII Reunión ACORBAT. Santa Catarina, Brasil.
- Peres, J; Da Silva, F; Scherwinski, J. (2008<sup>a</sup>). Micropropagación y estimativa de producción de mudas de bananos para la amazonia occidental. Pesquisa Agropecuaria. Brasileira 43(10): 1429-1432.
- Perez, M. (2003). Tesis: "Nematodos Asociados al Cultivo del Plátano (*Musa paradisiaca*) Variedad Isla, en Pangoa". Facultad de Agronomía UNCP. Huancayo- Perú. 45pp.
- Reyes, G; Rivers, E; Corea, G; García, R. (2009). Experiencias de la aplicación comercial de la técnica de reproducción acelerada de semilla (TRAS) en plátano.
- Rodríguez, D; Ceballos, G; Mejía, J; Álvarez, E; Lugo, O. (2013). Construcción, implementación y estandarización de cámara térmica para producción de semilla de plátano libre enfermedades. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIA T) 13 p.
- Sierra, L. (1993). El Cultivo de Banano: Producción y Comercio. Medellín, Colombia. 679p.

- Soto, M. (2008). Banano: Técnicas de Producción, Manejo Poscosecha y Comercialización (3 ed.). San José, Costa Rica. Litografía e Imprenta LIL, 5. A. 1090 p.
- Souza, A; Ledo, S; Silveira, G; Souza, D; Paria, A; Neto, S; Santos, S; Silva, M; Costa, Soares, L; Junghans, G; Almeida, B. (2006). Introducion a micropropagacion de plantas. Cruz das Almas, Brasil. EMBRAPA Mandioca e Fruticultura. 151 p.
- Sunshine, F; Mogollón, N. (2008). Efecto de dos citocininas y dos estados fisicos del medio de cultivo sobre la multiplicación in vitro del plátano 'Hartón Gigante' (Musa AAB). En: Memorias de la XVIII Reunión Internacional ACORBAT 2008. Guayaquil, Ecuador.
- Sugiyama, M. (2000). Genetic analysis of plant morphogenesis in vitro. International Review of Cytology 196: 67-84.
- Strosse, H; Domergue, R; Panis, B; Escalant, J; Cote, F. (2003). Suspensiones de células embriogénicas de banano y plátano. Montpellier, Francia, 31 p. (Guías técnicas INIAP).
- Wirakamain, S; Hossain, B; Chandran, S. (2008). Plantlet production through development of competent multiple meristem vultures from male inflorescence of banana, *Musa acuminta* cv. 'Pisang Mas' (AA). American Journal of Biochemistry and Biotechnology 4 (4): 325-328.
- Zaffari, G; Kerbauy, G. (2006). Efeito de reguladores de crescimento na formanao de gemas adventícias in vitro de *Musa acuminata* cv. Grand Naine. en: Memorias de la XVII Reunión Internacional ACORBAT 2006. Joinville, Brasil.

# **ANEXOS**

## **Instrumentos para recolección de datos**

- Cartillas de registro de datos (evaluación)
- GPS, Laptop
- Cuaderno de evidencias
- Celular con cámara fotográfica, USB
- Balanzas electrónica
- Wincha y vernier
- Programa Excel e Infostat
- Observación de fenómenos y entrevista a expertos como técnicas para recojo de la información.
- Supuestos e ideas
- Métodos analíticos y cuantitativo.

## Panel fotográfico

### I Etapa

#### Construcción y desinfección de cama térmica



#### Preparación de cormos



#### Desinfección de cormos y aplicación de TriggrrF





## Instalación de cormos para la inducción de brotes



## Evaluación de días al brotamiento



## Número de hijuelos por cormo





## II Etapa

### Preparación de sustrato y embolsado



### Preparación de los enraizadores



### Repique de hijuelos después de sumergir en enraizadores





### Evaluación de diámetro basal de tallo



### Evaluación de la longitud de raíz



### Supervisión del asesor





## Base de datos de las evaluaciones

### I Etapa inducción de brotes

DIAS A LA BROTAION							
		cormo 1	cormo 2	cormo 3	cormo 4	cormo 5	cormo 6
T1	a1 b1 Triggrr foliar dosis 0 plátano Seda	17	19	17	17	17	18
T2	a1 b2 Triggrr foliar dosis 0 plátano Willians	15	17	17	17	17	17
T3	a1 b3 Triggrr foliar dosis 0 plátano Isla	19	17	17	17	19	20
T4	a2 b1 Triggrr foliar dosis 0.5 plátano Seda	18	19	17	17	18	17
T5	a2 b2 Triggrr foliar dosis 0.5 plátano Willians	15	17	17	19	15	18
T6	a2 b3 Triggrr foliar dosis 0.5 plátano Isla	17	25	18	21	25	17
T7	a3 b1 Triggrr foliar dosis 1.0 plátano Seda	15	17	16	19	16	15
T8	a3 b2 Triggrr foliar dosis 1.0 plátano Willians	19	16	15	17	17	15
T9	a3 b3 Triggrr foliar dosis 1.0 plátano Isla	18	17	16	19	25	17

NUMERO TOTAL DE BROTES POR CORMO							
TRATAMIENTOS		corm1	corm2	corm3	corm4	corm5	corm6
T1	a1 b1 Triggrr foliar dosis 0 plátano Seda	6	7	8	8	6	7
T2	a1 b2 Triggrr foliar dosis 0 plátano Willians	6	6	7	9	7	6
T3	a1 b3 Triggrr foliar dosis 0 plátano Isla	6	7	7	6	7	7
T4	a2 b1 Triggrr foliar dosis 1 plátano Seda	8	8	7	7	7	7
T5	a2 b2 Triggrr foliar dosis 1 plátano Willians	7	8	9	8	7	8
T6	a2 b3 Triggrr foliar dosis 1 plátano Isla	9	11	9	11	8	8
T7	a3 b1 Triggrr foliar dosis 2 plátano Seda	10	11	10	9	10	11
T8	a3 b2 Triggrr foliar dosis 2 plátano Willians	9	11	9	10	9	10
T9	a3 b3 Triggrr foliar dosis 2 plátano Isla	11	11	9	11	8	11

### II Etapa producción de plántones en vivero con enraizadores

ALTURA DE PLANTA A LOS 15 DIAS							
		planta 1	planta 2	planta 3	planta 4	planta 5	planta 6
T1	a1 b1 kelplak plátano Seda	11.4	6.5	17.1	19.8	14.6	17.2
T2	a1 b2 kelplak plátano Willians	10.5	7.1	11.4	10.9	12.4	12.6
T3	a1 b3 kelplak plátano Isla	9.4	10.5	6.1	12.1	9.6	11.3
T4	a2 b1 radigrow plátano Seda	5.5	13.5	9.5	9.7	9.6	9.6
T5	a2 b2 radigrow plátano Willians	16.1	12.5	15.3	9.8	17.4	14.3
T6	a2 b3 radigrow plátano Isla	5.5	10.4	9.7	7.6	14.1	16.3
T7	a3 b1 sin enraizador plátano Seda	6.9	4.5	11.1	11.8	13.6	14.1
T8	a3 b2 sin enraizador plátano Willians	6.1	13.1	10.2	7.9	13.2	10.8
T9	a3 b3 sin enraizador plátano Isla	10.4	6.9	8.5	7.8	7.4	9.4

ALTURA DE PLANTA A LOS 30 DIAS							
		planta 1	planta 2	planta 3	planta 4	planta 5	planta 6
T1	a1 b1 kelplak plátano Seda	14.1	8.2	19.1	24.2	19.6	19.3
T2	a1 b2 kelplak plátano Willians	10.6	9.2	14.5	11.7	13.2	20.9
T3	a1 b3 kelplak plátano Isla	12.8	16.4	7.2	17.6	11.5	12.5
T4	a2 b1 radigrow plátano Seda	7.5	15.4	11.1	9.8	12.3	11.6
T5	a2 b2 radigrow plátano Willians	14.4	15.2	16.3	11.6	15.1	16.9
T6	a2 b3 radigrow plátano Isla	7.7	10.8	11.5	7.6	18.5	18.7
T7	a3 b1 sin enraizador plátano Seda	7.1	10.5	12.1	12.5	14.7	16.4
T8	a3 b2 sin enraizador plátano Willians	7.3	11.5	10.3	15.1	12.1	12.1
T9	a3 b3 sin enraizador plátano Isla	11.5	7.1	11.1	8.1	7.7	9.8

ALTURA DE PLANTA A LOS 45 DIAS							
		planta 1	planta 2	planta 3	planta 4	planta 5	planta 6
T1	a1 b1 kelplak plátano Seda	18.4	10.6	24.6	25.5	21.2	19.5
T2	a1 b2 kelplak plátano Willians	19.1	9.8	16.1	13.1	20.2	21.8
T3	a1 b3 kelplak plátano Isla	16.1	21.1	8.4	18.5	12.4	13.6
T4	a2 b1 radigrow plátano Seda	9.5	17.4	14.2	18.5	17.9	12.5
T5	a2 b2 radigrow plátano Willians	16.5	15.4	17.2	12.7	17.3	18.8
T6	a2 b3 radigrow plátano Isla	8.1	11.2	15.3	7.7	19.7	18.9
T7	a3 b1 sin enraizador plátano Seda	12.3	12.6	15.3	16.3	17.6	13.5
T8	a3 b2 sin enraizador plátano Willians	8.5	11.2	11.7	11.5	13.2	15.2
T9	a3 b3 sin enraizador plátano Isla	11.6	7.5	11.2	8.3	8.1	9.9

ALTURA DE PLANTA A LOS 60 DIAS							
		planta 1	planta 2	planta 3	planta 4	planta 5	planta 6
T1	a1 b1 kelplak plátano Seda	20.4	20.3	25.2	28.6	22.5	21.1
T2	a1 b2 kelplak plátano Willians	23.1	20.2	24.1	24.5	23.2	26.7
T3	a1 b3 kelplak plátano Isla	22.1	23.2	20.8	20.2	23.5	20.2
T4	a2 b1 radigrow plátano Seda	18.3	19.6	18.1	20.2	22.4	14.6
T5	a2 b2 radigrow plátano Willians	16.6	17.5	15.8	18.5	15.2	16.2
T6	a2 b3 radigrow plátano Isla	15.4	13.4	15.8	14.1	15.1	14.4
T7	a3 b1 sin enraizador plátano Seda	16.5	15.2	16.7	14.5	13.5	15.5
T8	a3 b2 sin enraizador plátano Willians	12.8	12.1	12.3	12.5	12.4	13.8
T9	a3 b3 sin enraizador plátano Isla	13.2	12.7	11.6	11.4	9.2	11.1

DIAMETRO DEL PSEUDOTALLO A LOS 15 DIAS							
		planta 1	planta 2	planta 3	planta 4	planta 5	planta 6
T1	a1 b1 kelplak plátano Seda	9.8	5.2	14.9	12.7	12.1	12.4
T2	a1 b2 kelplak plátano Willians	8.5	7.4	14.3	11.4	22.9	16.2
T3	a1 b3 kelplak plátano Isla	9.9	13.9	7.1	17.1	13.3	9.7
T4	a2 b1 radigrow plátano Seda	5.9	13.7	10.2	11.7	11.5	8.9
T5	a2 b2 radigrow plátano Willians	11.7	12.4	13.5	10.2	18.7	18.2
T6	a2 b3 radigrow plátano Isla	9.8	8.1	16.4	9.1	16.7	11.8
T7	a3 b1 sin enraizador plátano Seda	8.2	6.6	6.3	10.6	12.3	13.5
T8	a3 b2 sin enraizador plátano Willians	6.6	12.9	7.2	10.5	15.7	12.8
T9	a3 b3 sin enraizador plátano Isla	11.3	7.2	7.7	8.9	7.3	9.6

DIAMETRO DEL PSEUDOTALLO A LOS 30 DIAS							
		planta 1	planta 2	planta 3	planta 4	planta 5	planta 6
T1	a1 b1 kelplak plátano Seda	11.2	6.8	16.2	14.7	11.9	14.6
T2	a1 b2 kelplak plátano Willians	10.8	9.1	16.6	13.5	23.1	16.7
T3	a1 b3 kelplak plátano Isla	11.4	16.5	7.4	17.2	13.4	11.7
T4	a2 b1 radigrow plátano Seda	10.8	13.8	11.6	12.4	13.6	10.9
T5	a2 b2 radigrow plátano Willians	13.8	14.7	15.2	10.6	18.9	19.1
T6	a2 b3 radigrow plátano Isla	10.1	8.9	17.6	9.3	16.7	13.5
T7	a3 b1 sin enraizador plátano Seda	10.3	10.6	8.3	12.5	13.1	13.9
T8	a3 b2 sin enraizador plátano Willians	8.1	15.2	7.5	11.4	21.3	13.5
T9	a3 b3 sin enraizador plátano Isla	11.7	7.5	9.1	10.1	10.8	10.5

DIAMETRO DEL PSEUDOTALLO A LOS 45 DIAS							
		planta 1	planta 2	planta 3	planta 4	planta 5	planta 6
T1	a1 b1 kelplak plátano Seda	11.4	9.3	16.6	14.7	13.8	15.1
T2	a1 b2 kelplak plátano Willians	13.8	9.4	19.5	16.4	23.8	17.3
T3	a1 b3 kelplak plátano Isla	12.4	19.6	7.9	17.6	14.3	13.7
T4	a2 b1 radigrow plátano Seda	13.1	16.9	12.5	14.8	15.2	11.1
T5	a2 b2 radigrow plátano Willians	16.1	18.2	15.8	11.9	24.5	19.4
T6	a2 b3 radigrow plátano Isla	10.1	10.6	19.3	11.5	17.3	14.9
T7	a3 b1 sin enraizador plátano Seda	12.6	11.4	11.5	13.1	13.7	14.9
T8	a3 b2 sin enraizador plátano Willians	10.3	15.8	11.3	12.5	22.1	13.6
T9	a3 b3 sin enraizador plátano Isla	14.2	8.4	9.7	11.3	11.7	10.7

DIAMETRO DEL PSEUDOTALLO A LOS 60 DIAS							
		planta 1	planta 2	planta 3	planta 4	planta 5	planta 6
T1	a1 b1 kelplak plátano Seda	19.7	19.1	18.2	19.9	19.3	19.5
T2	a1 b2 kelplak plátano Willians	19.4	19.9	20.1	20.5	24.9	24.8
T3	a1 b3 kelplak plátano Isla	14.8	20.9	16.3	15.1	14.9	14.1
T4	a2 b1 radigrow plátano Seda	17.5	17.5	17.1	15.1	15.9	17.5
T5	a2 b2 radigrow plátano Willians	18.3	17.6	16.8	18.1	17.4	18.7
T6	a2 b3 radigrow plátano Isla	14.7	14.4	15.1	16.5	15.2	16.2
T7	a3 b1 sin enraizador plátano Seda	13.1	13.2	12.9	13.8	12.4	12.3
T8	a3 b2 sin enraizador plátano Willians	14.2	14.2	14.4	14.2	15.5	15.6
T9	a3 b3 sin enraizador plátano Isla	11.6	11.7	12.3	11.4	12.1	11.4

OTROS PARAMETROS EVALUADOS A LOS 60 DIAS						
		NUMERO DE RAICES PRINCIPALES	LONGITUD DE RAICES PRINCIPALES	PESO DE RAICES PRINCIPALES	VOLUMEN DE RAICES PRINCIPALES	NUMERO TOTAL DE HOJAS
T1	a1 b1 kelplak plátano Seda	11	23.8 cm	4.7 g	6%	5
T2	a1 b2 kelplak plátano Willians	13	19.6 cm	10 g	13%	6
T3	a1 b3 kelplak plátano Isla	15	38.7 cm	9.7 g	14%	4
T4	a2 b1 radigrow plátano Seda	9	34.1 cm	4.8 g	6%	5
T5	a2 b2 radigrow plátano Willians	9	19.2 cm	6.1 g	8.50%	4
T6	a2 b3 radigrow plátano Isla	8	24.1 cm	6.6 g	8%	4
T7	a3 b1 sin enraizador plátano Seda	15	22.5 cm	9.2 g	11%	4
T8	a3 b2 sin enraizador plátano Willians	7	20.1 cm	8.7 g	10%	5
T9	a3 b3 sin enraizador plátano Isla	6	8.3 cm	0.9 g	1%	2



## ANÁLISIS DE SUELO

Cliente : Vega Del Aguila Heison Felix  
 Propietario / Productor : Vega Del Aguila Heison Felix  
 Solicitado por : Vega Del Aguila Heison Felix  
 Muestreado por : Cliente  
 Número de muestra(s) : 01 muestra  
 Referencia del muestreo : Reservado por el cliente  
 Procedencia de muestra(s) : Shincayacu / Vitoc / Junin  
 Fecha de recepción de muestra(s) : 2024-04-02  
 Lugar de ensayo : Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliare -  
 Fecha(s) de análisis : Abril del 2024  
 Presentación de las muestras(s) : Bolsa de plastico  
 Fecha de emisión : 2024-04-23

Código		Análisis Mecánico			Clase Textural	C.E. dS/m (1:5)	pH (1:1)	MO %	P ppm	K ppm	CIC	Cationes Cambiables (meq/100 g)						CICe	% Base Cambiable	% Acidez Cambiable	% Sat Al
		Arena	Limo	Arcilla								Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup>	H <sup>+</sup>				
Lab.	Campo	(%)										(meq/100 g)									
SU-414-PI-24	Parcela los Magníficos	74.10	14.80	11.10	Arena Franca	0.03	7.40	14.40	19.50	90.20	...	5.40	1.50	0.26	0.00	0.00	0.00	7.00	100.00	0.00	0.00

### TABLAS DE INTERPRETACIÓN

Salinidad		Materia orgánica				Nitrógeno Total		Fósforo Disponible		Potasio Disponible		Relaciones Catiónicas			
Clasificación del suelo	CE (dS/m)	CLASIFICACIÓN	%	%	ppm P	ppm K	Clasificación	K/Mg	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K				
* Muy ligeramente salino	< 2	*Bajo	< 2.0	< 0.1	< 7.0	< 100	*Normal	0.2 - 0.3	5 - 8	14 - 16	1.8 - 2.2				
* Ligeramente salino	2 - 4	*Medio	2.0 - 4.0	0.1 - 0.2	7 - 14.0	100 - 240	*Defc. Mg	> 0.5							
* Moderadamente salino	4 - 8	*Alto	> 4	> 0.2	> 14.0	> 240	*Defc. K	> 0.2							
* Fuertemente salino	> 8						*Defc. Mg	> 10							

Reacción o pH	
Clasificación del suelo	pH
* Extremadamente ácido	<4.5
* Muy Fuertemente ácido	4.5 - 5.0
* Fuertemente ácido	5.1 - 5.5
* Moderadamente ácido	5.6 - 6.0
* Ligeramente ácido	6.1 - 6.5
* Neutro	6.6 - 7.0
* Ligeramente alcalino	7.1 - 7.8
* Moderadamente alcalino	7.9 - 8.4

Clases Texturales			
A	= arena	Fr.Ar.A	= franco arcillo arenoso
A.Fr	= arena franca	Fr.Ar.	= franco arcilloso
Fr.A	= franco arenoso	Fr.Ar.L	= franco arcillo limoso
Fr.	= franco	Ar.A	= arcillo arenoso
Fr.L.	= franco limoso	Ar.L.	= arcillo limoso
L	= limoso	Ar.	= arcilloso

Distribución de Cationes	
Ca <sup>+2</sup>	= 60 - 75
Mg <sup>+2</sup>	= 15 - 20
K <sup>+</sup>	= 3 - 7
Na <sup>+</sup>	= < 15



  
 INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA  
 LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS  
 Ing. M.Sc. Luis Ochoa Díaz  
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS

ANÁLISIS	METODOLOGÍA
Textura (*)	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.9, AS-09. 2002. Determinación de la textura del suelo (AS-09 Método de Bouyoucos).
pH	EPA 9045D, Rev. 4, 2004. Soil and waste pH.
Conductividad Eléctrica	ISO 11265:1994, First Edition/Cor1 1996. Soil Quality - Determination of the Specific Electrical Conductivity - Technical Corrigendum 1.
Materia orgánica	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.7 AS-07. Determinación de Materia Organica (AS-07 Walkley y Black).
Nitrogeno Total (N)	% M.O * 0,05
Nitrogeno Total Kjeldahl (*)	ISO 11261:1995, First Edition. Soil Quality - Determination of total nitrogen - Modified Kjeldahl method.
Fosforo disponible (*)	Norma Oficial Mexicana NOM-010-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de diciembre 2002). ítem 7.1.10, AS-10. 2002. Determinación de fósforo aprovechable para suelos neutros y alcalinos (AS-10 Método de Olsen y colaboradores).
Potasio extractable	Potasio extractable: Acetato de Amonio 1 N pH 7,0 (INIA 2017) y tecnica de MP-EAS
Capacidad de Intercambio Cationico (CIC) (*)	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Ítem 7.1.12. Método AS-12. Determinación de capasidad de intercambio cationico y bases intercambiables del suelo con acetato de amonio.
Bases cambiables (Ca, Mg, Na, K) (**)	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Ítem 7.1.12. Método AS-12. Determinación de capasidad de intercambio cationico y bases intercambiables del suelo con acetato de amonio
Acidez intercambiable (*)	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Ítem 7.3.29 Metodo AS-33. Determinacion de la acidez y el aluminio intecambiable por el procedimiento de cloruro de potasio.
Carbonato de calcio equivalente (*)	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.3.25, AS-29. 2002. Determinación de los carbonatos de calcio equivalente (AS-29 Método de neutralizacion ácida).