UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA

EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CUATRO DOSIS DE BIOESTIMULANTERADICULAR EN LA PRODUCCIÓN DE HIJUELOS DE PLÁTANO HARTON (*Musa paradisiaca* var. Harton) EN CÁMARA TÉRMICA EN AGUAYTÍA, PADRE ABAD

Tesis para optar el título profesional de

INGENIERO AGRONOMO

JACK ANTONY, VARGAS RAMIREZ

Pucallpa, Perú

2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

ANEXO 4

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para estudiar y escuchar la sustentación de la tesis, presentado por **Jack Anthony Vargas Ramírez,** DENOMINADA: **"Efecto de la aplicación de cuatro dosis de bioestimulante radicular en la producción de hijuelos en plátano harton en cámara térmica en el sector Barrio Unido- Aguaytía, Padre Abad"**, para cumplir con el requisito de **TÍTULO PROFESIONAL**.

Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo, así como los conocimientos demostrados por el sustentante lo declaramos: APROBADO POR UNANIMIDAD con el calificativo (*) DIECISIETE (17)

En consecuencia, queda en condición de ser considerado Apto por el Consejo Universitario y recibir el: Título de **INGENIERO AGRÓNOMO**, de conformidad con lo estipulado en Art. 10 del reglamento general de grados académicos, título profesional y título de segunda especialidad profesional de la Universidad Nacional de Ucayali.

Pucallpa, 11 de JULIO de 2025.

M.Sc. Isaías Gonzales Ramírez
Presidente

Dr. Glendy Sánchez Sunción
Primer Miembro

Dr. Roger Brayan Braga Sandoval
Segundo Miembro

M. Sc. Jessica Madeley Ríos Guzmán
Asesor

(*) De acuerdo con el Art. 21 del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, éstas deberán ser calificadas con términos de Sobresaliente, Aprobado por Unanimidad, Aprobado por Mayoría y Desaprobado.

Esta tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar el Título de Ingeniero Agrónomo.

M.Sc. Isaías Gonzales Ramírez
.....
PRESIDENTE

Dr. Glendy Sánchez Sunción
.....
PRIMER MIEMBRO

Dr. Roger Brayan Braga Sandoval
.....
SEGUNDO MIEMBRO

M. Sc. Jessica Madeley Ríos Guzmán
.....
ASESOR

Bach. Jack Anthony Vargas Ramírez
.....
TESISTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Nº **V/230-2025**.

La Dirección de Producción Intelectual de la Universidad Nacional de Ucayali, hace constar por la presente, que el trabajo académico de investigación, titulado:

"**EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CUATRO DOSIS DE BIOESTIMULANTE RADICULAR EN LA PRODUCCIÓN DE HIJUELOS DE PLÁTANO HARTON (*Musa paradisiaca var.* Harton) EN CÁMARA TÉRMICA EN AGUAYTÍA, PADRE ABAD** "

Autor(es)	:	**VARGAS RAMIREZ, JACK ANTONI**
Facultad	:	**CIENCIAS AGROPECUARIAS**
Escuela	:	**AGRONOMÍA**
Asesor(a)	:	**M.Sc. RIOS GUZMAN, JESSICA MADELEY**

Presenta un **porcentaje de similitud de 6%,** verificado en el Sistema Antiplagio COMPILATIO,

De acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que todo trabajo de investigación no debe superar el 10%. **En tal sentido, se declara, que el presente trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud,** procediéndose a emitir la presente Constancia de Originalidad de Trabajo de Investigación (COTI) a solicitud del asesor.

En señal de conformidad se firma y sella el presente documento.

Fecha: 09/05/2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI Dirección General de Producción Intelectual

Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, Jack Antony Vargas Ramirez

Autor de la tesis titulada : Efecto de la aplicación de cuatro dosis de Bioestimulante radicular en la producción de hijuelos de plátano Harton (Musa paradisiaca var. Harton) en cámara térmica en Aguaytía, Padre Abad.

Sustentada el año: 2025

Asesor(a): M. Sc. Jessica Nadeley Ríos Guzmán

Facultad: Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional: Agronomía

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] TOTAL [X]

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 03 / 10 / 2025

Email: varguer16@gmail.com Firma:

Teléfono: 906 272 518 DNI: 74316526

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso, por el don de la vida, la salud y la fortaleza que me ha brindado para alcanzar esta importante meta en mi formación profesional.

A mis padres y hermanos, quienes con su amor, ejemplo y apoyo incondicional me han enseñado a ser una persona de bien. Gracias por estar siempre a mi lado, tanto en los momentos de alegría como en los más difíciles de mi vida universitaria.

A todas aquellas personas que me alentaron con palabras sinceras y que creyeron en mí hasta el final. Gracias por ser parte esencial de este camino y por acompañarme en este proyecto de investigación.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Ucayali, mi alma mater, por brindarme la oportunidad de formarme académica y personalmente durante los años de estudio. Gracias por abrirme las puertas del conocimiento y ser el escenario de mi formación profesional.

A todos los docentes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por su dedicación, compromiso y por compartir con generosidad sus conocimientos y experiencias. Cada clase fue una oportunidad para aprender y crecer, y agradezco profundamente su contribución a mi formación.

A mi asesor de tesis, Ing. Jessica Ríos Guzmán por su orientación, sus valiosos consejos y el tiempo dedicado para ayudarme a perfeccionar este trabajo. Su guía fue clave en el desarrollo de esta investigación.

Expreso mi más profundo agradecimiento al Ing. Luis Fernando Oliva Rojas, coasesor de la presente investigación, por su destacada orientación académica, su compromiso constante y sus valiosas contribuciones. Su guía y criterio profesional fueron determinantes para el desarrollo y culminación exitosa de este trabajo de investigación.

Manifiesto mi agradecimiento a la Ing. Jackelin Natali Tineo Silva por su invaluable colaboración y permanente apoyo en las distintas etapas del desarrollo de esta investigación, cuya contribución resultó esencial para la consecución de los objetivos propuestos.

Y a mis compañeros universitarios, gracias por los momentos compartidos, por el compañerismo, las risas y también los desafíos superados juntos. Cada experiencia vivida a su lado ha dejado una huella en mi vida estudiantil y en mi crecimiento como persona.

INDICE GENERAL

RESUMEN ..... **xi**

ABSTRACT ..... **xii**

INTRODUCCIÓN **1**

CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA **3**

1.1. Descripción y fundamentación del problema 3

1.2. Formulación del problema 6

1.2.1. Problema general 6

1.2.2. Problemas específicos 6

1.3. Objetivo general y objetivos específicos 7

1.3.1. Objetivo general 7

1.3.2. Objetivos específicos 7

1.4. Hipótesis y/o sistema de hipótesis 8

1.4.1. Hipótesis general 8

1.4.2. Hipótesis específicas 8

1.5. Operacionalización de las variables 8

1.5.1. Variable independiente: 8

1.5.2. Variable dependiente: 9

1.6. Justificación e importancia 9

1.7. Viabilidad 12

1.8. Limitaciones 14

CAPITULO II MARCO TEORICO **16**

2.1. Antecedentes de la investigación 16

2.1.1. Antecedentes internacionales 16

2.1.2. Antecedentes nacionales 18

2.1.3. Antecedentes locales 21

2.2. Bases teóricas 24

2.2.1. Origen y distribución 24

2.2.2. Clasificación taxonómica 25

2.2.3. Descripción morfológica 25
2.2.4. Fenología del cultivo 28
2.2.5. Factores ambientales 31
2.2.6. Técnicas de multiplicación 33
2.2.7. Tipos de semillas 36
2.2.8. Cámara térmica 38
2.2.9. Macropropagación en cámara térmica 39
2.2.10. Ventajas de la cámara térmica 40
2.2.11. Manejo de los hijuelos en la cámara térmica 41
2.2.12. Bioestimulantes 41
2.2.13. Rizo Plus AE® 42
CAPÍTULO III METODOLOGIA 44
3.1. Método de investigación 44
3.2. Tipo y nivel de investigación 44
3.3. Población y muestra 44
3.3.1. Población 44
3.3.2. Muestra 45
3.4. Componentes en estudio 45
3.5. Tratamientos en estudio 45
3.6. Diseño experimental 46
3.7. Análisis de la varianza 47
3.8. Desarrollo de la investigación 49
3.8.1. Marco geográfico y periodo de desarrollo de la investigación 49
3.8.2. Condiciones ecológicas y climáticas. 50
3.8.3. Proceso experimental 51
3.8.4. Variables evaluadas 54
CAPÍTULO IV RESULTADOS 56
4.1. Número de hijuelos 56
4.2. Altura de los hijuelos (cm) 59
4.3. Diámetro de hijuelos (cm) 62

4.4. Número de chupones.....64
4.5. Peso de hijuelos.....67
4.6. Longitud de raíz (cm).....70
CAPÍTULO V DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....73
5.1. Número de hijuelos.....73
5.2. Altura de hijuelos (cm).....74
5.3. Diámetro de hijuelos (cm).....75
5.4. Número de chupones.....76
5.5. Peso de hijuelos (g).....77
5.6. Longitud de raíces (cm).....78
CAPÍTULO VI CONCLUSIONES.....80
CAPÍTULO VII RECOMENDACIONES.....81
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....82
ANEXOS.....88

RESUMEN

El presente estudio evaluó el efecto de cuatro dosis de un bioestimulante radicular (Rizo Plus) en la producción de hijuelos de plátano variedad Hartón (*Musa paradisiaca* var. Harton) en cámara térmica en Aguaytía, Padre Abad. El ensayo se desarrolló en el fundo Esmeralda, sector Barrio Unido, utilizando un Diseño Completamente Aleatorio (DCA) con cinco tratamientos (testigo y dosis de 50, 100, 150 y 200 ml en 100 l de agua) y cuatro repeticiones, trabajando con 200 cormos distribuidos en 20 unidades experimentales. Se evaluaron seis variables clave en dos cosechas (45 y 60 días): número de hijuelos, altura, diámetro, peso, número de chupones y longitud de raíces. Los resultados destacaron que la dosis de 150 ml (T4) fue la más efectiva, logrando promedios superiores en todas las variables, como 15.00 y 13.75 hijuelos, 90.00 cm y 89.00 cm de altura, 3.50 cm y 3.00 cm de diámetro, 732.75 g y 607.50 g de peso, y 29.25 cm y 25.50 cm de longitud de raíces en las dos cosechas, respectivamente. En contraste, el testigo (T1) presentó los valores más bajos, con promedios como 13.00 y 10.75 hijuelos, 79.50 cm y 76.75 cm de altura, 3.00 cm y 2.50 cm de diámetro, 607.25 g y 516.00 g de peso, y 25.00 cm y 22.25 cm de longitud de raíces. Estos resultados confirmaron que la dosis de 150 ml proporcionó un equilibrio óptimo que maximizó el desarrollo estructural y productivo del cultivo, superando significativamente al testigo y otras dosis, mientras que 200 ml (T5) mostró indicios de sobredosificación en algunas variables. Esto posiciona a T4 como la dosis más eficiente para la producción de hijuelos en condiciones de cámara térmica.

Palabras claves: Bioestimulante, cámara térmica, cormos, hijuelos, Rizo Plus.

ABSTRACT

The present study evaluated the effect of four doses of a root bio-stimulant (Rizo Plus) on the production of Hartón plantain suckers in a thermal chamber in Aguaytía, Padre Abad. The experiment was conducted at the Esmeralda Farm, Barrio Unido sector, using a Completely Randomized Design (CRD) with five treatments (control and doses of 50, 100, 150, and 200 ml in 100 liters of water) and four replicates, working with 200 corms distributed across 20 experimental units. Six key variables were assessed in two harvests (45 and 60 days): number of suckers, height, diameter, weight, number of sprouts, and root length. The results highlighted that the 150 ml dose (T4) was the most effective, achieving superior averages across all variables, including 15.00 and 13.75 suckers, 90.00 cm and 89.00 cm in height, 3.50 cm and 3.00 cm in diameter, 732.75 g and 607.50 g in weight, and 29.25 cm and 25.50 cm in root length in the two harvests, respectively. In contrast, the control (T1) showed the lowest values, with averages such as 13.00 and 10.75 suckers, 79.50 cm and 76.75 cm in height, 3.00 cm and 2.50 cm in diameter, 607.25 g and 516.00 g in weight, and 25.00 cm and 22.25 cm in root length. These results confirmed that the 150 ml dose provided an optimal balance, maximizing structural and productive development of the crop, significantly outperforming the control and other doses, while the 200 ml dose (T5) showed signs of overdosage in some variables. This positions T4 as the most efficient dose for sucker production under thermal chamber conditions..

Keywords: Bio-stimulant, corms, Rizo Plus, suckers, thermal chamber..

INDICE DE TABLAS

En el texto:

Tabla 1 Características del Rizo Plus.....43

Tabla 2 Tratamientos en estudio para la propagación de hijuelos 46

Tabla 3 Explicación del análisis de la variancia del estudio.....47

Tabla 4 Especificaciones y dimensiones del espacio experimental.....49

Tabla 5 Datos climatológicos durante los meses de estudio.....51

Tabla 6 Prueba de significancia de Tukey (α=0.05) para número de hijuelos.....57

Tabla 7 Prueba de significancia para altura de hijuelos mediante Tukey (α=0.05).....60

Tabla 8 Prueba de significancia para diámetro de hijuelos mediante de Tukey (α=0.05 ... …….. 62

Tabla 9 Prueba de significancia para número de chupones mediante Tukey (α=0.05) ..65

Tabla 10 Prueba de significancia para peso de hijuelos mediante Tukey (α=0.05).....68

Tabla 11 Prueba de significancia para longitud de raíces mediante Tukey (α=0.05) 70

Tabla 12A Análisis de la variancia para número de hijuelos a los 45 días.....89

Tabla 13A Análisis de la variancia para número de hijuelos a los 60 días.....89

Tabla 14A Análisis de la variancia para altura de hijuelos a los 45 días.....90

Tabla 15A Análisis de la variancia para altura de hijuelos a los 60 días.....90

Tabla 16A Análisis de la variancia para diámetro de hijuelos a los 45 días.....91

Tabla 17A Análisis de la variancia para diámetro de hijuelos a los 60 días.....91

Tabla 18A Análisis de la variancia para número de chupones a los 45 días 92

Tabla 19A Análisis de la variancia para número de chupones a los 60 días 92

Tabla 20A Análisis de la variancia para peso de hijuelos a los 45 días.....93

Tabla 21A Análisis de la variancia para peso de hijuelos a los 60 días.....93

Tabla 22A Análisis de la variancia para longitud de raíces a los 45 días 94

Tabla 23A Análisis de la variancia para longitud de raíces a los 60 días 94
Tabla 24A Datos del número de hijuelos a los 45 días.....95
Tabla 25A Datos del número de hijuelos a los 60 días.....95
Tabla 26A Datos de la altura de hijuelos a los 45 días 96
Tabla 27A Datos de la altura de hijuelos a los 60 días 97
Tabla 28A Datos del diámetro de hijuelos a los 45 días.....97
Tabla 29A Datos del diámetro de hijuelos a los 60 días.....98
Tabla 30A Datos del número de chupones a los 45 días 98
Tabla 31A Datos del número de chupones a los 60 días 99
Tabla 32A Datos del peso de hijuelos a los 45 días.....99
Tabla 33A Datos del peso de hijuelos a los 60 días.....100
Tabla 34A Datos de la longitud de las raíces a los 45 días.....100
Tabla 35A Datos de la longitud de las raíces a los 60 días.....101

ÍNDICE DE FIGURAS

En el texto:

Figura 1 Esquema de disposición de los tratamientos.....48

Figura 2 Localización del lugar de la investigación.....50

Figura 3 Número promedio de hijuelos de plátano 58

Figura 4 Altura de hijuelos de plátano (cm).....61

Figura 5 Diámetro de hijuelos de plátano (cm) a los 45 y 60 días 63

Figura 6 Promedio de número de chupones a los 45 y 60 días. 66

Figura 7 Promedio de peso de los hijuelos a los 45 y 60 días.....69

Figura 8 Promedio de peso de longitud de raíces a los 45 y 60 días.....71

En el anexo:

Figura 1A Construcción de las unidades experimentales.....102

Figura 2A Construcción de la cámara térmica 102

Figura 3A Selección de los hijuelos.....103

Figura 4A Desinfección de los hijuelos 103

Figura 5A Aplicación de los tratamientos a los cormos.....104

Figura 6A Siembra de los cladodios de pitahaya 104

Figura 7A Control de temperatura en la cámara térmica 105

Figura 8A Control de malezas.....105

Figura 9A Número de hijuelos.....106

Figura 10A Evaluación de la altura de los hijuelos en cm 106

Figura 11A Peso de los hijuelos.....107

Figura 12A Diámetro de los hijuelos.....107

Figura 13A Supervisión de jurado.....108

INTRODUCCIÓN

El Perú se encuentra entre los diez principales productores de plátano (*Musa paradisiaca* L.) a nivel mundial y ocupa el segundo lugar en América Latina, lo que destaca su importancia en la producción de este cultivo dentro de la región. El plátano no solo tiene un gran valor económico, sino que también es uno de los alimentos más importantes en la dieta diaria de los peruanos (Avellán et al., 2020). Es un cultivo básico que se consume de diversas maneras y que representa una fuente fundamental de sustento para miles de familias en las zonas rurales del país. Su producción es clave para la seguridad alimentaria y la economía local, generando ingresos significativos para los productores, quienes dependen de este cultivo para cubrir sus necesidades básicas, como alimentación, educación y salud (Farinango, 2014). Sin embargo, uno de los principales desafíos que enfrentan los agricultores es la falta de cormos de calidad para la siembra, lo que limita la expansión y renovación de las áreas de cultivo de plátano (Coto, 2009). La escasez de cormos adecuados es un problema crítico que restringe la capacidad de los productores para ampliar sus superficies de cultivo y aumentar la productividad.

A diferencia de otros cultivos, el plátano no se reproduce por semilla sexual, lo que hace necesaria su propagación a través de métodos vegetativos o asexuales, como la utilización de cormos e hijuelos, los cuales son partes vegetativas que pueden desarrollarse independientemente de la planta madre (Herrera & Colonia, 2011). La propagación vegetativa ha sido tradicionalmente la forma más eficiente de multiplicar el cultivo, pero esto presenta ciertas limitaciones, principalmente debido a la disponibilidad y calidad del material de siembra, especialmente de cormos. Normalmente, los cormos se obtienen de plantaciones

adultas, sin embargo, este proceso debe realizarse con cautela, ya que la extracción continua de cormos reduce significativamente el rendimiento de la planta madre, afectando la productividad de las plantaciones. Por otro lado, las musáceas tienen un alto potencial de producción de yemas vegetativas, que en su ciclo productivo pueden emitir entre 38 a 42 hojas, lo que indica una gran capacidad de regeneración y propagación de la planta (Herrera & Colonia, 2011).

En este contexto, el uso de bioestimulantes radiculares ha surgido como una alternativa prometedora para mejorar la producción de hijuelos y cormos, ya que estos productos tienen la capacidad de estimular el crecimiento y el desarrollo radicular, lo que puede favorecer la propagación vegetativa y, por ende, aumentar la disponibilidad de material de siembra de alta calidad. Los bioestimulantes actúan sobre los procesos fisiológicos de las plantas, mejorando la absorción de nutrientes, la resistencia al estrés y la formación de raíces, lo cual es fundamental para la producción de hijuelos viables y fuertes (Moreno, 2020). A través de la aplicación de diferentes dosis de estos bioestimulantes, se puede optimizar la producción de hijuelos en condiciones controladas, como las de una cámara térmica, permitiendo estudiar el impacto de cada dosis en el crecimiento y desarrollo de la planta.

Este estudio tiene como objetivo general determinar el efecto de cuatro dosis de un bioestimulante radicular en la producción de hijuelos de plátano variedad Harton (*Musa paradisiaca* var. Harton), en condiciones de cámara térmica, en el distrito de Aguaytía, Padre Abad.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción y fundamentación del problema

A nivel mundial, la producción de plátano ha experimentado un crecimiento notable en los últimos años, pasando de 67 millones de toneladas en 2002 a más de 117 millones de toneladas en 2015, lo que representa un aumento del 62%. Este incremento ha sido impulsado principalmente por el aumento de la demanda internacional de la fruta, que ha llevado a muchos países productores a expandir sus áreas de cultivo y mejorar sus métodos de producción para satisfacer las necesidades del mercado global (Yamamoto, 2015). Sin embargo, a pesar de este aumento general en la producción, el cultivo de plátano sigue enfrentando desafíos significativos que afectan tanto a la calidad como a la cantidad de la producción, especialmente en países con condiciones de cultivo particulares, como es el caso de Perú (Avellán et al., 2020).

En el contexto peruano, el cultivo de plátano tiene una relevancia crucial tanto a nivel social como económico, siendo una de las bases alimenticias de las comunidades rurales, especialmente en la Amazonía y en las zonas tropicales del norte del país (Carrasco, 2020). El plátano es esencial no solo para la seguridad alimentaria, sino también para el sustento de miles de familias que dependen directamente de su producción. De hecho, la siembra de plátano ocupa una parte importante del paisaje agrícola en diversas regiones del país, proporcionando empleo a un sin número de trabajadores en las etapas de cultivo, cosecha y comercialización (Farinango, 2014).

En particular, la región de Ucayali, y más específicamente la provincia de Padre Abad, juega un papel destacado en la producción nacional de plátano. Según el Instituto

Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2022), la producción de plátano en Ucayali alcanzó las 244,760 toneladas en 2021, aunque esta cifra representó una disminución respecto a las 296,600 toneladas del año anterior. Esta caída en la producción resalta los retos que enfrenta el sector, que deben ser abordados para asegurar la estabilidad y el crecimiento del cultivo. A pesar de la importancia del plátano en la economía local, los productores de esta región enfrentan diversos obstáculos, entre los cuales destacan la falta de tecnología adecuada para optimizar la propagación y la escasez de material vegetal de calidad para siembra, como los hijuelos.

La propagación de plátano depende principalmente de los hijuelos, que son las estructuras vegetativas utilizadas para reproducir el cultivo. La calidad de estos hijuelos es un factor determinante en el éxito de las plantaciones. Sin embargo, los productores se enfrentan a una serie de limitaciones que afectan la calidad y cantidad de los hijuelos disponibles para la siembra, tales como su tamaño, edad, peso, y sanidad (Chate, 2021). Estos factores son cruciales para obtener un buen rendimiento del cultivo, ya que la propagación con hijuelos de baja calidad reduce significativamente la productividad, lo que a su vez impacta negativamente en la rentabilidad del productor. La falta de materiales vegetales saludables y vigorosos limita la capacidad de expansión de las áreas de cultivo y, al mismo tiempo, incrementa los costos de producción al requerir más insumos y un manejo más intensivo (Carrasco, 2020).

Uno de los problemas adicionales radica en la propagación de cormos, que son la fuente principal de los hijuelos. Los cormos suelen obtenerse de plantaciones adultas, pero este proceso, si no se maneja adecuadamente, puede resultar en la sobreexplotación de las plantas madre, lo que afecta no solo la calidad de los cormos, sino también el rendimiento

de la plantación original (Daza, 2023). La extracción continua de estos cormos puede reducir la capacidad productiva a largo plazo, afectando la sostenibilidad del cultivo en la región. Esto se suma al hecho de que, debido a la limitación de la cantidad de cormos disponibles para la siembra, los productores no pueden expandir sus áreas de cultivo o renovar sus plantaciones con la frecuencia que desearían (García, 2023).

Una posible solución para mejorar la calidad y cantidad de los hijuelos es la aplicación de bioestimulantes radiculares. Los bioestimulantes son sustancias o microorganismos que, cuando se aplican en dosis controladas, estimulan el crecimiento de las raíces, mejoran la absorción de nutrientes y aumentan la resistencia a plagas y enfermedades. En particular, la aplicación de bioestimulantes radiculares, combinados con el uso de cámaras térmicas, podría ofrecer una alternativa eficiente para mejorar la producción de hijuelos. Las cámaras térmicas proporcionan un ambiente controlado que acelera el desarrollo de los hijuelos, promoviendo un crecimiento más rápido y saludable a partir de los cormos, lo que podría aumentar la disponibilidad de material de siembra de alta calidad (Chate, 2021).

A través de este estudio, se busca generar datos concretos que contribuyan a optimizar el uso de los bioestimulantes y, por ende, mejorar la sostenibilidad y competitividad de la producción de plátano en la región. Este avance tecnológico tiene el potencial de transformar la forma en que se produce y maneja el cultivo de plátano, elevando la calidad de los hijuelos, garantizando una mayor oferta de material vegetal y permitiendo a los productores mejorar su producción en el contexto de una creciente demanda tanto a nivel nacional como internacional.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál será el efecto de la aplicación de cuatro dosis de un bioestimulante radicular en la producción de hijuelos de plátano variedad Harton (*Musa paradisiaca* var Harton) en cámara térmica en el distrito de Aguaytía, Padre Abad?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál será el efecto de la aplicación de 50 ml de un bioestimulante radicular en la producción de hijuelos de plátano variedad Harton (*Musa paradisiaca* var. Harton) en cámara térmica en el distrito de Aguaytía, Padre Abad?
- ¿Cuál será el efecto de la aplicación de 100 ml de un bioestimulante radicular en la producción de hijuelos de plátano variedad Harton (*Musa paradisiaca* var. Harton) en cámara térmica en el distrito de Aguaytía, Padre Abad?
- ¿Cuál será el efecto de la aplicación de 150 ml de un bioestimulante radicular en la producción de hijuelos de plátano variedad Harton (*Musa paradisiaca* var. Harton) en cámara térmica en el distrito de Aguaytía, Padre Abad?
- ¿Cuál será el efecto de la aplicación de 200 ml de un bioestimulante radicular en la producción de hijuelos de plátano variedad Harton (*Musa paradisiaca* var. Harton) en cámara térmica en el distrito de Aguaytía, Padre Abad?

1.3. Objetivo general y objetivos específicos

1.3.1. Objetivo general

Determinar el efecto de cuatro dosis de un bioestimulante radicular, en la producción de hijuelos de plátano variedad Harton (*Musa paradisiaca* var. Harton) en cámara térmica en el distrito de Aguaytía, Padre Abad.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de la aplicación de la dosis de 50 ml de un bioestimulante radicular en la producción de hijuelos de plátano variedad Harton (*Musa paradisiaca* var. Harton) en cámara térmica en el distrito de Aguaytía, Padre Abad
- Evaluar el efecto de la aplicación de la dosis de 100 ml de un bioestimulante radicular en la producción de hijuelos de plátano variedad Harton (*Musa paradisiaca* var. Harton) en cámara térmica en el distrito de Aguaytía, Padre Abad
- Evaluar el efecto de la aplicación de la dosis de 150 ml de un bioestimulante radicular en la producción de hijuelos de plátano variedad Harton (*Musa paradisiaca* var. Harton) en cámara térmica en el distrito de Aguaytía, Padre Abad
- Evaluar el efecto de la aplicación de la dosis de 200 ml de un bioestimulante radicular en la producción de hijuelos de plátano variedad Harton (*Musa paradisiaca* var. Harton) en cámara térmica en el distrito de Aguaytía, Padre Abad.

1.4. Hipótesis y/o sistema de hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Si se aplica cuatro dosis de un bioestimulante radicular, se incrementará la producción de hijuelos de plátano variedad Harton (*Musa paradisiaca* var. Harton) en cámara térmica en el distrito de Aguaytía, Padre Abad.

1.4.2. Hipótesis específicas

- Si se aplica la dosis de 50 ml de un bioestimulante radicular, se incrementará la producción de hijuelos de plátano variedad Harton (*Musa paradisiaca* var. Harton) en cámara térmica en el distrito de Aguaytía, Padre Abad
- Si se aplica la dosis de 100 ml de un bioestimulante radicular, se incrementará la producción de hijuelos de plátano variedad Harton (*Musa paradisiaca* var. Harton) en cámara térmica en el distrito de Aguaytía, Padre Abad
- Si se aplica la dosis de 150 ml de un bioestimulante radicular, se incrementará la producción de hijuelos de plátano variedad Harton (*Musa paradisiaca* var. Harton) en cámara térmica en el distrito de Aguaytía, Padre Abad
- Si se aplica la dosis de 200 ml de un bioestimulante radicular, se incrementará la producción de hijuelos de plátano variedad Harton (*Musa paradisiaca* var. Harton) en cámara térmica en el distrito de Aguaytía, Padre Abad.

1.5. Operacionalización de las variables

1.5.1. Variable independiente: Bioestimulante

- Testigo (sin dosis de bioestimulante)
- 50 ml de Rizo plus por 100 ml de agua

- 100 ml de Rizo plus por 100 ml de agua
- 150 ml de Rizo plus por 100 ml de agua
- 200 ml de Rizo plus por 100 ml de agua

1.5.2. Variable dependiente: Producción de hijuelos

- Numero de hijuelos
- Altura de hijuelo
- Diámetro de hijuelo
- Numero de chupones
- Peso de hijuelos
- Longitud de raíz

1.6. Justificación e importancia

El principal problema del cultivo de plátano para su siembra y explotación en la Amazonía peruana, la producción agrícola enfrenta desafíos por un manejo ineficiente y poca inversión, lo que frena su desarrollo. Esto se nota especialmente en cultivos que no se propagan por semillas, por lo que se recurre a la reproducción vegetativa o asexual. Para sembrar, se usan partes como cormos o hijuelos, que pueden crecer solos sin necesitar la planta madre (Aguilar et al., 2004; Coto, 2009).

Sin embargo, la disponibilidad de este material tiene limitaciones: la cantidad, el peso, la edad, el tamaño y la salud de estas partes afectan directamente el rendimiento en el campo, los que pueden reducirse con el uso de la cámara térmica y los biostimulantes radiculares, los cuales ayudan a las plantas a completar sus procesos fisiológicos, estimulando a las semillas para la germinación, brotamiento de yemas, aparición de raíces, formación de hojas, y mejora en la floración y llenado de frutos (Flores y Soledispa, 2020).

a. Justificación teórica

La presente investigación busca evaluar el efecto de cuatro dosis de bioestimulanteradicular en la producción de hijuelos de plátano Harton (*Musa paradisiaca* var. Harton) en cámara térmica en la región de Aguaytía, Padre Abad. Los resultados obtenidos contribuirán a la comprensión y optimización de las prácticas agrícolas en el cultivo de plátano Harton, al ofrecer evidencia sobre cómo las dosis de bioestimulantes pueden influir en el desarrollo de hijuelos en condiciones controladas. Este estudio proporcionará a los agricultores nuevas herramientas para incrementar la eficiencia en la propagación del plátano, mejorando la producción y reduciendo los tiempos de crecimiento. Asimismo, permitirá el establecimiento de prácticas agrícolas más sostenibles y rentables, promoviendo la expansión de este cultivo en la región y mejorando la competitividad del sector agropecuario local (Daza, 2023).

b. Justificación ambiental

La aplicación de bioestimulantes radiculares en el cultivo de plátano Harton, evaluada en esta investigación, se basa en su bajo impacto ambiental, especialmente cuando se utiliza de manera controlada y responsable. Los bioestimulantes son compuestos naturales o biológicos que favorecen el crecimiento de las plantas sin alterar negativamente los ecosistemas circundantes. Además, la mejora en la producción de hijuelos de plátano bajo condiciones controladas en cámaras térmicas contribuye a una mayor eficiencia en el uso de recursos, optimizando la utilización del espacio y los insumos, lo que facilita la sostenibilidad del cultivo y el cuidado del entorno natural en la región (Cubas, 2019).

c. Justificación económica

La producción de plátano Harton en la región de Aguaytía, Padre Abad, enfrenta desafíos económicos debido a la lenta generación de hijuelos y la necesidad de optimizar los recursos utilizados en la producción. La propagación del plátano, que normalmente depende de la multiplicación por hijuelos, puede verse afectada por factores como el tiempo de crecimiento prolongado y el costo de insumos. La aplicación de bioestimulantes radiculares ofrece una alternativa viable para mejorar la tasa de producción de hijuelos en menor tiempo, lo cual repercute directamente en la rentabilidad del cultivo (Rodríguez, 2023). Al acelerar el proceso de enraizamiento, se reducen los costos operativos, como el consumo de agua, fertilizantes y tiempo de cultivo. Además, al obtener hijuelos de mejor calidad en un período más corto, los agricultores pueden optimizar el uso del espacio, incrementar la producción y, por lo tanto, obtener mayores rendimientos económicos (García, 2023). Esta mejora en la eficiencia del cultivo se traduce en una mayor competitividad en el mercado local, favoreciendo la rentabilidad y la estabilidad económica de los productores de plátano en la región.

d. Justificación social

La aplicación de bioestimulantes radiculares en la producción de hijuelos de plátano Harton (*Musa paradisiaca* var. Harton) en cámara térmica tiene un impacto significativo en la comunidad agrícola de Aguaytía, Padre Abad. Esta investigación no solo permitirá a los agricultores mejorar la eficiencia de sus prácticas de propagación, sino que también contribuirá al bienestar social al ofrecer una alternativa más accesible y rentable para la producción de plátano (Ramos, 2021). Al optimizar el uso de recursos y reducir los costos de propagación, los productores podrán obtener hijuelos de mayor calidad en menos tiempo, lo que incrementará su productividad y les proporcionará mayores ingresos. Este aumento

en la producción no solo fortalecerá la economía de las familias agrícolas, sino que también impulsará el desarrollo social de la región, creando empleos adicionales en la cadena de valor del plátano y mejorando la seguridad alimentaria local. Además, al fomentar prácticas agrícolas más eficientes y sostenibles, esta investigación contribuirá a un entorno agrícola más resiliente, promoviendo una mayor equidad en el acceso a oportunidades económicas para los pequeños y medianos productores.

1.7. Viabilidad

El proyecto de investigación sobre el efecto de la aplicación de cuatro dosis de bioestimulanteradicular en la producción de hijuelos de plátano Harton (*Musa paradisiaca* var. Harton) en cámara térmica en Aguaytía, Padre Abad, se considera viable debido a los siguientes factores clave:

Importancia de la investigación: La optimización de la propagación del plátano Harton es de gran relevancia tanto para los agricultores locales como para la industria agrícola nacional. Al estudiar los efectos de diferentes dosis de bioestimulanteradicular en la producción de hijuelos, este proyecto no solo contribuirá a mejorar la eficiencia en el cultivo de plátano, sino que también ofrecerá una solución viable para aumentar la productividad de los pequeños y medianos productores en la región. Los conocimientos obtenidos podrán extenderse a otros cultivos tropicales que requieran de un manejo adecuado de los bioestimulantes, lo que amplía el alcance y el impacto de esta investigación.

Optimización de recursos agrícolas: La aplicación adecuada de bioestimulantes radiculares permitirá a los agricultores optimizar el uso de recursos como agua, fertilizantes y sustratos en la producción de plátano. Este enfoque reducirá la dependencia de insumos

costosos y promoverá prácticas agrícolas más sostenibles. Al fomentar un crecimiento más rápido y un desarrollo radicular más eficiente, se acortará el tiempo de propagación de los hijuelos, lo que resulta en una mayor rotación de cultivos y una mayor rentabilidad para los productores. Además, la mejora en la calidad de los hijuelos facilitará una mayor resistencia a enfermedades, lo que se traducirá en menores pérdidas y un uso más eficiente de los recursos disponibles.

Innovación y desarrollo tecnológico agrícola: Este estudio promueve la adopción de tecnologías innovadoras en el manejo de cultivos tropicales en condiciones controladas, como el uso de cámaras térmicas y bioestimulantes radiculares. Los hallazgos permitirán el desarrollo de paquetes tecnológicos adaptados a las condiciones de la región, que podrían incluir recomendaciones precisas sobre el uso de los bioestimulantes y las mejores prácticas para la producción de plátano. Estos paquetes contribuirán a una agricultura más competitiva y eficiente, mejorando la rentabilidad de los pequeños y medianos productores y asegurando un abastecimiento constante y de calidad en el mercado.

Impacto ambiental: La investigación también tiene una dimensión ambiental relevante, ya que un sistema de raíces más eficiente no solo mejora la absorción de nutrientes, sino que también optimiza el uso del agua, lo que es particularmente importante en áreas con limitación de recursos hídricos. Además, la mejora en la calidad de los hijuelos puede disminuir la incidencia de plagas y enfermedades, reduciendo la necesidad de tratamientos químicos y favoreciendo la salud del ecosistema local. Esta combinación de prácticas sostenibles contribuirá a la conservación de los recursos naturales y al fomento de una agricultura más resiliente y responsable con el medio ambiente.

1.8. Limitaciones

Durante el desarrollo del proyecto sobre el efecto de la aplicación de cuatro dosis de bioestimulanteradicular en la producción de hijuelos de plátano Harton en cámara térmica en Aguaytía, Padre Abad, se identifican varias limitaciones:

Disponibilidad de bioestimulante y recursos técnicos: Una de las principales limitaciones fue la obtención del bioestimulante radicular adecuado. Aunque se investigan diferentes marcas y composiciones de bioestimulantes, la disponibilidad local era limitada y no todas las opciones disponibles cumplían con los estándares de calidad necesarios para garantizar resultados precisos. Además, los bioestimulantes de alta calidad no estaban fácilmente accesibles en la región, lo que requirió tiempo adicional para su adquisición, retrasando la ejecución del proyecto.

Condiciones ambientales y climáticas: Aguaytía, como zona tropical, presenta variabilidad climática que afecta el control de las condiciones experimentales, particularmente en términos de temperatura y humedad. Si bien las cámaras térmicas ofrecen un control parcial, factores externos como las lluvias o fluctuaciones de temperatura pueden haber influido en los resultados, limitando la capacidad de mantener condiciones constantes a lo largo del estudio. Esto pudo haber afectado la replicabilidad de los resultados.

Escala y duración del estudio: El estudio se llevó a cabo en una escala limitada debido a restricciones de espacio y tiempo, lo que impidió evaluar los efectos de las dosis de bioestimulanteen una mayor cantidad de muestras o en un período más extenso. Una investigación a largo plazo podría haber revelado variaciones en la respuesta de los hijuelos a medida que crecen, lo que limita la extrapolación de los resultados a largo plazo.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Moreno y Zapata (2020) realizó un estudio con el objetivo de determinar la dosis más efectiva del bioestimulante AQUACLEAN ACF-32® en la propagación de plántulas de plátano (Musa paradisiaca L.), utilizando la metodología de cámara de germinación y almácigo. Para la evaluación en la cámara de germinación, se adoptó un diseño experimental de bloques completamente al azar con cinco tratamientos, cada uno con 10 cormos y tres repeticiones por tratamiento. Los tratamientos T1, T2 y T3 incluyeron el bioestimulante enraizador en las dosis de 0.5, 1 y 1.5 cc/l, respectivamente, mientras que los tratamientos T4 y T5 fueron testigos sin la aplicación del bioestimulante, con dos repeticiones por tratamiento para un total de 10 cormos evaluados. A las seis semanas de iniciar la siembra en la cámara, se contaron los rebrotes generados por cormo, mediante deshije y trasplante en bolsas de polietileno con un sustrato de arena y gallinaza en proporción 3:1, colocados en un almácigo. En esta fase, se plantaron 110 ejemplares distribuidos en cinco tratamientos. Los tratamientos T1, T2 y T3 consistieron en la aplicación por drench del bioestimulante AQUACLEAN ACF-32, en dosis de 0.5, 1 y 1.5 cc por litro de agua, respectivamente. Ocho semanas después de la siembra, se midieron parámetros como la altura de las plantas, el número de hojas, el diámetro y longitud del tallo, así como el peso y la longitud de las raíces. El análisis de varianza mostró que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, ni en la cámara de germinación ni en el almácigo.

Flores y Soledispa (2020) llevaron a cabo un estudio cuyo objetivo principal fue evaluar la aplicación de biorreguladores para la propagación intensiva del plátano dominico Musa paradisiaca en cámaras térmicas, utilizando sustancias biorreguladoras. El enfoque de El estudio buscó evaluar cómo el bioestimulante Bayfolan influye en la tasa de multiplicación del plátano en un entorno controlado de cámara térmica. Se aplicó un diseño de bloques completamente al azar con tres tratamientos y tres repeticiones, lo que resultó en un total de nueve unidades experimentales, cada una con cuatro cormos. Los resultados mostraron diferencias altamente significativas en el análisis de varianza, especialmente para el factor Bayfolan. Se evaluaron variables como los días de brotación, el número de brotes primarios (R1) y la longitud de los brotes primarios (R1) se midió en los días de brotación, registrando que, a los 41 días, el tratamiento T2 alcanzó un valor de 3,49; Mientras que, a los 55 días, este mismo tratamiento logró un valor de 6,38. En números brotes primarios, el tratamiento T2 mostró el mejor desempeño, alcanzando un promedio de 3.9 en altura de brotes, en comparación, el T2 destacó con 6.76 frente al testigo, que obtuvo un promedio de 4.23.

Medina (2020), realizó una investigación que tuvo como objetivo evaluar la respuesta agronómica de plantas de plátano cv Barraganete provenientes de cormos multiplicadas en cámara térmica, se realizó en la EETPichilingue del INIAP, situado en la provincia de Los Ríos, kilómetro 5 de la vía El Empalme, se levantaron cinco camas de cañas elevadas a 30 cm del suelo. En estos se plantaron cormos de plátano de 5, 7 y 10 meses de edad, los cuales fueron estimulados mediante un corte en cruz en el pseudotallo, a la altura del cuello del rizoma, para evaluar la respuesta de cada cormo establecido. Para el análisis estadístico, se utilizó la prueba t de Student para determinar qué tipo de cormo mostró los mejores

resultados. Los cormos de 5 meses produjeron los promedios más bajos, con 9 brotes y 6 plantas por cormo. Los cormos de 7 meses generaron 11 brotes y un total de 27 plantas, mientras que los cormos de 10 meses (en producción) produjeron el mayor número de brotes, alcanzando 13 brotes y 30 plantas por cormo. Durante el proceso en la cámara térmica, se realizaron ocho estimulaciones (una cada quince días) y se obtuvieron yemas de segunda generación en diez ocasiones (una cada quince días). Se recolectaron yemas de segunda generación en diez momentos distintos, cada quince días. Por cada recolección, se eligieron cinco plantas, las cuales se cultivaron en campo. Al concluir la fase vegetativa, se observarán las plantas, registrando alturas promedio de entre 1.2 y 2.1 metros, y circunferencias del pseudotallo con promedios de 27 a 50 cm.

Según Waldo y Agudelo (2021), su investigación se desarrolló con el objetivo de examinar la eficacia del enraizador AQUACLEAN ACF-SR PLUS en la multiplicación de plántulas de plátano (Musa paradisiaca), empleando un sistema de cámara térmica y posterior desarrollo en vivero. Los ensayos se dispusieron en un esquema de bloques totalmente aleatorio. Se administró AQUACLEAN ACF-SR PLUS mediante empapado, utilizando concentraciones de 0,5 cc/L, 1 cc/L y 1,5 cc/L de agua; cada tratamiento se replicó tres veces, con 10 cormos por repetición y tratamiento. Como control, se usaron cormos sin ninguna aplicación. Transcurridos 42 días desde la siembra, se procedió a contar los rebrotes producidos por cada cormo. En la fase de almácigo, los hijuelos se trasladaron a bolsas de polietileno, asignando 10 hijuelos por tratamiento, y se aplicaron las dosis en drench: T1 (0,5 cc/L), T2 (1 cc/L) y T3 (1,5 cc/L). A las 10 semanas, se evaluaron parámetros como la altura total de las plantas, el número de hojas, el diámetro y la longitud del tallo, además del peso y la longitud de las raíces. Los análisis revelaron que no existieron diferencias

estadísticamente significativas entre los tratamientos, ni en la cantidad de rebrotes generados en la cámara térmica, ni en los indicadores de crecimiento registrados en el almácigo.

La investigación de Santana (2022) buscó analizar cómo los niveles de sombra artificial y la aplicación de diversas dosis de biol supermagro influyen en la macropropagación de plántulas de plátano en una cámara térmica. Se empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), que incluyó 6 tratamientos y 4 repeticiones, sumando un total de 96 unidades experimentales. Los tratamientos combinan diferentes dosis de biol con distintos porcentajes de sombra, con dosis de biol supermagro (alta 6 cm - L, media 4 cm - L y baja 2 cm - L) y porcentajes de sombras (50% y 80%). Los datos se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) y se compararon medias con la prueba de Tukey al 0,05. Se midieron altura, perímetro del pseudotallo, número de hojas, raíces y supervivencia. Los tratamientos de sombra y biol no afectarán el crecimiento de plántulas de plátano. Sin embargo, la tercera dosis de biol (T6, 6 cm-L) con 80% de sombra mostró el mayor número de raíces. La supervivencia fue alta, especialmente en el tratamiento 1 (2 cm-L de biol, 80% de sombra), con 100% de plantas vivas.

2.1.2. Antecedentes nacionales

El estudio realizado por Cubas (2019) tuvo como objetivo investigar el uso de la cámara térmica para la producción de hijuelos de calidad en plátano “Musa paradisiaca” en el distrito de Chiclayo. Para llevar a cabo esta investigación, se trabajó con una población de 150 cormos de banano, seleccionando una muestra de 10 cormos por tratamiento. A los 60 días de siembra, los resultados mostraron que el tratamiento T2, que utilizó la cámara térmica, produjo un promedio de 16.67 nuevos brotes, superando al tratamiento T1 (testigo), que apenas alcanzó 9 brotes, lo que indica que la técnica de cámara térmica fue más

productiva y beneficiosa para los agricultores. En cuanto al peso de los hijuelos, el tratamiento T2 obtuvo un promedio de 570 gramos por planta, mientras que el T1 alcanzó solo 323.33 gramos, lo que sugiere que la cámara térmica genera hijuelos de mayor calidad. Además, en términos de diámetro de cormo, el tratamiento T2 mostró un promedio de 6.83 cm, superior al promedio de 5.84 cm del tratamiento T1. Estos resultados evidencian que la técnica de la cámara térmica mejora significativamente tanto el crecimiento como la calidad de los hijuelos de plátano.

El estudio Ayuque y Inga (2019), buscó establecer la dosis óptima del biorregulador ácido giberélico para la propagación vegetativa de cultivares de banano (Musa paradisiaca) en condiciones de cámara térmica. Se implementó un diseño de bloques completamente aleatorio, con un arreglo factorial A x B. El factor A correspondió a las variedades de plátano (FHIA-17, Valery y Williams), mientras que el factor B incluyó tres niveles de ácido giberélico (0 g, 0,4 gy 0,8 g); cada combinación se repitió tres veces. Los resultados mostraron diferencias altamente significativas en variables como los días hasta la brotación, el número de plantas por cormo, la cantidad de yemas en las coronas 2 y 3, y el número de raíces por cormo. Se determinaron que las concentraciones de ácido giberélico (0 g, 0,4 gy 0,8 g por 10 L de agua) tuvieron un impacto notable en las variedades FHIA-17, Valery y Williams. El tratamiento a2b3 (variedad Valery con 0,8 g de ácido giberélico) obtuvo el mayor número de plantas, con un promedio de 3,51 (12 plantas por cormo), seguido por el tratamiento a3b3 (variedad Williams con 0,8 g de ácido giberélico), que alcanzó 3,41 (11 plantas por cormo). En cuanto a la tasa de multiplicación, la interacción variedad-dosis se destacó en el tratamiento a2b3 (Valery con 0,8 g de ácido giberélico), con un promedio de

38,67 plantas, mientras que el tratamiento a2b2 (Valery con 0,4 g de ácido giberélico) logró el segundo lugar, con 35,67 plantas en promedio.

Valdez (2022) llevó a cabo un estudio en el centro poblado de Sangani, distrito de Perene, provincia de Chanchamayo, región Junín, con el propósito de analizar los efectos de cuatro concentraciones del regulador de crecimiento Phyllum Max F en la tasa de multiplicación del plátano bellaco (Musa acuminata x Musa balbisiana) AAB, así como identificar la dosis más efectiva en un entorno de cámara térmica. Se trabajó con 144 cormos de plátano, empleando un diseño completamente aleatorio (DCA) que incluyó cuatro tratamientos, cada uno con cuatro repeticiones. Los hallazgos revelaron que el uso de dosis más altas de Phyllum Max F en el proceso de propagación del plátano bellaco mediante el uso de cámara térmica aceleró el proceso de brotación, alcanzando un promedio de 3,65 (13 días); incrementó la producción de plántulas por callo/cormo, con 3,29 (11 unidades); aumentó el número de plántulas por cormo en la segunda cosecha, con 2,20 (4 unidades); y en la tercera cosecha, con 2,19 (4 unidades); Además, se obtuvo una tasa de multiplicación de 4,57 (21 unidades). La dosis óptima de Phyllum Max F se desarrolló en 7,06 cc por litro.

Daza (2023) llevó a cabo un estudio con el propósito de evaluar la producción de Plántulas de plátano de la variedad “Moquicho”, con y sin dominancia apical en el cormo, cultivadas en tres tipos de sustratos, en cámara térmica. El estudio empleó un diseño completamente aleatorio (DCA) con seis tratamientos, incluyendo dos tratamientos testigo. Las variables evaluadas fueron sometidas a un análisis de varianza con un nivel de significancia de ($\alpha = 0,05$), y se utilizó la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) para la comparación de medias. El tratamiento T2, que consistió en cormos sin dominancia apical con aserrín y roca fosfórica, resultó en el mayor número de hijuelos por unidad experimental, con un promedio

de 48,67 ± 1,15 hijuelos. Además, se observaron los mejores resultados en cuanto a la altura de los hijuelos (32.62 ± 0.66 cm), diámetro (16.90 mm), número de hojas por hijuelo (3.21), peso fresco (56.27 ± 0.56 g), peso seco (11.50 g) y volumen radicular (6,20 ± 3,0 cm^3) en el tratamiento T3 (Cormo sin dominancia apical con aserrín + fosfocompost).

Según Chate (2021), en su investigación se evalúan seis tratamientos utilizando dos variedades de plátano y diferentes dosis de Rizoplus® AE. Los tratamientos fueron: T1 (Testigo Bellaco sin dosis), T2 (200 ml/100L), T3 (250 ml/100L), T4 (Testigo Inguiri sin dosis), T5 (200 ml/100L) y T6 (250 ml/100L). Se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con un arreglo factorial 2A×3B, cuatro repeticiones y 16 unidades experimentales. Tras cinco meses de evaluación, los mejores tratamientos en cuanto a la dosis de Rizoplus® fueron T6 (Inguiri + 250 ml/100L) y T5 (Inguiri + 200 ml/100L), ya que lograron la mayor producción de hijuelos de la variedad " Inguiri" y mostró mejores características biométricas en los hijuelos. Además, las dosis de 250 ml/100L y 200 ml/100L demostraron ser las más efectivas en ambas variedades de plátano, "bellaco" e "Inguiri", bajo las condiciones de una cámara térmica, se evaluó la cantidad de hijuelos generados por cormos de plátano sin la aplicación de Rizoplus® AE (grupo control).

2.1.3. Antecedentes locales

Según el estudio de Salvador (2020), su principal objetivo fue analizar el impacto de diferentes concentraciones del enraizante Root-Hor® fueron evaluadas para la propagación acelerada de plántulas de plátano clon Hartón (bellaco), En un entorno de cámara térmica en la provincia de Padre Abad, Perú. Para ello, se construyó una cama germinadora de 3 metros de ancho por 5 metros de largo y 1,8 cm de altura, cubriéndola con plástico transparente. Como base se utilizó materia orgánica, formando una capa de 10 cm, luego se esparció roca

fosfórica sobre toda la superficie y, finalmente, se colocó una capa de 40 cm de aserrín. Se seleccionaron cormos de plantas madre sanas con un peso promedio de 2 kg, a los que se les cortó el punto de crecimiento central con una profundidad de 4 cm. Estos cormos fueron desinfectados con una solución al 5% de hipoclorito de sodio durante 3 minutos antes de ser tratados con diferentes dosis del enraizante RootHor® (0 ml/100L, 50 ml/100L, 100 ml/100L, 150 ml/100L) Los cormos se colocaron en camas dentro de la cámara térmica. Se decidieron que la aplicación de 150 ml de Root-Hor® por cada 100 ml produjo los mayores promedios en el número de plántulas por cormo; Además, este tratamiento logró los mejores promedios en el desarrollo vegetativo de las plántulas de plátano variedad Hartón en condiciones de cámara térmica.

En su estudio, Ramos (2021) evaluó tres métodos de multiplicación para la generación de material vegetativo de plátano Bellaco Hartón (*Musa sp*.), utilizando tratamientos basados en técnicas de ruptura de la dominancia apical (Hamilton, Barker y Hamilton modificado), así como un tratamiento testigo. Los tratamientos fueron distribuidos distribuidos al azar en cuatro bloques. Tras un mes de aplicar los métodos que buscan estimular la emisión de hijuelos, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto a la cantidad de hijuelos emitidos, los cuales oscilaron entre 6.25 y 7.21 por planta madre. Sin embargo, los hijuelos del tratamiento T3 (Método Hamilton modificado) mostraron un peso mayor en comparación con los del tratamiento T0 (sin técnica de multiplicación). A nivel aritmético, los hijuelos de los métodos de multiplicación fueron más pesados que los del tratamiento T0. Además, el peso de los hijuelos del tratamiento T3 fue significativamente mayor que el de los hijuelos de los tratamientos T2 (Método Barker)

y T0. En cuanto a la emisión de yemas por cormo, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, ni en el peso de cada yema.

La investigación de Gastañadui (2022) tuvo como objetivo evaluar el impacto de la aplicación de nitrato de amonio en la inducción y el crecimiento de cormos de plátano variedad Hartón. Para ello, se utilizó una parcela experimental de una hectárea con plantas de plátano de 8 meses, cultivadas de manera tradicional, sin tecnología avanzada. El estudio se estructuró bajo un diseño completamente aleatorio, con tres tratamientos de 75, 100 y 125 gramos por planta, además de un grupo testigo sin aplicación de nitrato. La evaluación se realizó 60 días después de la aplicación, y los resultados mostraron que hubo diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto al número de cormos, siendo los tratamientos T1 y T2 (75 y 100 gramos/planta) los que mostraron los mejores resultados. Aunque no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la altura y diámetro de los cormos, los tratamientos T1 y T2 fueron los más efectivos en cuanto a la inducción de la emisión de cormos. En conclusión, la aplicación de nitrato de amonio en dosis de 75 y 100 gramos por planta favorece positivamente la inducción de cormos en el plátano Hartón.

García (2023) llevó a cabo un estudio con el objetivo de evaluar el efecto de distintas dosis de fertilización nitrogenada en la producción de semillas vegetativas de plátano curare enano (Musa sp.). Los tratamientos analizados incluyen cuatro tratamientos, con cuatro repeticiones, y se aplicó un Diseño de Bloques Completo Randomizado. Los datos fueron analizados mediante un análisis de varianza y la prueba de Duncan al 0.05. Las variables evaluadas incluyeron el peso de las semillas vegetativas y las yemas por planta, además del conteo de yemas y material vegetativo por planta, los datos indicaron que el tratamiento 02 registró un peso promedio de hijuelos de 1,156 kg, ligeramente superior al tratamiento 03

(1.086 kg), 01 (0.918 kg) y 04 (0.756 kg). En cuanto al peso de las yemas, el tratamiento 03 obtuvo 143.87 gr, superando al tratamiento 04 (121.13 gr), 02 (104.63 gr) y 01 (85 gr). En términos de número de semillas vegetativas, el tratamiento 02 alcanzó 2.25 unidades, más que el tratamiento 04 (1.67), 03 (1.66) y 01 (1.50). Para las yemas, el tratamiento 02 presentó un promedio de 7.77 unidades, superando a los tratamientos 03 (6.91), 04 (6.41) y 01 (5.83). Sin embargo, al aplicar el análisis de varianza, se concluye que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos. Al realizarse la prueba de x Duncan al 0.05, se encontró diferencias significativas para la variable peso de semillas vegetativas entre los tratamientos y bloques, destacando el tratamiento 2 (172.5 kg N/ha), fertilizada con 13.8 gr de N/planta, que demostró el mayor peso de semillas vegetativas en comparación con las otras dosis de fertilización.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Origen y distribución

Procedente del suroeste de Asia, el plátano se conoce en la región mediterránea desde el 650 dC y fue introducido en América en 1516. Actualmente, se posiciona como el cuarto cultivo frutal más relevante a nivel global (Arcila, 2002 citado por Farinango, 2014).

Según Simmonds, (1973) citado por Farinango (2014). El plátano Hartón es una planta anual con una piel robusta y verde que, al madurar, se torna amarilla con manchas y líneas marrón oscuro. Su pulpa, de textura harinosa, se distingue de otros plátanos por no ser apta para consumo crudo debido a su difícil digestión. Su sabor, poco dulce, contiene escasos carbohidratos simples, siendo el almidón su principal componente nutricional.

De estructura erguida, esta variedad produce de 3 a 4 racimos que se desarrollan en posición horizontal. Sus frutos, de forma alargada, oblonga y ligeramente curvada, son de

gran tamaño, con un peso de entre 250 y 350 gramos y un diámetro con cáscara de 3,5 a 5,0 cm. Al alcanzar la madurez, registra 17º Brix. El tallo, profundamente subterráneo, sostiene racimos que contienen de 5 a 20 manos, cada una con 2 a 20 frutos. El desarrollo completo de los frutos requiere entre 80 y 180 días. Perteneciente a la especie Musa balbisiana AAB, de la familia Musáceas, se cultiva ampliamente en las zonas tropicales y subtropicales de Ecuador (Farinango, 2014).

2.2.2. Clasificación taxonómica

Según Farinango (2014), el plátano Hartón tiene la siguiente clasificación taxonómica:

- **Reino:** Plantae
- **División:** Magnoliophyta
- **Clase:** Liliopsida
- **Orden:** Zingiberales
- **Familia:** Musaceae
- **Género:** Musa
- **Especie:** M. balbisiana
- **Nombre binomial:** Musa AAB

2.2.3. Descripción morfológica

2.2.3.1. Raíz y cormo

Además de brindar soporte estructural al suelo, las raíces cumplen un papel fundamental en la absorción de nutrientes esenciales para el crecimiento de la planta y la formación de nuevos brotes. Aproximadamente entre el sexto y séptimo mes tras la siembra

—momento en que comienza la floración—, cesa la formación de nuevas raíces. Su coloración varía según la edad y la etapa de desarrollo: en los primeros estadios, presentan una tonalidad blanco-crema a pardo-amarillenta, mientras que en fases más avanzadas adquieren un tono castaño oscuro. Suelen desarrollarse en grupos de tres a cuatro, alcanzando longitudes de hasta 5 metros si no encuentran barreras físicas; su crecimiento está condicionado por la estructura y textura del suelo, y su grosor oscila entre 5 y 10 milímetros (Custodio, 2021).

El cormo, por su parte, es un tallo de ramificación monopódica compuesto por entrenudos cortos, los cuales están cubiertos por la base de las hojas. A partir de estos nudos emergen raíces adventicias, y durante el proceso de formación foliar, también surgen yemas laterales del cormo original, ubicadas en un ángulo opuesto de 180° con respecto a cada hoja. Un cormo completamente desarrollado puede alcanzar un diámetro entre 25 y 40 centímetros y pesar entre 6.9 y 11.5 kilogramos, dependiendo de la edad y del clon de la planta (Quispe, 2019).

2.2.3.2. Pseudotallo y hojas

Las hojas del banano presentan un tamaño considerable, con longitudes que oscilan entre 2 y 4 metros, y un ancho que puede alcanzar hasta 50 centímetros. El pecíolo mide aproximadamente 1 metro o más, mientras que el limbo es de forma elíptica alargada, con una ligera inclinación hacia el pecíolo, superficie ondulada y sin presencia de pubescencia. Con el envejecimiento, estas hojas tienden a desgarrarse fácilmente debido a la acción del viento lateral. Durante la etapa de floración, surge un pecíolo pubescente, de entre 5 y 6 centímetros de grosor, que se extiende desde la corona foliar y culmina en una inflorescencia colgante de 1 a 2 metros de longitud. Este racimo contiene alrededor de 20

brácteas ovadas, alargadas y puntiagudas, de tonalidad rojo púrpura y recubiertas por un polvo blanco harinoso. Las flores emergen desde las axilas de estas brácteas (Herrera & Colonia, 2011).

Durante el desarrollo de la planta, pueden distinguirse varios tipos de hojas: hoja rudimentaria, hoja estrecha ensiforme, hoja ancha o verdadera, y hoja madura, cada una compuesta por vaina, pecíolo, lámina, vena central y apéndice (Herrera & Colonia, 2011). Las vainas que envuelven las hojas forman el pseudotallo, estructura que sustituye al tallo aéreo, el cual en realidad se origina desde el cormo y culmina en la inflorescencia. El pseudotallo sirve como enlace vascular entre las raíces y las hojas, así como entre estas y los frutos, y adicionalmente actúa como reservorio de almidón y agua (Herrera & Colonia, 2011).

Las características del clon de banano y el vigor de la planta inciden directamente en el tamaño del pseudotallo, que en ejemplares adultos puede alcanzar hasta 5 metros de altura y 40 centímetros de diámetro. Las hojas, responsables de llevar a cabo la fotosíntesis, están conformadas por pecíolo, vaina, lámina y apéndice, y emergen del meristemo apical, desarrollándose de manera diferenciada según la etapa fenológica de la planta. El verdadero tallo, en cambio, es un rizoma subterráneo con alta concentración de almidón, del cual surgen brotes luego de la floración y fructificación. A medida que las yemas del rizoma maduran, su ápice terminal da origen a una inflorescencia que es empujada hacia la superficie mediante el alargamiento del tallo (Herrera & Colonia, 2011). De igual modo, los llamados falsos tallos están compuestos por una gran cantidad de vainas que se disponen en forma concéntrica y compacta, alcanzando hasta 40 unidades a lo largo del ciclo de la planta (Quispe, 2019).

2.2.3.3. Inflorecensia y fruta

Cuando la planta ha producido aproximadamente el 50 % de sus hojas, se inicia la diferenciación floral, acompañada de diversos procesos fisiológicos que culminan Con el desarrollo del racimo, cuando el ápice de la inflorescencia emerge en la sección superior de la planta, este continúa su desarrollo vertical hasta completar su emergencia a través del pseudotallo del banano (Galán & Robinson, 2013).

El fruto del banano es una baya carnosa y alargada que se desarrolla en el racimo. Inicialmente, la cáscara presenta un color verde, el cual cambia durante la maduración, variando entre tonos amarillos, morados o rojizos, según la variedad. En el centro de la pulpa del fruto se observan pequeñas y numerosas semillas de color negruzco, que pueden ser blanquecinas, amarillentas o rosadas, dependiendo del grado de madurez (Custodio, 2021).

2.2.4. Fenología del cultivo

Carrasco (2020) señala que la fenología del banano se divide en dos fases principales: vegetativa y reprogalaductiva, las cuales se subdividen en varias etapas, descritas a continuación:

2.2.4.1. Fase vegetativa

a. Brotación o emergencia (V0)

En esta etapa ocurren dos eventos significativos. Primero, se inicia el desarrollo radicular desde los nudos del cormo, generando raíces fibrosas con abundantes ramificaciones secundarias. Posterior a la siembra, se observa un incremento progresivo en el número de raíces: 5, 15 y hasta 24 raíces a los 5, 10 y 15 días, respectivamente. Segundo,

se forman las primeras hojas funcionales con forma lanceolada y lámina definida. Esta etapa concluye, en promedio, entre los 15 y 21 días (Castro, 2020).

b. Plántula (V1)

Esta etapa comienza con la emisión de la primera hoja funcional, indicadora de un crecimiento activo, y se extiende hasta la aparición de los primeros hijuelos. Tiene una duración aproximada de 98 días, durante los cuales se producen alrededor de 14 hojas, alcanzando un área foliar de 2.80 m² (Castro, 2020).

c. Formación de hijuelos (V2)

Inicialmente, el cormo presenta una forma cilíndrica, pero a los tres meses adquiere una estructura de cono truncado, desarrollando un segundo cormo a una profundidad de 20 a 25 cm. En esta etapa se forman raíces nodales y adventicias, y emergen hijuelos tipo espada, reconocidos por su vigor y hojas lanceoladas, considerados como material de propagación (Castro, 2020).

d. Alargamiento de entrenudos (V3)

Se marca el inicio de la formación del tallo floral, producto del alargamiento de los entrenudos, comenzando desde los nudos noveno o décimo. Se genera un tallo con un primordio foliar en su extremo apical (Castro, 2020).

2.2.4.2. Fase productiva

a. Iniciación floral (R4)

El primordio de la bellota se forma en el ápice del tallo floral, dando origen al racimo y al proceso de diferenciación floral. Este evento se da tras la emisión de unas 28 hojas, en promedio. Simultáneamente, emerge la primera hoja funcional del hijuelo mayor, señal de su independencia fisiológica de la planta madre (Castro, 2020).

b. Desarrollo de la bellota (R5)

El primordio floral se vuelve visible, indicando el inicio de la floración. La bellota comienza a ascender entre las vainas de hojas ya emitidas. Conforme se alargan los entrenudos, la bellota crece de manera significativa, protegida por hojas aún no emergidas. Esta fase finaliza antes de la floración, cuando los entrenudos alcanzan la parte superior del tallo floral (Castro, 2020).

c. Floración (R6)

La bellota emerge verticalmente con brácteas verdes, que en aproximadamente siete días cambian a color morado o púrpura. Luego, la bellota adquiere una posición colgante, y se inicia la apertura de la primera bráctea basal, marcando el fin de esta etapa (Castro, 2020).

d. Iniciación del racimo (R7)

Las brácteas se separan, exponiendo el racimo, compuesto por un raquis con flores organizadas en dos hileras en espiral. Las flores femeninas están en la base, las neutras en el medio y las masculinas en la parte apical. Las flores femeninas, que se desarrollan partenocárpicamente, forman los frutos. Las flores masculinas permanecen cerradas, y las neutras forman los llamados “falsos dedos”. Esta etapa ocurre alrededor de 15 días después

de la emergencia de la bellota, y en su culminación se observan entre siete y nueve manos expuestas (Castro, 2020).

e. Llenado del racimo (R8)

Durante esta etapa, se acumulan carbohidratos en las manos del racimo, con mayor concentración en las manos basales, lo cual da al racimo una forma triangular. El tamaño de los frutos disminuye hacia las manos terminales. Esta fase dura aproximadamente 120 días. En el periodo de los 20 y 60 días posteriores de la floración, la materia seca se acumula principalmente en la cáscara. A partir del día 80, se invierte el proceso, con mayor acumulación en la pulpa. En las primeras etapas, el fruto forma su envoltura, y en la cáscara, se encuentra mayor contenido de materia seca y proteína bruta (Castro, 2020).

2.2.5. Factores ambientales

Según Guerrero (2010) citado por Rodríguez (2019), señala que las condiciones que favorecieron la producción de plátanos de calidad fueron la temperatura adecuada, la disponibilidad de agua, la luminosidad, la estructura del suelo y una baja incidencia de vientos fuertes.

2.2.5.1. Temperatura

La temperatura óptima para el cultivo comercial de plátano se encuentra entre 20 y 32 °C, con la capacidad de tolerar una temperatura media máxima de 35 °C. Se observó una relación significativa entre la temperatura y la edad fisiológica de la planta. Durante el mes correspondiente a la cosecha, una temperatura promedio de 25.5 °C favoreció el incremento del peso del racimo, efecto que se intensificó hasta los 28.8 °C. Sin embargo,

temperaturas más elevadas aceleraron la maduración, lo cual provocó una reducción en el peso de los frutos. Uno o dos meses previos a la cosecha, la temperatura óptima registrada fue de 25.5 °C (Castro, 2020).

2.2.5.2. Agua

La planta de plátano, al tratarse de una especie herbácea con una amplia superficie foliar y un crecimiento acelerado, requirió un elevado volumen de agua para lograr un desarrollo adecuado. Sus necesidades hídricas se ubicaron en un rango de entre 150 y 180 mm de precipitación mensual. En aquellas zonas donde se presentaron periodos secos, fue necesario suplir dichos requerimientos mediante riegos programados (Castro, 2020).

Según Guerrero (2010) citado por Rodríguez (2019) al rededor del 85 al 88% del peso del plátano está compuesto por agua, lo que implica la necesidad de un suministro mensual continuo de aproximadamente 1,200 a 1,300 m^3 por hectárea durante todo el año".

2.2.5.3. Luz

Para asegurar un desarrollo óptimo tanto de las plantas como de los racimos, se requirió de una alta intensidad lumínica. Diversas investigaciones evidenciaron que una reducción en la cantidad de luz prolongó la fase vegetativa del cultivo. Se observó que aquellas plantas de plátano que crecieron bajo sombra mostraron un desarrollo significativamente menor en comparación con las que estuvieron expuestas directamente a la luz solar.

2.2.5.4. Viento

Al momento de establecer el cultivo de plátano, se consideró el efecto del viento, dado que esta especie posee hojas delgadas y un sistema radicular superficial. Se constató que vientos con velocidades superiores a los 20 km/h causaron severos daños en las hojas e incluso llegaron a derribar las plantas.

2.2.5.5. Factor edafico

El plátano se desarrolló de manera más favorable en suelos con buena estructura, con una profundidad mayor a 1.2 metros, alto contenido de materia orgánica (lo que facilitó la retención de humedad), textura franco arenosa y un drenaje eficiente. También prosperó en suelos franco limosos o franco arcillo-limosos. No fueron recomendables los suelos con subsuelos de arcilla impermeable o de cascajo, ya que limitaron el desarrollo radicular. El rango óptimo de pH se encontró entre 5.5 y 7.0. En suelos con exceso de humedad, el cultivo no prosperó, por lo que se implementaron sistemas de drenaje. Asimismo, los suelos arenosos fueron evitados por su baja fertilidad y escasa retención hídrica, mientras que los arcillosos, por su alta compactación, dificultaron la penetración de las raíces.

2.2.6. Técnicas de multiplicación

Aguas (2003) citado por Quispe (2019), afirma que las yemas vegetativas de las musáceas poseen un alto potencial de producción, el cual corresponde al número de hojas (entre 38 y 42) que las plantas generan durante su ciclo de vida. Sin embargo, en cada fase productiva solo se utilizan entre 5 y 10 yemas por planta. Con el fin de inducir la emisión de yemas y acelerar su crecimiento, se han desarrollado diversas estrategias aplicables a las

plantas de plátano. Entre las ventajas que ofrece la multiplicación vegetativa, los autores destacan:

- La conservación genética del progenitor en su descendencia.

- Un desarrollo más acelerado de las plantas, acompañado de un material de propagación accesible, de rápido crecimiento y bajo costo.

- La posibilidad de generar nuevas variedades o clones cuando ocurren modificaciones genéticas significativas en una planta.

2.2.6.1. Técnica tradicional

Según Aguilar et al. (2004), en el método tradicional de multiplicación, el material utilizado proviene, por lo general, de brotes desarrollados en plantaciones cuya etapa de cosecha ya ha finalizado. No obstante, dependiendo de la antigüedad del cultivo, este material puede presentar altos niveles de contaminación.

2.2.6.2. Técnica de división de cormos

Chávez (2009), citado por Quispe (2019), recomienda utilizar brotes de tipo "espada" que estén sanos y sean de buen tamaño, de modo que puedan sostenerse en la mano por la parte inferior. Belalcázar (1991) complementa esta técnica señalando la necesidad de identificar y localizar las yemas en el cormo, ya que este paso es crucial para lograr una alta eficiencia en el procedimiento.

2.2.6.3. Técnica por seccionado

Herrera y Colonia (2011) explican que esta técnica emplea cormos de plantas jóvenes y recientemente cosechadas, los cuales se dividen en entre 4 y 8 secciones que se siembran como si fueran cormos originales. Frecuentemente, los brotes generados a

partir de estas divisiones producen meristemos múltiples que pueden separarse y plantarse por separado. Se estima que, en un periodo de ocho meses, un solo cormo puede generar hasta 500 nuevos brotes. Aguilar et al. (2004) describen también la técnica “TRAS” (Técnica de Reproducción Acelerada de Semilla), la cual implica cortar el cormo en pequeñas porciones, asegurando que cada una contenga una yema en desarrollo. Estas fracciones se cultivan en sustratos adecuados, dentro de canteros con condiciones óptimas de humedad, fertilización, luz, sombra y desinfección para favorecer el crecimiento de las plántulas.

2.2.6.4. Técnica por la eliminación de dominacia apical

Aguilar et al. (2004) señalan que esta técnica consiste en retirar la yema central con el objetivo de romper la dominancia apical e incentivar el desarrollo de yemas laterales, aumentando así el número de brotes por cormo, tanto en plantas cosechadas como en aquellas en crecimiento. Martínez y Cayón (2011) sostienen que el número de brotes producidos dependerá de múltiples factores como el clon utilizado, el estado fisiológico de la planta y las condiciones climáticas. Este método puede generar un promedio de cinco brotes viables para siembra directa en un periodo de aproximadamente tres meses y medio.

2.2.6.5. Técnica por espiral

Coto J. (2009) clasifica esta técnica como una opción intermedia entre el cultivo in vitro y los métodos tradicionales, y la denomina propagación rápida. El procedimiento comienza seleccionando cabezas de planta intactas, que se limpian de restos de hojas y raíces antes de ser plantadas en un sustrato adecuado. Una vez desarrolladas las raíces, se elimina el ápice vegetativo para estimular la emisión de brotes axilares. Cuando estos brotes alcanzan una longitud de entre 20 y 25 cm, se les retiran las hojas externas y

nuevamente se elimina el ápice para inducir la formación de nuevos brotes. Estos se separan y trasladan al vivero para su futura siembra en campo. Mediante este sistema, es posible obtener hasta 30 brotes por cabeza en un periodo de 3 a 6 meses utilizando camas calientes.

2.2.6.6. Técnica atravez de vitotroplantas

Esta técnica permite la producción masiva de plantas en un plazo mediano, garantizando un estado fitosanitario relativamente óptimo en comparación con otras técnicas frente a diversas enfermedades. A partir de un solo ápice, es posible generar cientos de plantas sanas en el transcurso de un año. No obstante, los elevados costos derivados de los insumos e infraestructura necesarios para mantener condiciones asépticas representan un obstáculo para su implementación a gran escala, especialmente entre pequeños y medianos productores (Chávez, 2009, citado por Quispe, 2019).

2.2.7. Tipos de semillas

Debido a sus atributos relacionados con la vitalidad y su capacidad de desarrollo, las semillas se clasifican en cinco categorías distintas, cada una con características particulares que determinan su calidad y aptitud para la siembra:

2.2.7.1. Cormos de plantas maduras paridas

Se trata de un material reproductivo de gran tamaño, con yemas situadas en la parte superior, lo que reduce su vigor. Este material no puede generar nuevas raíces y tiende a perecer rápidamente, dejando sin soporte nutritivo a los posibles brotes formados. Los retoños derivados de este tipo de material son frágiles, aunque suelen crecer varios simultáneamente, y necesitan un control efectivo de malezas para desarrollarse sin

obstáculos. Se aconseja usar este material únicamente en situaciones de extrema urgencia (Samuels, 1 977 citado por Teran, 2007).

2.2.7.2. Cormos de plantas maduras sin parir

Al igual que los anteriores, los cormos de estas plantas tienen un tamaño considerable. Sin embargo, sus yemas mantienen su vitalidad, ya que cuentan con un meristemo principal activo, lo que les permite seguir creciendo, generando hojas y raíces que originan una nueva planta. En este caso, la semilla da lugar a retoños muy robustos, los cuales, con el tiempo, desarrollan una fructificación de buena calidad. Este tipo de material no se utiliza con frecuencia debido al alto costo de transporte, dado su tamaño y peso, además de ser más raro en comparación con otros materiales utilizados (Samuels, 1 977 citado por Teran, 2007).

2.2.7.3. Hijos de espada

El término "semilla de hijos de espada" hace referencia al material reproductivo que proviene de brotes bien desarrollados y sincronizados. Estos brotes, al alcanzar el tamaño adecuado, generan semillas con un peso de 2 a 3 kg, las cuales poseen una vitalidad considerable. Este tipo de material es altamente recomendado debido a su vigor, facilidad de transporte y manejo. Según INIA-CONAFRUT (1997, citado por Terán, 2007), los hijuelos más adecuados para la plantación de plátanos son aquellos con hojas en forma de flecha, espada o aguja. Estos brotes emergen desde diferentes profundidades y distancias del pie de la planta madre, presentando una base ancha que se va estrechando hasta terminar en una punta afilada.

2.2.7.4. Hijos de agua

Las plantas obtenidas de este tipo de semilla, similares a las cultivadas in vitro o mediante propagación rápida, presentan un tallo cilíndrico y hojas amplias. Esto parece ser resultado de la pérdida de la dominancia apical de la planta madre. Las plantaciones establecidas con este material reproductivo pueden experimentar una ligera extensión de su ciclo vegetativo, de entre 15 a 20 días. Sin embargo, estas plantas producen racimos que no solo son similares en tamaño, sino que en ocasiones pueden superar en peso y calidad a aquellos derivados de los brotes tipo aguja o puyón (Belalcázar, 1 991).

2.2.7.5. Hijos recordados

Este material reproductivo proviene de retoños que, debido a no haber sido marcados durante el proceso de deshije, fueron cortados. A pesar de esto, su vitalidad les permite seguir creciendo. Aunque algunos agricultores aseguran que los retoños de este tipo generan semillas de tamaño y peso superior a los de los hijos de espada, es importante destacar que solo se debe utilizar material de retoños que hayan sido cortados una sola vez, ya que podas sucesivas pueden comprometer su vitalidad (Samuels, 1977, citado por Terán, 2007).

2.2.8. Cámara térmica

El proceso tiene lugar en un espacio destinado a la producción de hijuelos de plátano de alta calidad y sanidad, listos para ser trasplantados al campo definitivo. Estos hijuelos provienen de plantas madre con alta productividad. La cámara térmica, un espacio cubierto con una lámina de plástico de 200 micrones, mantiene el calor al interior, generando temperaturas entre 45 y 65°C y resistiendo la degradación. Su uso ha sido recomendado como

un medio para la desinfección fitosanitaria del material de siembra, ya que las temperaturas alcanzadas en su interior (de 50 a 70°C) actúan como termoterapia contra plagas y patógenos (Cubas, 2019).

Este método térmico es uno de los más rápidos y efectivos para la reproducción de plátanos. Consiste en construir un área cerrada con plástico que eleve la temperatura a más de 45°C. Una vez construida la cámara térmica, se seleccionan cormos de entre 1 y 2 kg, a los cuales se les elimina el punto de crecimiento utilizando una herramienta puntiaguda, con el fin de estimular la emisión de brotes laterales. Estos cormos se colocan en la cámara, ya sea en canteros previamente preparados o en fundas de polietileno. Cuando los brotes laterales alcanzan entre 5 y 10 cm, se les corta y se realiza un corte en cruz sobre el cormo madre, eliminando el punto de crecimiento para favorecer el desarrollo de callos y multimeristemas (Medina, 2020).

2.2.9. Macropropagación en cámara térmica

La macropropagación en cámaras térmicas se utiliza principalmente para dos objetivos clave. El primero y más relevante es la desinfección del material de siembra mediante termoterapia, aprovechando las altas temperaturas generadas por el plástico, que pueden llegar a alcanzar entre 50 y 70°C. El segundo objetivo es el control de la temperatura y la humedad presente en el interior de la cámara, junto con otros factores, desempeña un papel fundamental en la activación de las yemas latentes, lo que favorece una tasa de multiplicación más alta (Ayuque e Inga, 2019).

Este proceso de macropropagación se basa en la decapitación de cormos o fragmentos para inhibir la dominancia apical y promover el desarrollo de yemas laterales, lo que incrementa la tasa de multiplicación. Dentro de las cámaras térmicas, los cormos y las yemas

inducidas en ellos se someten a un sistema de limpieza que incluye temperaturas entre 50 y 70°C y una humedad relativa que varía entre 30 y 100%, junto con el riego de una solución nutritiva. Las altas temperaturas dentro de la cámara aceleran tanto la brotación de las yemas vegetativas como su desarrollo posterior (Orozco, 2014).

2.2.10. Ventajas de la cámara térmica

- La producción es sencilla y técnicamente eficiente.
- Permite obtener semillas de buen tamaño, peso y garantiza una planta saludable.
- Al utilizar esta técnica, se eliminan microorganismos y plagas presentes en el material.
- El cultivo se desarrolla a una velocidad mucho mayor.
- Las semillas pueden producirse durante todo el año dentro de la cámara térmica.
- El sistema radicular se desarrolla y se protege con microorganismos beneficiosos.
- De un cormo madre es posible obtener hasta 15 brotes (Cargua, et al., 2013 citado por Cubas, 2019).
- Según Limachi (2014) citado por Santana (2022), otras ventajas de las cámaras térmicas incluyen:
- Esta técnica es más económica en comparación con la propagación in vitro, lo cual resulta favorable para los agricultores.
- Se regula la diseminación del virus BSV (Virus del Rayado del Banano) mediante la selección de semilla madre de alta calidad que cumpla con los estándares requeridos.
- Al final, se obtienen semillas saludables y económicas, beneficiando a los productores.

- Se previene la diseminación de plagas como el picudo, el gusano tornillo, nematodos, entre otros, debido a la exposición a temperaturas altas.
- Se previene la transmisión de enfermedades como el "Mal de Panamá" y la bacteriosis.
- El uso de plantas sanas reduce la necesidad de aplicar productos químicos.

2.2.11. Manejo de los hijuelos en la cámara térmica

Dentro de la cámara térmica, la temperatura máxima no debe superar los 65°C. Si se alcanza este límite, es necesario abrir tanto la puerta principal como la auxiliar para asegurar una ventilación adecuada y evitar que los hijuelos se pierdan. Después de 15 a 20 días, cuando los hijuelos comienzan a brotar, la temperatura se debe reducir a un máximo de 45°C para prevenir daños por calor en los brotes.

Las plantas de musáceas se multiplican utilizando cormos de 1 a 1.5 kg extraídos del campo, y se estima que cada cormo colocado en la cámara térmica genera entre 20 y 30 plántulas libres de patógenos (Pirdais, 2013 citado por Medina, 2020). Con este proceso, se obtuvo una cosecha de 100 hijuelos por ciclo, repitiendo este proceso tres veces al mes y logrando un total de 300 hijuelos recolectados en un área de 4.5 m^2. Los cormos permanecen en la cama de enraizado durante un período de 2 semanas, y antes de que comiencen a producir hojas verdaderas, se extraen con cuidado y se colocan en bolsas plástica (Coto, 2009).

2.2.12. Bioestimulantes

El uso de bioestimulantes ha ganado relevancia en las últimas décadas debido a que factores ambientales como la temperatura, la luz y la humedad influyen significativamente

en los procesos de producción de los cultivos, generando estrés en las plantas. Los bioestimulantes ayudan a mitigar este estrés, mejoran la calidad del producto cosechado y aumentan la resistencia de las plantas frente a plagas y enfermedades (Torres, et al., 2019 citado por Santana, 2022).

Según Vera (2019), citado por Santana (2022), el término "bioestimulantes" se refiere a un conjunto amplio de sustancias que fomentan la vida. Estos compuestos promueven respuestas favorables en las plantas y, aunque se les considera productos con un bajo valor nutricional, su aplicación resulta beneficiosa para mejorar el rendimiento y la salud de los cultivos.

2.2.13. Rizo Plus AE®

El Rizo Plus AE® es un producto biológico de origen vegetal, diseñado como fertilizante a base de aminoácidos especiales, altamente efectivo para las plantas. Contiene un alto porcentaje de aminoácidos fácilmente asimilables que estimulan el desarrollo y crecimiento de las raíces en proceso de división. Este producto mejora especialmente la absorción de nutrientes esenciales como el potasio y el calcio, promoviendo un desarrollo continuo de las raíces y optimizando la eficiencia del abonado.

Según el SAG (2016) citado por Chate (2021), el Rizo Plus AE® está aprobado para su uso en la Agricultura Orgánica, y se distingue por las siguientes características:

- **Sustancia activa:** Potasio y aminoácidos.
- **Tipo de insumo:** Fertilizante, bioestimulante.

2.2.13.1. Ventajas

- Estimula y activa el crecimiento del sistema radicular.

- Promueve el crecimiento de pelos absorbentes mejorando la nutrición y capacidad de absorción.
- Estimula el crecimiento y la fertilidad de las flores.
- Favorece el desarrollo y el peso de los frutos, logrando un mayor diámetro y una mayor producción en menos tiempo.
- Promueve el crecimiento vegetal y contribuye al aumento del rendimiento de los cultivos, mejorando la calidad de los alimentos.

2.2.13.2. Caracteristicas generales

Tabla 1

Características del Rizo Plus

	Rizo Plus AE
Composición	Consorcio de Rhizobium spp. , Pseudomonas spp. y Bacillus spp.
Ingrediente activo	Rhizobium spp. , Pseudomonas spp. y Bacillus spp. concentración de 5x10 UFC/Lt. 11
Presentación	Solución acuosa 1L

Nota. Descripción de las características del Rizo Plus

CAPÍTULO III

METODOLOGIA

3.1. Método de investigación

Esta investigación emplea un enfoque cuantitativo con el objetivo de establecer, de la manera más confiable posible, correlaciones de causa y efecto. Para ello, se ha diseñado una investigación experimental en la que se aplican estímulos experimentales para analizar.

3.2. Tipo y nivel de investigación

La investigación se realizó con un enfoque cuantitativo, utilizando técnicas estadísticas para recopilar datos y validar la hipótesis (Hernández et al., 2014). Se adoptó un enfoque explicativo para entender las causas del fenómeno y la relación entre variables. Al manipular las variables independientes, se aplicó un diseño experimental que permitió observar distintas respuestas en la variable dependiente.

Esta investigación, de nivel explicativo, evalúa el efecto de cuatro dosis de un bioestimulante radicular en la producción de hijuelos de plátano variedad Hartón. Se utilizó un diseño experimental en una cámara térmica en Aguaytía, Padre Abad, manipulando las dosis del bioestimulante (variables independientes) para analizar su impacto en la producción de hijuelos (variable dependiente) en un entorno controlado.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La población estuvo conformada por 200 cormos de plátano Bellaco, variedad Hartón. Estos se distribuyeron en 5 tratamientos con 4 repeticiones por tratamiento. Cada unidad experimental incluyó 10 cormos, permitiendo así una evaluación sistemática y controlada de los efectos del bioestimulante radicular.

3.3.2. Muestra

La muestra para las evaluaciones estuvo compuesta por 80 hijuelos, obtenidos de 4 cormos por cada una de las 20 unidades experimentales. Esta cantidad representa el 40 % del total de la población de individuos.

3.4. Componentes en estudio

Se investigó el efecto de cuatro dosis de bioestimulanteradicular en la producción de hijuelos de plátano variedad Hartón, cultivados en una cámara térmica. El estudio se enfocó en evaluar la influencia de las diferentes dosis del bioestimulante sobre el crecimiento y desarrollo de los hijuelos bajo condiciones controladas. Por lo tanto, los bioestimulantes y los hijuelos de plátano fueron los principales componentes analizados en esta investigación, con el objetivo de identificar las dosis más efectivas para optimizar su producción en el distrito de Aguaytía, Padre Abad.

3.5. Tratamientos en estudio

Este estudio incluyó cinco tratamientos basados en la aplicación de diferentes dosis del bioestimulante radicular Rizo Plus. Estas dosis fueron seleccionadas estratégicamente para evaluar su efecto en la producción de hijuelos de plátano variedad Hartón. Cada tratamiento representó una concentración específica de Rizo Plus, con el objetivo de identificar la dosis más efectiva para promover un crecimiento óptimo de los hijuelos. Los tratamientos se llevan a cabo en condiciones controladas dentro de una cámara térmica en el distrito de Aguaytía, Padre Abad, garantizando así la precisión y confiabilidad de los resultados. Entre las dosis estudiadas en esta investigación se encuentran:

Tabla 2

Tratamientos en estudio para la propagación de hijuelos

Tratamiento	Código	Descripción
1	Testigo = **T1**	Testigo (sin dosis de bioestimulante)
2	Dosis 1 = **T2**	50 ml en 100 l de agua
3	Dosis 2 = **T3**	100 ml en 100 l de agua
4	Dosis 3 = **T4**	150 ml en 100 l de agua
5	Dosis 5 = **T5**	200 ml en 100 l de agua

Nota. Dosis estudiadas de acuerdo con los tratamientos

3.6. Diseño experimental

El estudio se desarrolló utilizando un El Diseño Estadístico Completamente Aleatorio (DCA) es un enfoque preciso que asegura la objetividad en los resultados y la asignación de los tratamientos. Se evaluaron cinco tratamientos: cuatro dosis del bioestimulante Rizo Plus y un tratamiento testigo sin bioestimulante. Cada tratamiento tuvo cuatro repeticiones, resultando en un total de 20 unidades experimentales. Este diseño permitió un análisis preciso del efecto de Rizo Plus en la producción de hijuelos de plátano variedad Hartón, asegurando la confiabilidad de los resultados y fortaleciendo las conclusiones obtenidas.

Modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Yij: Es la variable de respuesta para la unidad experimental identificada con el número ij.

μ: Representa el efecto del promedio general.

Ti: Corresponde al efecto del tratamiento número i.

Eij: Es el efecto del error experimental relacionado con la unidad experimental número ij.

3.7. Análisis de la varianza

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para evaluar los componentes de variabilidad, y se utilizó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey para determinar las diferencias estadísticamente significativas. Este análisis se efectuó con un nivel de confianza del 95 % ($\alpha = 0,05$) y considerando los grados de libertad correspondientes.

Tabla 3

Explicación del análisis de la variancia del estudio

Fuentes de variación (FV)	Grados de libertad
Tratamientos en estudio	5 – 1 **= 4**
Error experimental	(5 x 4) - 5) = **15**
Total general	(5 x 4) -1) **= 19**

Figura 1

Esquema de disposición de los tratamientos

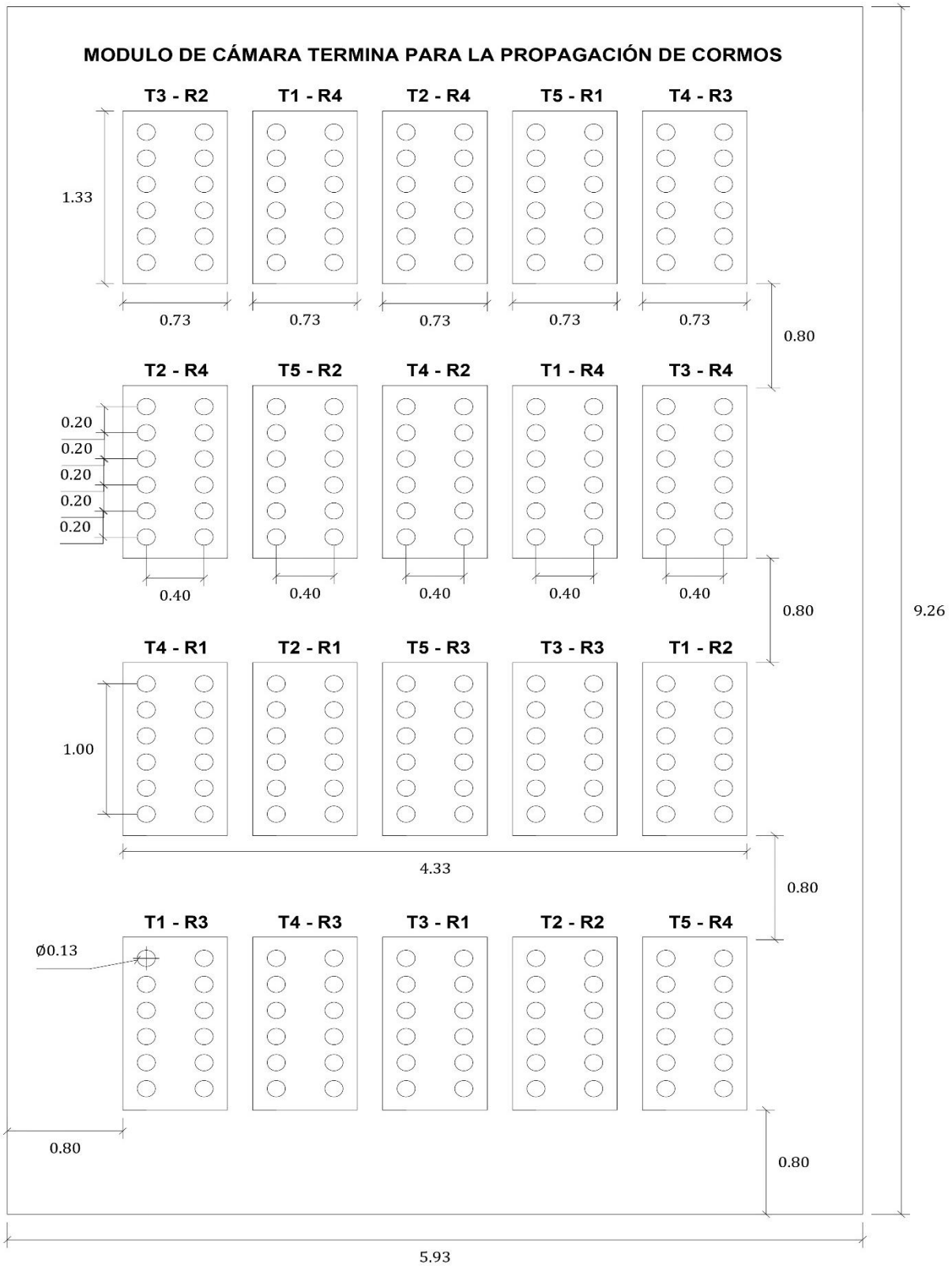


Tabla 4

Especificaciones y dimensiones del espacio experimental

Área total del experimento (Vivero)	
Largo total	5.00 m
Ancho total	3.00 m
Área total	15 m^2
Cantidad de tratamientos	5
Cantidad de repeticiones	4
Cantidad de plantas totales (población)	200
Características de las unidades experimental	
Dimensión de longitud de cada unidad	0. 5 m
Ancho de cada unidad	0.4 m
Área total de cada unidad	0.2 m^2
Número de unidades experimentales (U/E)	20
Cantidad de plantas por unidad experimental	10
Plantas consideradas para evaluar por UE (netas)	4
Separación entre las plantas	0.2 m

3.8. Desarrollo de la investigación

3.8.1. Marco geográfico y periodo de desarrollo de la investigación

El ensayo se llevó a cabo en el fundo Esmeralda, ubicado en el sector Barrio Unido, provincia de Padre Abad, en el km 565 de la carretera Federico Basadre, a 6 km al interior por el margen izquierdo. Las coordenadas exactas del lugar son: 09°02'13" de latitud sur y 75°30'27" de longitud oeste, con una altitud de 287 msnm. El estudio se desarrolló durante los meses de julio y agosto del 2024**.**

Figura 2

Localización del lugar de la investigación



3.8.2. Condiciones ecológicas y climáticas.

La investigación se llevó a cabo durante los meses de julio y agosto del 2024 en el fundo Esmeralda, ubicado en la provincia de Padre Abad, en un ambiente caracterizado por altas temperaturas y humedad. La región presenta una temperatura promedio anual de 27.5 °C, con máximas de alrededor de 32 °C y mínimas que descienden hasta 20 °C. Los meses más soleados suelen ser julio, agosto y septiembre. Según registros climáticos históricos, la precipitación media anual es de aproximadamente 2.400 mm, con un período seco más marcado entre junio y agosto. Esta combinación de calor, humedad y variabilidad en las precipitaciones caracteriza el entorno del estudio y afecta directamente el desarrollo agrícola en la zona.

De acuerdo con el Sistema Holdridge, se categoriza como “Bosque húmedo tropical”, Y según la zonificación ecológica de la Amazonía, el área en estudio se encuentra

comprendida dentro del ecosistema caracterizado como "bosques tropicales estacionales semi siempre verdes". (Aybar et al, 2017).

Tabla 5

Datos climatológicos durante los meses de estudio

Parámetros observados	Periodo del estudio	
	Julio	**Agosto**
Temperatura Máxima	29.4 °C	31.2°C
Temperatura mínima	21°C	23.2°C
Humedad relativa	87%	86%
Precipitación (mm)	250.6	320.8
Horas de luz	11.45	11.39
Viento (km/h)	3.3	3.2
Días de lluvia	3	4

Fuente: Servicio nacional de meteorología e hidrología del Perú (SENAMI) 2023.

3.8.3. Proceso experimental

3.8.3.1. Instalación y construcción de la cámara termica

Se construyó una cámara térmica de 5 metros de largo por 3 metros de ancho, utilizando postes de madera de 1,8 metros de altura y recubierta con plástico transparente. Posteriormente, se realizaron las separaciones correspondientes para los tratamientos y sus repeticiones.

Para la preparación de la base de la cámara térmica, se aplicó una capa de materia orgánica de 20 cm de espesor. A continuación, se distribuyó roca fosfórica a una dosis de 200 g en toda la superficie de la cama. Finalmente, se cubrió uniformemente con

una capa de aserrín de 25 cm de espesor para asegurar las condiciones óptimas para el desarrollo.

3.8.3.2. Selección de hijuelos de platano

Se seleccionaron cormos de plantas maduras con alta productividad del subgrupo AAB (Cultivar Hartón), previamente identificadas y con buen estado fitosanitario. Los cormos fueron extraídos cuidadosamente y cortados con machete a la altura del cuello. Se seleccionaron cormos con un peso promedio de 1 a 2 kg para cada tratamiento, asegurando su uniformidad y calidad.

3.8.3.3. Desinfección de los hijuelos

Luego de la limpieza de los hijuelos, se eliminaron todas las hojas para exponer las yemas ubicadas en la base de cada hoja. Los hijuelos se sumergieron en una solución de agua clorada preparada con 30 ml de cloro por cada 100 litros de agua para garantizar una desinfección adecuada y eliminar posibles patógenos.

3.8.3.4. Preparaciín y aplicación de los tratamientos

Después de la desinfección, los cormos de la variedad Hartón fueron sumergidos en una bandeja con 100 litros de agua, según las dosis de enraizante correspondientes (50 ml, 100 ml, 150 ml y 200 ml). Los cormos permanecieron sumergidos durante 30 minutos y, posteriormente, fueron trasladados a las camas de cultivo dentro de la cámara térmica.

3.8.3.5. Siembra de cormos

Los cormos, tras ser desinfectados y tratados con el enraizante, fueron dispuestos sobre la capa de aserrín en la cámara térmica, respetando una distancia de 20 cm x 40 cm entre ellos. Cada repetición incluyó 10 cormos, asegurando una distribución uniforme para facilitar el desarrollo del estudio. Los cormos instalados se cubrieron con una capa de aserrín de 3 a 4 cm de espesor para evitar su deshidratación debido a las altas temperaturas dentro de la cámara térmica. Se garantizó un ambiente controlado que favoreciera el enraizamiento y el desarrollo adecuado de los hijuelos.

3.8.3.6. Riego

Se realizó el riego inicial 15 días después de la instalación de los cormos. La capa de aserrín se mantuvo húmeda mediante riegos interdiarios, aplicados por las mañanas y las tardes, para promover un brote homogéneo de los hijuelos y evitar su deshidratación.

3.8.3.7. Manejo de temperatura

La temperatura dentro de la cámara térmica se controló para mantenerse alrededor de 30 °C. En caso de que la temperatura excediera este valor, se abrió la puerta principal para facilitar la ventilación y la circulación del aire. Después del brote de los hijuelos, se intensificó el control para asegurar que la temperatura no superara los 45 °C..

3.8.3.8. Monitoreo del crecimiento

Se llevó a cabo un monitoreo constante del crecimiento de los hijuelos, registrando su desarrollo y verificando el éxito del enraizamiento en cada tratamiento. Se tomaron datos sobre la altura, número de hojas y vigor de los brotes para un análisis posterior.

3.8.3.9. Cosecha de hijuelos

La cosecha de los hijuelos se realizó una vez que alcanzaron un tamaño superior a 20 cm y un peso adecuado para asegurar su buen desarrollo en el campo definitivo. Se seleccionaron únicamente los hijuelos que mostraban características óptimas de vigor y sanidad.

3.8.4. Variables evaluadas

3.8.4.1. Número de hijuelos

Se contó el número de hijuelos que alcanzaron la altura ideal a partir de 20 centímetros en cada unidad experimental, realizando dos cosechas a los 45 días y la última cosecha 60 días después de la siembra en la cámara térmica.

3.8.4.2. Altura de hijuelos

Se midió la altura de los hijuelos en cada unidad experimental, desde el punto de nacimiento hasta la parte superior de la planta, utilizando una regla graduada. Las mediciones se realizaron al momento de la cosecha, a los 45 días y a los 60 días después de la siembra.

3.8.4.3. Diámetro de hijuelos

Se midió el diámetro de cada hijuelo en la base, con el uso de un vernier, en cada unidad experimental. Las mediciones se realizaron al momento de la cosecha, a los 45 días y a los 60 días después de la siembra.

3.8.4.4. Número de chupones

Se evaluó el número de cormos a partir del séptimo día y se registró el total de cormos en cada unidad experimental. Las mediciones se realizaron al momento de la cosecha, a los 45 días y a los 60 días después de la siembra.

3.8.4.5. Peso de hijuelos

Se pesó los hijuelos a partir al momento de la cosecha, utilizando una balanza analítica para obtener una medición precisa. Esta medición se realizó a los 45 días y a los 60 días después de la siembra.

3.8.4.6. Longitud de raíz

Se evaluó la longitud de la raíz en cada cosecha, midiendo desde la altura de inserción del tallo hasta la parte final de la raíz. Las mediciones se realizaron al momento de la cosecha, a los 45 días y a los 60 días después de la siembra.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

En este estudio, se determinó el efecto de cuatro dosis de un bioestimulante radicular en la producción de hijuelos de plátano variedad Harton en condiciones de cámara térmica, en el distrito de Aguaytía, Padre Abad. Para ello, se establecieron cinco tratamientos que consistieron en diferentes concentraciones del bioestimulante Rizo Plus: el tratamiento testigo (T1) sin aplicación de Rizo Plus, las dosis 1 (T2) con 50 ml de Rizo Plus disuelto en 100 litros de agua, dosis 2 (T3) con 100 ml en 100 litros de agua, dosis 3 (T4) con 150 ml en 100 litros de agua y dosis 4 (T5) con 200 ml en 100 litros de agua. A continuación, se detallan los resultados obtenidos respecto al enraizamiento, crecimiento de la parte radicular y crecimiento de la parte vegetativa.

4.1. Número de hijuelos

El número de hijuelos bajo diferentes dosis de bioestimulante a los 45 y 60 días, utilizando análisis de varianza y prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$). A los 45 días, un CV de 5.56% y un R^2 de 0.830 reflejaron una respuesta inicial uniforme y consistente entre los tratamientos (Tabla 12A). A los 60 días, el CV aumentó a 8.56%, mientras que el R^2 mejoró a 0.861, evidenciando mayor variabilidad en los datos, pero un efecto más claro de las dosis aplicadas (Tabla 13A). Los resultados indicaron que, a medida que avanza el tiempo, se observa un incremento en la influencia de los tratamientos sobre el desarrollo de los hijuelos, mostrando diferencias más marcadas entre las dosis aplicadas.

Tabla 6

Prueba de significancia de Tukey (α=0.05) para número de hijuelos

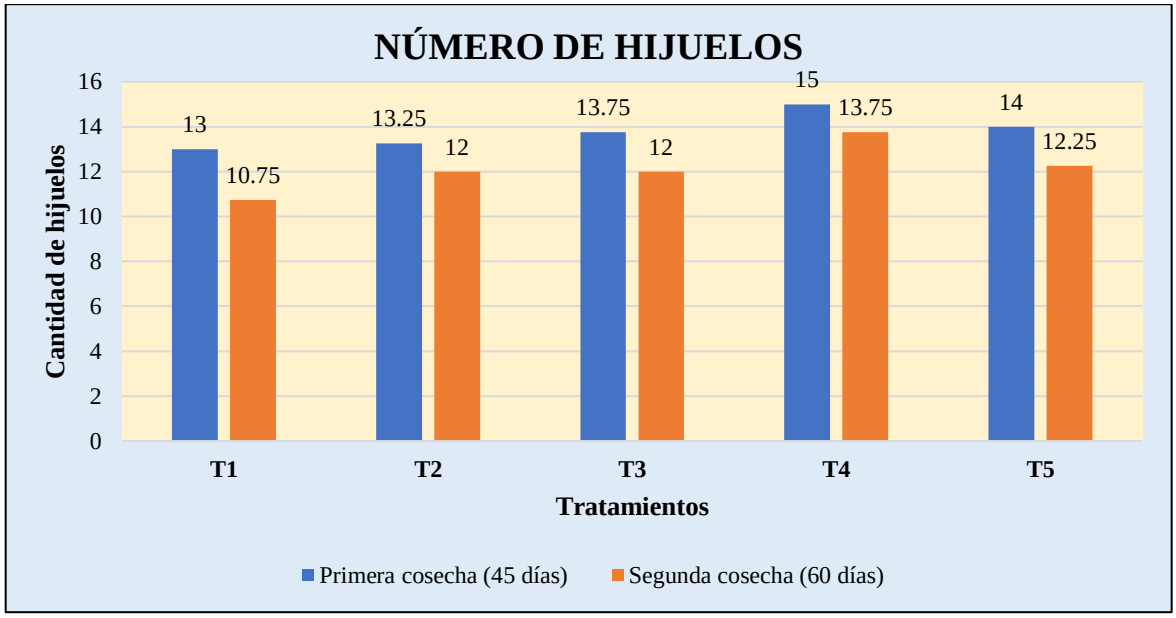
Tratamiento	Descripción	Primera cosecha (45 días)		Segunda cosecha (60 días)	
		Promedio	Sig.	Promedio	Sig.
T1	Testigo (sin dosis de bioestimulante)	13.00	d	10.75	c
T2	50 ml en 100 l de agua	13.25	cd	12.00	b
T3	100 ml en 100 l de agua	13.75	bc	12.00	b
T4	150 ml en 100 l de agua	15.00	a	13.75	a
T5	200 ml en 100 l de agua	14.00	b	12.25	b

Nota. Medidas con las mismas letras indican diferencias no significativas.

Según la Tabla 6, el número de hijuelos se evaluó mediante la prueba de Tukey (α=0.05) en dos cosechas, a los 45 y 60 días. En la primera cosecha, el tratamiento T4 (150 ml en 100 l de agua) destacó con el mayor promedio de hijuelos (15.00), mostrando diferencias significativas con el resto de los tratamientos. En contraste, el tratamiento T1 (testigo) registró el menor promedio (13.00). Para la segunda cosecha, T4 mantuvo su superioridad con un promedio de 13.75 hijuelos, seguido por T5, T2 y T3, sin diferencias significativas entre ellos, mientras que T1 permaneció con el promedio más bajo (10.75). Estos resultados evidencian que una dosis de 150 ml de Rizo Plus favorece una mayor producción de hijuelos en comparación con dosis menores o la ausencia del bioestimulante.

Figura 3

Número promedio de hijuelos de plátano



Nota. T1= Testigo (sin dosis de bioestimulante), T2= 50 ml en 100 l de agua, T3= 100 ml en 100 l de agua, T4= 150 ml en 100 l de agua, T5= 200 ml en 100 l de agua.

La figura 3, presenta los promedios del número de hijuelos obtenidos en dos cosechas (a los 45 y 60 días) bajo la aplicación de diferentes dosis de bioestimulante, evidenciando variaciones significativas entre los tratamientos evaluados. En la primera cosecha, el tratamiento T4 (150 ml en 100 l de agua) alcanzó el mayor promedio, con 15.00 hijuelos, siendo significativamente superior al resto de los tratamientos. Por su parte, el tratamiento T1 (testigo, sin Rizo Plus) registró el menor promedio, con 13.00 hijuelos, mostrando la menor respuesta al manejo aplicado. En la segunda cosecha, T4 mantuvo su superioridad con un promedio de 13.75 hijuelos, superando de manera significativa al resto de los tratamientos. En contraste, el tratamiento T1 continuó con el menor promedio, con 10.75 hijuelos. Los tratamientos T2, T3 y T5, con dosis de 50, 100 y 200 ml en 100 l de agua, respectivamente, presentaron promedios intermedios en ambas cosechas, sin diferencias

significativas entre sí en la segunda evaluación, con valores que oscilaron entre 12.00 y 12.25 hijuelos. Estos resultados confirman que la dosis de 150 ml de Rizo Plus genera el mayor impacto en la producción de hijuelos, resaltando la importancia de ajustar las dosis para optimizar los rendimientos en las diferentes etapas del cultivo. Además, la comparación entre ambas cosechas refleja una disminución general en el número de hijuelos conforme avanza el tiempo, lo que podría estar relacionado con el agotamiento de recursos o la dinámica del crecimiento vegetal.

4.2. Altura de los hijuelos (cm)

La altura de las plantas fue evaluada bajo diferentes dosis de bioestimulante a los 45 y 60 días, utilizando análisis de varianza y la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$). A los 45 días, un coeficiente de variación (CV) de 4.69% y un R^2 de 0.905 reflejaron una respuesta uniforme y una alta capacidad del modelo para explicar la variabilidad observada entre los tratamientos (Tabla 14A). A los 60 días, el CV aumentó ligeramente a 5.03%, mientras que el R^2 mejoró significativamente a 0.944, indicando una mayor precisión del modelo para describir los datos y un efecto más evidente de las dosis de bioestimulante en el crecimiento en altura de las plantas (Tabla 15A). Estos resultados sugieren que, a medida que avanza el tiempo, las diferencias entre los tratamientos son más claras, resaltando la influencia del bioestimulante en la promoción del desarrollo vertical de las plantas.

Tabla 7

Prueba de significancia para altura de hijuelos mediante Tukey (α=0.05)

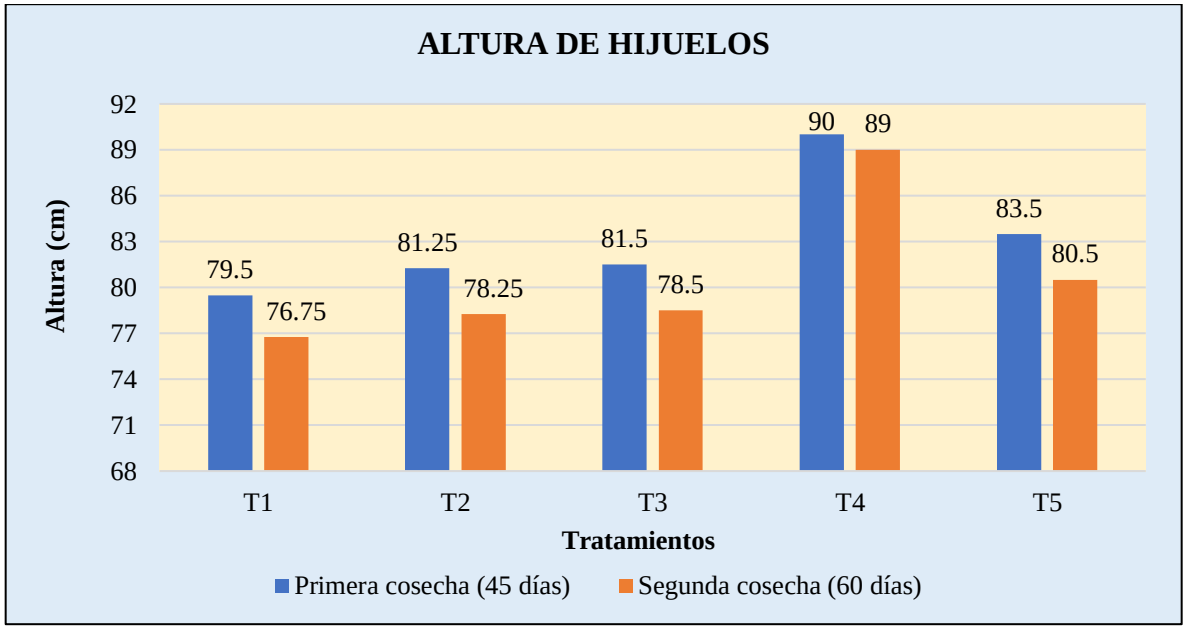
Tratamiento	Descripción	Primera cosecha (45 días)		Segunda cosecha (60 días)	
		Promedio	Sig.	Promedio	Sig.
T1	Testigo (sin dosis de bioestimulante)	79.50	c	76.75	c
T2	50 ml en 100 l de agua	81.25	bc	78.25	bc
T3	100 ml en 100 l de agua	81.50	bc	78.50	bc
T4	150 ml en 100 l de agua	90.00	a	89.00	a
T5	200 ml en 100 l de agua	83.50	b	80.50	b

Nota. Medidas con las mismas letras indican diferencias no significativas.

En la tabla 7, la altura de las plantas se evaluó mediante la prueba de Tukey (α=0.05) en dos cosechas, a los 45 y 60 días. En la primera cosecha, el tratamiento T4 (150 ml en 100 l de agua) mostró el mayor promedio de altura (90.00 cm), siendo significativamente superior a los demás tratamientos. Por otro lado, el tratamiento T1 (testigo, sin Rizo Plus) registró el menor promedio (79.50 cm), reflejando la ausencia de un efecto positivo. En la segunda cosecha, T4 mantuvo el promedio más alto (89.00 cm), seguido por T5 con 80.50 cm, mientras que T1 presentó nuevamente el menor promedio (76.75 cm).

Figura 4

Altura de hijuelos de plátano (cm).



Nota. T1= Testigo (sin dosis de bioestimulante), T2= 50 ml en 100 l de agua, T3= 100 ml en 100 l de agua, T4= 150 ml en 100 l de agua, T5= 200 ml en 100 l de agua.

La figura 4 presenta los promedios de la altura de las plantas obtenidos en dos cosechas (a los 45 y 60 días) bajo la aplicación de diferentes dosis de bioestimulante, evidenciando variaciones significativas entre los tratamientos evaluados. En la primera cosecha, el tratamiento T4 (150 ml en 100 l de agua) destacó con el mayor promedio de altura, alcanzando 90.00 cm, siendo significativamente superior al resto de los tratamientos. Por el contrario, el tratamiento T1 (testigo, sin Rizo Plus) mostró el menor promedio, con 79.50 cm, reflejando una respuesta limitada al manejo aplicado. En la segunda cosecha, T4 mantuvo su superioridad con un promedio de 89.00 cm, seguido por T5 con 80.50 cm, mientras que T1 presentó nuevamente el menor promedio, con 76.75 cm. Los tratamientos T2, T3 y T5, con dosis de 50, 100 y 200 ml en 100 l de agua, mostraron promedios

intermedios en ambas evaluaciones, con diferencias significativas respecto a T4, pero sin separaciones marcadas entre sí. Estos resultados subrayan que la dosis de 150 ml de Rizo Plus promueve un mayor crecimiento en altura de las plantas, optimizando su desarrollo frente a dosis menores o la ausencia del bioestimulante.

4.3. Diámetro de hijuelos (cm)

El diámetro de los hijuelos fue evaluado bajo diferentes dosis de bioestimulante a los 45 y 60 días, utilizando análisis de varianza y la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$). A los 45 días, un coeficiente de variación (CV) de 4.69% y un R^2 de 0.905 indicaron una respuesta uniforme y una alta capacidad del modelo para explicar la variabilidad observada entre los tratamientos (Tabla 16A). A los 60 días, el CV aumentó a 7.41%, reflejando una mayor dispersión en los datos, mientras que el R^2 mejoró a 0.926, destacando una consistencia en los resultados y un efecto más pronunciado de las dosis de bioestimulante en el crecimiento del diámetro de los hijuelos (Tabla 17A).

Tabla 8

Prueba de significancia para diámetro de hijuelos mediante de Tukey (α=0.05

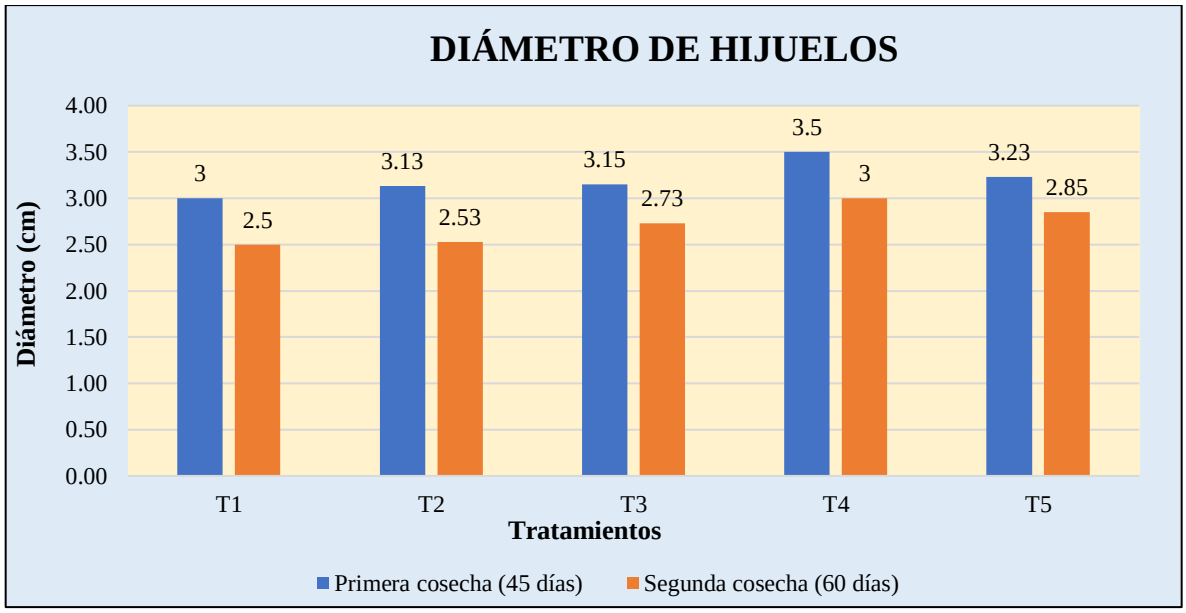
Tratamiento	Descripción	Primera cosecha (45 días)		Segunda cosecha (60 días)	
		Promedio	Sig.	Promedio	Sig.
T1	Testigo (sin dosis de bioestimulante)	3.00	c	2.50	d
T2	50 ml en 100 l de agua	3.13	b	2.53	d
T3	100 ml en 100 l de agua	3.15	b	2.73	c
T4	150 ml en 100 l de agua	3.50	a	3.0	a
T5	200 ml en 100 l de agua	3.23	b	2.85	b

Nota. Medidas con las mismas letras indican diferencias no significativas.

En la tabla 8, el diámetro de los hijuelos se evaluó mediante la prueba de Tukey (α=0.05) en dos cosechas, a los 45 y 60 días. En la primera cosecha, el tratamiento T4 (150 ml en 100 l de agua) mostró el mayor promedio de diámetro (3.50 cm), siendo significativamente superior a los demás tratamientos. Por otro lado, el tratamiento T1 (testigo, sin Rizo Plus) registró el menor promedio (3.00 cm), reflejando la ausencia de un efecto positivo. En la segunda cosecha, T4 mantuvo el promedio más alto (3.00 cm), seguido por T5 con 2.85 cm, mientras que los tratamientos T1 y T2 presentaron los valores más bajos, con 2.50 cm y 2.53 cm, respectivamente. Estos resultados resaltan que el tratamiento con 150 ml de Rizo Plus optimiza el diámetro de los hijuelos en ambas evaluaciones, evidenciando su impacto en el desarrollo estructural de las plantas.

Figura 5

Diámetro de hijuelos de plátano (cm) a los 45 y 60 días



Nota. T1= Testigo (sin dosis de bioestimulante), T2= 50 ml en 100 l de agua, T3= 100 ml en 100 l de agua, T4= 150 ml en 100 l de agua, T5= 200 ml en 100 l de agua.

En la figura 5, presenta los promedios del diámetro de los hijuelos obtenidos en dos cosechas (a los 45 y 60 días) bajo la aplicación de diferentes dosis de bioestimulante, mostrando variaciones significativas entre los tratamientos evaluados. En la primera cosecha, el tratamiento T4 (150 ml en 100 l de agua) registró el mayor promedio, con un diámetro de 3.50 cm, siendo significativamente superior al resto de los tratamientos. Por el contrario, el tratamiento T1 (testigo, sin Rizo Plus) obtuvo el menor promedio, con 3.00 cm, reflejando la respuesta más baja al manejo aplicado. En la segunda cosecha, T4 mantuvo su superioridad con un promedio de 3.00 cm, seguido por T5 (2.85 cm), mientras que T1 y T2 presentaron los menores valores, con 2.50 cm y 2.53 cm, respectivamente. Los tratamientos T2, T3 y T5, con dosis de 50, 100 y 200 ml en 100 l de agua, mostraron resultados intermedios, sin diferencias significativas entre sí en la primera cosecha, pero con cierta separación en la segunda. Estos resultados destacan que la dosis de 150 ml de Rizo Plus favorece un mayor desarrollo en el diámetro de los hijuelos, superando a dosis menores o la ausencia del bioestimulante, y subrayan la importancia de un manejo adecuado para optimizar el crecimiento estructural de las plantas.

4.4. Número de chupones

El número de chupones fue evaluado bajo diferentes dosis de bioestimulante a los 45 y 60 días, utilizando análisis de varianza y la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$). A los 45 días, un coeficiente de variación (CV) de 9.58% y un R^2 de 0.807 indicaron una respuesta moderadamente consistente y una capacidad aceptable del modelo para explicar la variabilidad observada entre los tratamientos (Tabla 18A). A los 60 días, el CV disminuyó a 9.16%, reflejando una menor dispersión en los datos, mientras que el R^2 mejoró a 0.827, mostrando una mayor precisión del modelo para describir las diferencias entre tratamientos

(Tabla 19A). Estos resultados evidencian que, a medida que avanza el tiempo, las dosis de bioestimulante generan un impacto más definido en la producción de chupones, resaltando su importancia en el manejo del cultivo para optimizar este parámetro.

Tabla 9

Prueba de significancia para número de chupones mediante Tukey (α=0.05)

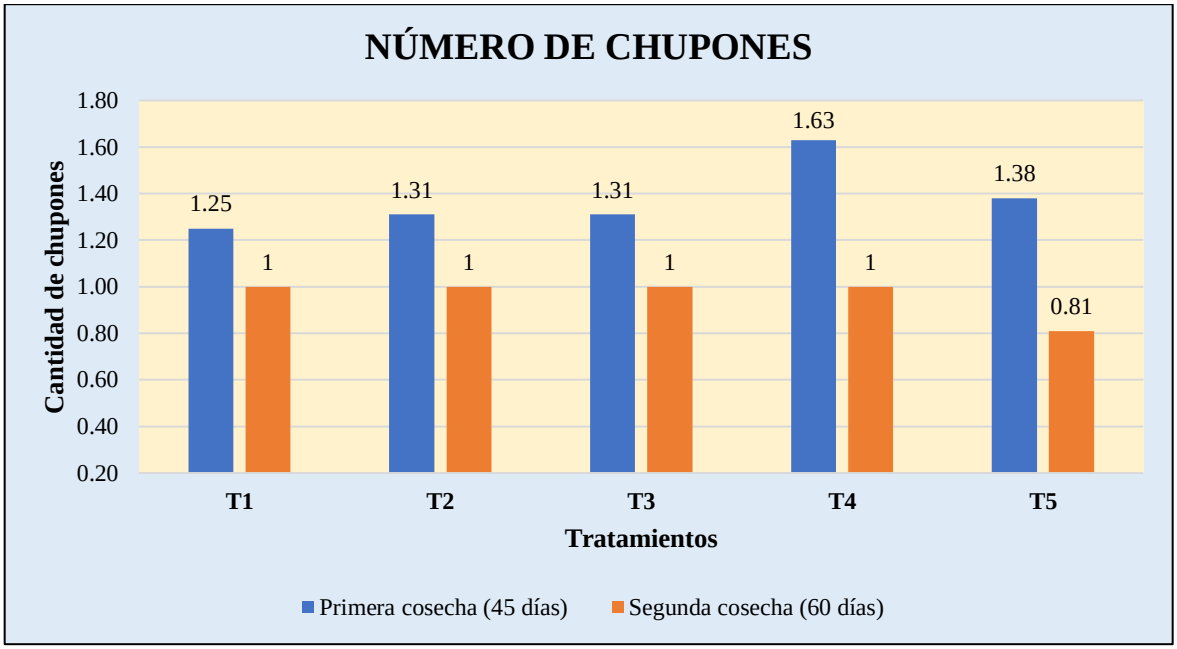
Tratamiento	Descripción	Primera cosecha (45 días)		Segunda cosecha (60 días)	
		Promedio	Sig.	Promedio	Sig.
T1	Testigo (sin dosis de bioestimulante)	1.25	b	1.00	a
T2	50 ml en 100 l de agua	1.31	b	1.00	a
T3	100 ml en 100 l de agua	1.31	b	1.00	a
T4	150 ml en 100 l de agua	1.63	a	1.00	a
T5	200 ml en 100 l de agua	1.38	ab	0.81	b

Nota. Medidas con las mismas letras indican diferencias no significativas.

En la tabla 9, el número de chupones se evaluó mediante la prueba de Tukey (α=0.05) en dos cosechas, a los 45 y 60 días. En la primera cosecha, el tratamiento T4 (150 ml en 100 l de agua) mostró el mayor promedio de chupones (1.63), siendo significativamente superior a los demás tratamientos. Por otro lado, el tratamiento T1 (testigo, sin Rizo Plus) registró el menor promedio (1.25), reflejando la ausencia de un efecto positivo. En la segunda cosecha, los tratamientos T1, T2, T3 y T4 no mostraron diferencias significativas, con un promedio uniforme de 1.00 chupones, mientras que el tratamiento T5 presentó el menor promedio (0.81). Estos resultados evidencian que la dosis de 150 ml de Rizo Plus favorece un mayor desarrollo en el número de chupones durante la primera evaluación, aunque en la segunda cosecha los promedios se estabilizan, mostrando menor variabilidad entre los tratamientos.

Figura 6

Promedio de número de chupones a los 45 y 60 días.



Nota. T1= Testigo (sin dosis de bioestimulante), T2= 50 ml en 100 l de agua, T3= 100 ml en 100 l de agua, T4= 150 ml en 100 l de agua, T5= 200 ml en 100 l de agua.

La figura 6, presenta los promedios del número de chupones obtenidos en dos cosechas (a los 45 y 60 días) bajo la aplicación de diferentes dosis de bioestimulante, mostrando variaciones significativas entre los tratamientos evaluados. En la primera cosecha, el tratamiento T4 (150 ml en 100 l de agua) destacó con el mayor promedio, alcanzando 1.63 chupones, siendo significativamente superior al resto de los tratamientos. Por el contrario, el tratamiento T1 (testigo, sin Rizo Plus) registró el menor promedio, con 1.25 chupones, reflejando una respuesta limitada al manejo aplicado. En la segunda cosecha, los tratamientos T1 (testigo, sin Rizo Plus), T2 (50 ml en 100 l de agua), T3 (100 ml en 100 l de agua) y T4 (150 ml en 100 l de agua) mostraron un promedio uniforme de 1.00 chupones, sin diferencias significativas entre ellos, mientras que el tratamiento T5 (200 ml en 100 l de agua) presentó

el menor promedio, con 0.81 chupones. Estos resultados destacan que la dosis de 150 ml de Rizo Plus favorece una mayor producción de chupones en la primera cosecha, aunque en la segunda, los promedios tienden a estabilizarse, evidenciando menor variabilidad entre los tratamientos.

4.5. Peso de hijuelos

El peso de los hijuelos fue evaluado bajo diferentes dosis de bioestimulante a los 45 y 60 días, utilizando análisis de varianza y la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$). A los 45 días, un coeficiente de variación (CV) de 6.97% y un R^2 de 0.989 indicaron una respuesta altamente consistente y una excelente capacidad del modelo para explicar la variabilidad observada entre los tratamientos (Tabla 20A). A los 60 días, el CV disminuyó a 6.45%, reflejando una menor dispersión en los datos, mientras que el R^2 se mantuvo elevado en 0.961, destacando una alta precisión del modelo para describir las diferencias entre tratamientos (Tabla 21A). Estos resultados evidencian que las dosis de bioestimulante influyen de manera significativa y consistente en el peso de los hijuelos, resaltando su importancia en el manejo del cultivo para optimizar este parámetro clave en el desarrollo de las plantas.

Tabla 10

Prueba de significancia para peso de hijuelos mediante Tukey (α=0.05)

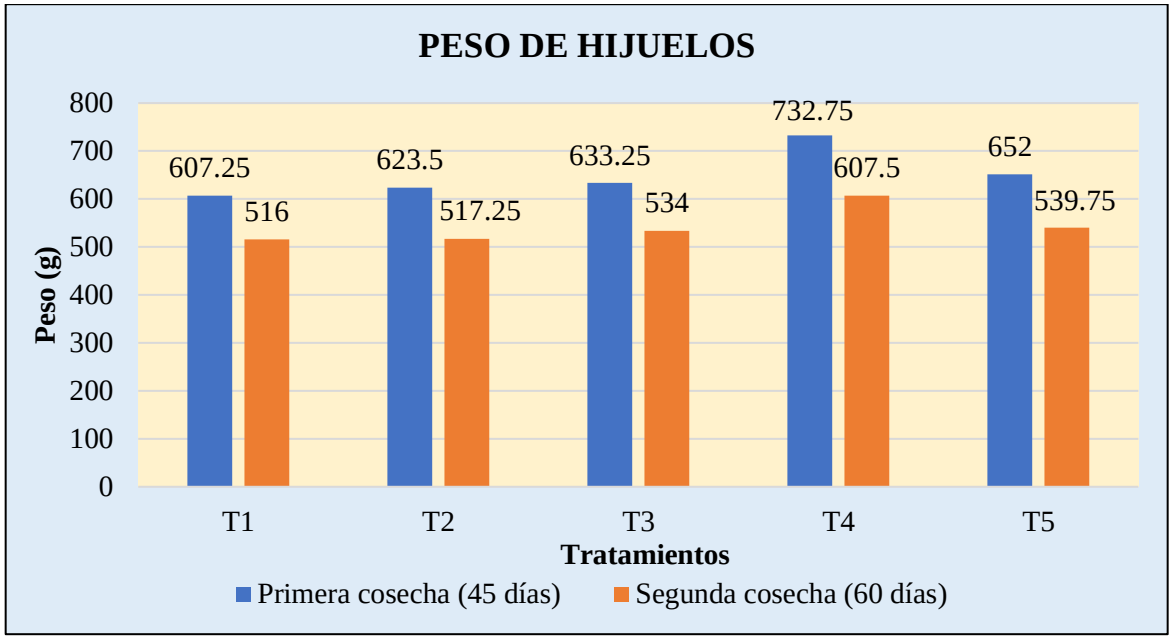
Tratamiento	Descripción	Primera cosecha (45 días)		Segunda cosecha (60 días)	
		Promedio	Sig.	Promedio	Sig.
T1	Testigo (sin dosis de bioestimulante)	607.25	d	516.00	c
T2	50 ml en 100 l de agua	623.50	c	517.25	c
T3	100 ml en 100 l de agua	633.25	c	534.00	b
T4	150 ml en 100 l de agua	732.75	a	607.50	a
T5	200 ml en 100 l de agua	652.00	b	539.75	b

Nota. Medidas con las mismas letras indican diferencias no significativas.

En la tabla 10, el peso de los hijuelos se evaluó mediante la prueba de Tukey (α=0.05) en dos cosechas, a los 45 y 60 días. En la primera cosecha, el tratamiento T4 (150 ml en 100 l de agua) mostró el mayor promedio de peso (732.75 g), siendo significativamente superior a los demás tratamientos. Por otro lado, el tratamiento T1 (testigo, sin Rizo Plus) registró el menor promedio (607.25 g), reflejando la ausencia de un efecto positivo. En la segunda cosecha, T4 mantuvo su superioridad con un promedio de 607.50 g, seguido por T5 (539.75 g) y T3 (534.00 g), mientras que T1 y T2 mostraron los promedios más bajos, con 516.00 g y 517.25 g, respectivamente. Estos resultados destacan que la dosis de 150 ml de Rizo Plus favorece un mayor desarrollo en el peso de los hijuelos, tanto en la primera como en la segunda evaluación, evidenciando su impacto positivo en este parámetro clave del cultivo.

Figura 7

Promedio de peso de los hijuelos a los 45 y 60 días.



Nota. T1= Testigo (sin dosis de bioestimulante), T2= 50 ml en 100 l de agua, T3= 100 ml en 100 l de agua, T4= 150 ml en 100 l de agua, T5= 200 ml en 100 l de agua.

La figura 7, presenta los promedios del peso de los hijuelos obtenidos en dos cosechas (a los 45 y 60 días) bajo la aplicación de diferentes dosis de bioestimulante, mostrando variaciones significativas entre los tratamientos evaluados. En la primera cosecha, el tratamiento T4 (150 ml en 100 l de agua) destacó con el mayor promedio, alcanzando 732.75 g, siendo significativamente superior al resto de los tratamientos. Por el contrario, el tratamiento T1 (testigo, sin Rizo Plus) registró el menor promedio, con 607.25 g, reflejando una respuesta limitada al manejo aplicado. En la segunda cosecha, T4 mantuvo su superioridad con un promedio de 607.50 g, seguido por T5 (200 ml en 100 l de agua) con 539.75 g y T3 (100 ml en 100 l de agua) con 534.00 g, mientras que los tratamientos T1 (testigo, sin Rizo Plus) y T2 (50 ml en 100 l de agua) presentaron los promedios más bajos,

con 516.00 g y 517.25 g, respectivamente. Estos resultados subrayan que la dosis de 150 ml de Rizo Plus favorece un mayor peso de los hijuelos en ambas cosechas, destacándose como el tratamiento más efectivo para optimizar este parámetro en el cultivo.

4.6. Longitud de raíz (cm)

La longitud de las raíces fue evaluada bajo diferentes dosis de bioestimulantea los 45 y 60 días, utilizando análisis de varianza y la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$). A los 45 días, un coeficiente de variación (CV) de 5.82% y un R^2 de 0.937 reflejaron una respuesta altamente consistente y una excelente capacidad del modelo para explicar la variabilidad observada entre los tratamientos (Tabla 22A). A los 60 días, el CV disminuyó a 5.14%, mostrando una menor dispersión en los datos, mientras que el R^2 bajó a 0.843, indicando una capacidad moderada del modelo para describir las diferencias entre los tratamientos (Tabla 23A).

Tabla 11

Prueba de significancia para longitud de raíces mediante Tukey (α=0.05)

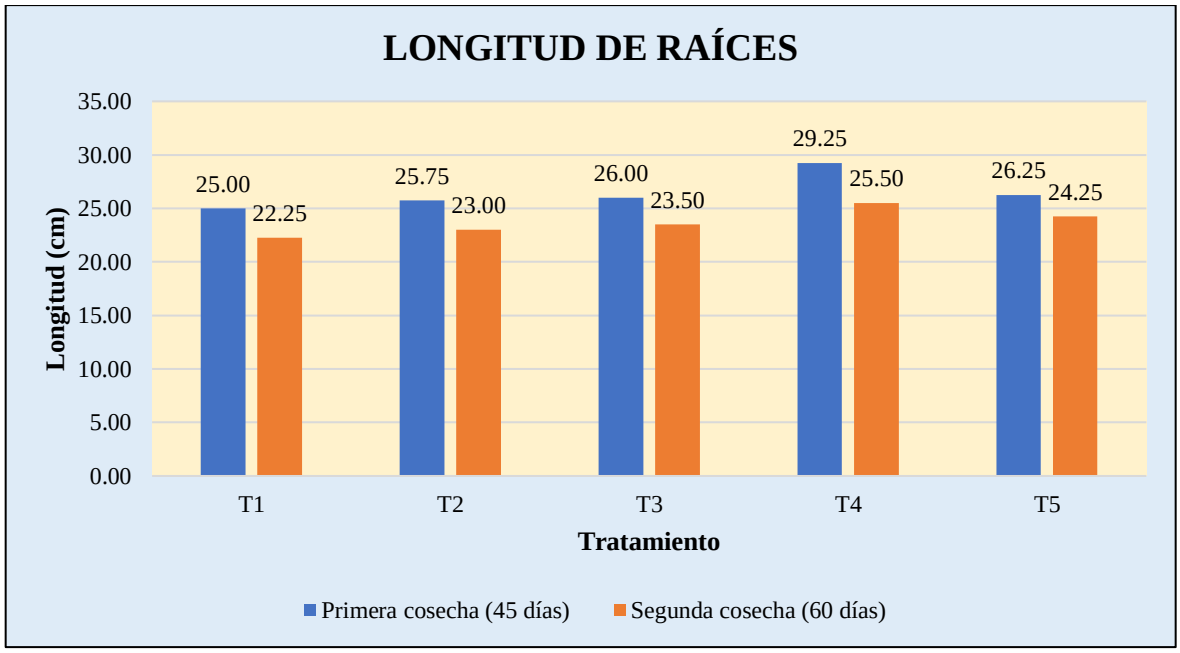
Tratamiento	Descripción	Primera cosecha (45 días)		Segunda cosecha (60 días)	
		Promedio	Sig.	Promedio	Sig.
T1	Testigo (sin dosis de bioestimulante)	25.00	c	22.25	d
T2	50 ml en 100 l de agua	25.75	bc	23.00	cd
T3	100 ml en 100 l de agua	26.00	b	23.50	bc
T4	150 ml en 100 l de agua	29.25	a	25.50	a
T5	200 ml en 100 l de agua	26.25	b	24.25	b

Nota. Medidas con las mismas letras indican diferencias no significativas.

En la tabla 11, la longitud de las raíces se evaluó mediante la prueba de Tukey (α=0.05) en dos cosechas, a los 45 y 60 días. En la primera cosecha, el tratamiento T4 (150 ml en 100 l de agua) mostró el mayor promedio de longitud (29.25 cm), siendo significativamente superior a los demás tratamientos. Por otro lado, el tratamiento T1 (testigo, sin Rizo Plus) registró el menor promedio (25.00 cm), reflejando la ausencia de un efecto positivo. En la segunda cosecha, T4 mantuvo su superioridad con un promedio de 25.50 cm, seguido por T5 (24.25 cm) y T3 (23.50 cm), mientras que T1 y T2 mostraron los promedios más bajos, con 22.25 cm y 23.00 cm, respectivamente. Estos resultados destacan que la dosis de 150 ml de Rizo Plus favorece un mayor desarrollo en la longitud de las raíces, tanto en la primera como en la segunda evaluación..

Figura 8

Promedio de peso de longitud de raíces a los 45 y 60 días.



Nota. T1= Testigo (sin dosis de bioestimulante), T2= 50 ml en 100 l de agua, T3= 100 ml en 100 l de agua, T4= 150 ml en 100 l de agua, T5= 200 ml en 100 l de agua.

La figura 8, presenta los promedios de la longitud de las raíces obtenidos en dos cosechas (a los 45 y 60 días) bajo la aplicación de diferentes dosis de bioestimulante, mostrando variaciones significativas entre los tratamientos evaluados. En la primera cosecha, el tratamiento T4 (150 ml en 100 l de agua) destacó con el mayor promedio, alcanzando 29.25 cm, siendo significativamente superior al resto de los tratamientos. Por el contrario, el tratamiento T1 (testigo, sin Rizo Plus) registró el menor promedio, con 25.00 cm, reflejando una respuesta limitada al manejo aplicado. En la segunda cosecha, T4 mantuvo su superioridad con un promedio de 25.50 cm, seguido por T5 (200 ml en 100 l de agua) con 24.25 cm y T3 (100 ml en 100 l de agua) con 23.50 cm, mientras que los tratamientos T1 (testigo, sin Rizo Plus) y T2 (50 ml en 100 l de agua) presentaron los promedios más bajos, con 22.25 cm y 23.00 cm, respectivamente. Estos resultados subrayan que la dosis de 150 ml de Rizo Plus contribuyó eficazmente al alargamiento de las raíces en ambas recolecciones, destacándose como el tratamiento más efectivo para optimizar este parámetro fundamental en el cultivo.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Número de hijuelos

El tratamiento T4 (150 ml en 100 l de agua) presentó el mayor número de hijuelos en ambas cosechas, con 15 y 13.75 hijuelos a los 45 y 60 días, respectivamente, destacándose como la dosis óptima de Rizo Plus. La superioridad del T4 (150 ml en 100 l de agua) se debe a un equilibrio óptimo entre la estimulación de brotación y la tolerancia fisiológica, logrando el mayor número de hijuelos sin efectos adversos. En contraste, T1 (testigo) mostró menor eficiencia por la ausencia de bioestimulantes, y T5 (200 ml en 100 l) podría presentar una ligera inhibición por sobredosificación. La respuesta dosis dependiente confirma que T4 es la dosis más efectiva para promover la división. Estos resultados son consistentes con otros estudios que han utilizado técnicas y bioestimulantes similares. Por ejemplo, Cubas (2019) evaluó la propagación de hijuelos mediante cormos en camas térmicas y reportó un promedio superior de 16.66 brotes, lo que podría atribuirse a diferencias en las condiciones de manejo o la variabilidad genética del material vegetal utilizado. Asimismo, Daza (2023) obtuvo 48.67 brotes en plátano variedad “Moquicho” utilizando cormos sin dominancia apical con sustratos enriquecidos con aserrín y roca fosfórica, mostrando un rendimiento significativamente mayor debido al manejo específico del cormo y la calidad del sustrato.

En contraste, los resultados de esta investigación superan los reportados por Chate (2021), quien evaluó seis tratamientos con diferentes dosis de Rizoplus® y variedades de plátano, obteniendo solo 2.81 brotes al usar 250 ml/100 l de agua en la variedad inguiri. De manera similar, Salvador (2020) registró 8.2 brotes por cormo de la variedad Hartón con la

aplicación de enraizante Root-Hor® (150 ml/100 l de agua) en cámara térmica. Estas diferencias pueden deberse al tipo de bioestimulante, el método de aplicación y las condiciones agroclimáticas específicas.

5.2. Altura de hijuelos (cm)

El tratamiento T4 (150 ml en 100 l de agua) presentó la mayor altura de hijuelos en ambas cosechas, con promedios de 90 cm y 89 cm a los 45 y 60 días, respectivamente, destacándose como la dosis más efectiva. En contraste, T1 (testigo) mostró las menores alturas, reflejando la falta de bioestimulación, y T5 (200 ml en 100 l de agua) alcanzó valores inferiores al T4, posiblemente por sobredosificación. Estos resultados confirman que T4 optimiza el crecimiento en altura de los hijuelos. Estos resultados son consistentes con otros estudios que han utilizado técnicas y bioestimulantes similares. Por ejemplo, Salvador (2020) registró 118.2 cm de altura de hijuelos por cormo de la variedad Hartón con la aplicación de enraizante Root-Hor® (150 ml/100 l de agua) en cámara térmica. Estas diferencias pueden deberse al tipo de bioestimulante, el método de aplicación y las condiciones agroclimáticas específicas.

En comparación, Flores y Soledispa (2020) reportaron un promedio significativamente inferior de 6.67 cm al emplear 20 ml de Bayfolan, mientras que Santana (2022) obtuvo 29.63 cm al evaluar la propagación de hijuelos mediante cormos en camas térmicas. Por otro lado, Chate (2021), al utilizar 250 ml/100 l de agua en la variedad inguiri, logró 55,21 cm, un valor menor que el registrado en este estudio. Daza (2023) alcanzó 32,62 cm de altura con cormos sin dominancia apical combinados con aserrín y roca fosfórica, mientras que Gastañadui (2022) obtuvo 22,39 cm al aplicar 100 g de nitrato de amonio en

cormos de plátano var. Hartón. Estos resultados confirman que el tratamiento T4 proporciona una ventaja significativa al promover una mayor altura en los hijuelos, superando ampliamente las condiciones evaluadas en otros estudios y reafirmando su efectividad como estrategia para optimizar el desarrollo estructural del plátano.

5.3. Diámetro de hijuelos (cm)

El tratamiento T4 (150 ml en 100 l de agua) mostró el mayor diámetro de hijuelos en ambas cosechas, con promedios de 3.5 cm y 3.0 cm a los 45 y 60 días, respectivamente, destacándose como la dosis más efectiva para optimizar este parámetro. En contraste, T1 (testigo) presentó los menores valores, reflejando la ausencia de bioestimulación, mientras que T5 (200 ml en 100 l de agua) obtuvo resultados intermedios, posiblemente debido a una sobredosificación que pudo limitar el desarrollo. Aunque estos resultados son destacables dentro del diseño experimental, son menores en comparación con los reportados por Santana (2022), quien obtuvo 7.23 cm al evaluar el efecto de sombra artificial y la aplicación de biol Supermagro (4 cm-L con 50% de sombra). De manera similar, Cubas (2019) alcanzó un promedio de 6.83 cm al evaluar la propagación de hijuelos en cormos bajo cama térmica, mientras que Chate (2021), al usar 200 ml/100 l de Rizoplus® en la variedad inguiri, registró 6.82 centímetro. Por otro lado, Salvador (2020) logró 4.0 cm con enraizante Root-Hor® en cámara térmica, y Gastañadui (2022) reportó 10.44 cm al utilizar 100 g de nitrato de amonio en cormos de plátano var. Hartón. Estas comparaciones resaltan que, si bien el T4 mostró resultados consistentes y efectivos en el contexto de este estudio, las condiciones específicas y el manejo experimental de otras investigaciones permiten lograr mayores diámetros en los hijuelos, destacando la importancia de optimizar factores adicionales como el tipo de fertilizante, la dosis y las condiciones ambientales.

Por otra parte, los hallazgos de esta investigación reflejan una ventaja considerable en relación con los resultados informados por Daza (2023), quien obtuvo un promedio de 1.69 cm de diámetro en hijuelos al utilizar cormos sin dominancia apical combinados con sustratos de aserrín y roca fosfórica. Esta diferencia puede atribuirse al efecto positivo del Rizo Plus en el tratamiento T4 (150 ml en 100 l de agua), que proporcionó condiciones óptimas para el desarrollo estructural de los hijuelos, superando ampliamente las técnicas basadas única.

5.4. Número de chupones

El tratamiento T4 (150 ml en 100 l de agua) mostró el mayor número de chupones en la primera cosecha, con un promedio de 1.63, destacándose como la dosis más efectiva para optimizar este parámetro. En contraste, T1 (testigo) presentó el menor promedio, con 1.25 chupones, reflejando la ausencia de bioestimulación, mientras que T5 (200 ml en 100 l de agua) obtuvo resultados intermedios con 1.38 chupones, aunque mostró una disminución significativa en la segunda cosecha, alcanzando solo 0,81. Estos resultados sugieren que una dosis excesiva de Rizo Plus podría limitar el desarrollo de chupones en etapas posteriores. Estos resultados son inferiores a los reportados por Flores y Soledispa (2020), quienes obtuvieron un promedio de 3.9 chupones al aplicar 20 ml de Bayfolan, y por Gastañadui (2022), quien alcanzó 5.83 chupones al evaluar niveles de fertilización nitrogenada en cormos de plátano. (Musa paradisiaca) variedad Hartón utilizando 100 g de nitrato de amonio. Las diferencias observadas podrían deberse a la naturaleza de los bioestimulantes y fertilizantes utilizados, así como a las condiciones experimentales específicas de cada estudio. Bayfolan y nitrato de amonio son fuentes directas de nutrientes que favorecen la división celular y la brotación activa, mientras que el Rizo Plus, utilizado en este estudio,

tiene un enfoque diferente basado en la estimulación biológica. Estos resultados subrayan la importancia de considerar el tipo de insumo y las condiciones agroecológicas para maximizar la producción de chupones en cultivos de plátano.

5.5. Peso de hijuelos (g)

El tratamiento T4 (150 ml en 100 l de agua) mostró el mayor peso de hijuelos en ambas cosechas, con promedios de 732.75 gy 607.5 ga los 45 y 60 días, respectivamente, destacándose como la dosis más efectiva para optimizar este parámetro. En contraste, T1 (testigo) presentó los menores valores, con 607.25 gy 516 g, reflejando la ausencia de bioestimulación externa. T5 (200 ml en 100 l de agua) obtuvo resultados intermedios, con promedios de 652 gy 539.75 g, posiblemente debido a una sobredosificación que limitó el desarrollo óptimo del peso de los hijuelos.

Estos resultados sugieren que el equilibrio proporcionado por T4 maximiza la acumulación de biomasa en los hijuelos al promover un desarrollo uniforme y sostenido, lo que lo convierte en la dosis ideal para obtener hijuelos más vigorosos. La disminución general del peso en la segunda cosecha puede atribuirse a una competencia interna por recursos oa una priorización del desarrollo estructural en lugar de la acumulación de peso en etapas posteriores del cultivo. T4 demuestra ser clave para garantizar un rendimiento superior en términos de peso, confirmando su eficacia como tratamiento en el manejo del cultivo de plátano.

Los resultados obtenidos en este estudio, especialmente con el tratamiento T4 (150 ml en 100 l de agua), son intermedios al compararlos con los reportados por otros autores. Por un lado, son inferiores a los de Chate (2021), quien obtuvo un promedio de 920 g al emplear 200 ml/100 l de agua en la variedad Bellaco, posiblemente debido a diferencias

genéticas entre las variedades evaluadas ya la mayor dosis de bioestimulante. utilizado en su investigación. Sin embargo, los resultados del presente estudio son significativamente superiores a los reportados por Cubas (2019), quien evaluó la propagación de hijuelos en cormos bajo cama térmica y obtuvo un promedio de 153.33 g.

De manera similar, este estudio supera ampliamente los resultados de Daza (2023), quien reportó un promedio de 56.27 g al utilizar cormos sin dominancia apical combinados con aserrín y roca fosfórica, y los de Salvador (2020), quien alcanzó un peso promedio de 330,4 g por cormo de la variedad Hartón con aplicación de 150 ml de Root-Hor® en cámara térmica. Estas diferencias pueden deberse a la naturaleza del tratamiento aplicado, las condiciones agroecológicas específicas de cada experimento, y el manejo agronómico de los cormos, destacando que la dosis y el tipo de bioestimulante influyen significativamente en el peso de los hijuelos.

5.6. Longitud de raíces (cm)

El tratamiento T4 (150 ml en 100 l de agua) presentó la mayor longitud de raíces, alcanzando 29.25 cm y 25.50 cm a los 45 y 60 días, respectivamente, destacándose como la dosis más efectiva para optimizar este parámetro. En contraste, T1 (testigo) mostró las menores longitudes, con promedios de 25.00 cm y 22.25 cm, reflejando la ausencia de bioestimulación, mientras que T5 (200 ml en 100 l de agua) obtuvo resultados intermedios, posiblemente afectados por una sobredosificación que limitó. ligeramente el desarrollo radicular. Estos datos confirman que T4 proporciona un equilibrio óptimo para el crecimiento de raíces, promoviendo una mayor absorción de nutrientes y un anclaje de efectivo.

Además, la ligera disminución en la longitud de raíces en la segunda cosecha puede atribuirse a la competencia entre los hijuelos en el desarrollo de recursos como agua y

nutrientes. Esto subraya la importancia de un manejo adecuado de las dosis de bioestimulante para maximizar el potencial radicular en las etapas iniciales y garantizar la funcionalidad de las raíces.

En comparación con otros estudios, los resultados de T4 son superiores a los de Chate (2021), quien reportó 25.69 cm al emplear 250 ml/100 l de agua en la variedad Bellaco, posiblemente influenciado por diferencias genéticas y la mayor dosis aplicada. Asimismo, T4 supera los resultados de Salvador (2020), quien obtuvo 25 cm de longitud por cormo de la variedad Hartón al aplicar 150 ml de Root-Hor® en cámara térmica. Estas comparaciones destacan la eficacia de T4 para promover un desarrollo radicular superior en condiciones similares, posicionándolo como una estrategia clave en el manejo del cultivo de plátano.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

En base a los resultados y objetivos planteados, se establecen las siguientes conclusiones:

- Se determinó que la dosis de 150 ml de bioestimulante radicular por cada 100 litros de agua fue la más efectiva para optimizar la producción de hijuelos de plátano variedad Harton en cámara térmica, logrando los mejores resultados en número (15.00 y 13.75 hijuelos), peso (732.75 g y 607.50 g), altura (90.00 cm y 89.00 cm), diámetro (3.37 cm y 3.20 cm) y longitud de raíz (29.25 cm y 25.50 cm) en ambas evaluaciones.
- La dosis de 50 ml por 100 litros de agua (T2) mejoró moderadamente la producción de hijuelos respecto al testigo, con valores de 13.25 y 12.00 hijuelos, altura de 81.25 cm y 78.25 cm, y peso de 623.50 g y 517.25 g, pero fue significativamente inferior a dosis mayores, indicando una estimulación limitada.
- La dosis de 100 ml por 100 litros de agua (T3) incrementó la producción de hijuelos frente a T1 y T2, alcanzando 13.75 y 12.00 hijuelos, diámetro de 3.15 cm y 2.73 cm, y peso de 633.25 g y 534.00 g, aunque no igualó el desempeño óptimo de T4.
- La dosis de 150 ml por 100 litros de agua (T4) optimizó la producción de hijuelos, logrando los mayores valores en todas las variables evaluadas, incluyendo 15.00 y 13.75 hijuelos, altura de 90.00 cm y 89.00 cm, y longitud de raíces de 29.25 cm y 25.50 cm, confirmándose como la dosis más eficiente.
- La dosis de 200 ml por 100 litros de agua (T5) Aunque mostró valores aceptables en número (14.00 y 12.25 hijuelos) y peso (652.00 g y 539.75 g), se evidenció un efecto negativo por sobredosificación, reflejado en una disminución del número de chupones (1.38 y 0.81) y una menor longitud de raíz (26.25 cm y 24.25 cm) respecto a la dosis de 150 ml.

CAPÍTULO VII

RECOMENDACIONES

- Utilizar Utilizar una dosis de 150 ml de bioestimulante radicular por 100 litros de agua para la producción de hijuelos de plátano variedad Hartón en cámara térmica en zonas agroecológicamente similares a Aguaytía, Padre Abad. Esta dosis optimizó el número, peso, altura y desarrollo radicular de los hijuelos, garantizando estabilidad y eficiencia en el rendimiento. En casos donde se busquen alternativas, podrían considerarse ajustes en el manejo del sustrato o complementos con otros bioestimulantes, siempre evaluando su compatibilidad y efectos en el cultivo.
- Realizar investigaciones adicionales que evalúen el efecto de la dosis de 150 ml de bioestimulante radicular en otras variedades de plátano y en diferentes condiciones agroclimáticas. Esto permitirá validar y ajustar los resultados obtenidos, contribuyendo al desarrollo de prácticas más efectivas y adaptadas a diversas realidades productivas, optimizando así la propagación del plátano en cámaras térmicas a nivel regional.
- Implementar estudios que analicen la interacción entre bioestimulantes radiculares y fertilización orgánica para maximizar el rendimiento y sostenibilidad en la producción de hijuelos de plátano en diferentes sistemas de manejo agrícola.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar Maradiaga, M., Reyes Castro, G. y Acuña Pérez, M. (2004). Métodos alternativos de propagación de semilla agámica de plátano (*Musa* sp). Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. 20 p. (Serie Técnica no. 1). https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/2406

Avellán Vásquez, L., Cobeña Loor, N., Estévez Chica, S., Zamora-Macías, P., Vivas Cedeño, J., González Ramírez, I., & Sánchez Urdaneta, A. B. (2020). Exportación y eficiencia del uso de fósforo en plátano 'barraganete' (*Musa paradisiaca* L.). Revista Fitotecnia Mexicana, 43(1), 77–84. https://doi.org/10.35196/rfm.2020.1.25

Ayuque Briceño, L.V. & Inga Lobo, J.R. (2019). Aplicación de bioregulador en la propagación vegetativa en variedades de banano (*Musa paradisiaca* L.) en cámara térmica – Distrito de San Ramón – Chanchamayo. [Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1738

Belalcázar C, S. 1 991. El cultivo del plátano en el trópico. Manual de asistencia técnica. No. 50, Armenia, Quindio, Colombia, 376 p. http://hdl.handle.net/20.500.12324/12434

Carrasco Sancarranco, C.J.P. 2020. Evaluación de técnicas de multiplicación en la propagación rápida de hijuelos de plátano (M*usa paradisiaca* L.) de la variedad inguiri y bellaco hartón en Tingo María. [Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. https://hdl.handle.net/20.500.14292/1789

Chate Hilario, J.C. (2021). Efecto de un enraizante en la producción de hijuelos de dos cultivares de plátano en cámara térmica Mapresa – Luyando. [Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. https://hdl.handle.net/20.500.14292/2073

Coto, J. 2009. Guía para la multiplicación rápida de cormos de banano y plátano 2da edición. La Lima, Honduras. FHIA. 114 p. https://www.musalit.org/seeMore.php?id=5719

Cubas Perez, M.M. (2019). Cámara térmica para la producción de hijuelos de calidad de banano *Musa paradisiaca* en el Distrito de Chiclayo. [Tesis Ing. Agrónomo, Universidad César Vallejo]. https://hdl.handle.net/20.500.12692/36825

Custodio Ramírez, E.M. 2021. Evaluación fenológica, productiva y de sigatoka negra (mycosphaerella fijiensis morelet) en seis variedades de banano (*Musa* spp.) en Tulumayo - Tingo María. [Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. https://hdl.handle.net/20.500.14292/1984

Daza Ponce, H.A. (2023). Producción de hijuelos de banano variedad "Moquicho" con y sin dominancia apical al cormo en tres sustratos, en cámara térmica, Tingo María. [Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. https://hdl.handle.net/20.500.14292/2550

Farinango Amaya, R. (2014). Evaluación de dos estados de madurez del plátano hartón Musa AAB utilizado en la elaboración de pan. [Tesis Ing. Agroindustrial, Universidad Técnica del Norte]. http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/3436

Flores Pico, C.A. & Soledispa Arcentales V.J. (2020). Biorreguladores para la propagación intensiva del plátano dominico (Musa paradisiaca) en cámara térmica. [Tesis Ing.

Agrónomo, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí]. https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/3329

Galán, V., & Robinson, J. 2013. Fisiología, clima y producción de banano. En: XX Reunião Internacional da Associação para a Cooperação em Pesquisa e Desenvolvimento Integral das Musáceas (Bananas e Plátanos). Fortaleza, Brasil. Pp. 43- 54. file:///C:/Users/Jackelin%20Natali/Downloads/IN140006_spa.pdf

García Vasquez, L.A. (2023). Efecto de diferentes dosis de fertilización con nitrogeno en la produccion de semillas vegetativas de platano curare enano (*Musa* sp.) en el caserio centro Yurac – Aguaytía. [Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Nacional de Ucayali]. https://hdl.handle.net/20.500.14621/7031

Gastañadui Mozombite, W.L. (2022). Efecto de niveles de fertilización nitrogenada en el crecimiento y producción de cormos de Plátano (*Musa paradisiaca*). Var. Hartón en Atalaya – Ucayali. [Tesis Ing. Agroforestal Acuícola, Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia]. https://hdl.handle.net/20.500.14646/470

Herrera Rojas, M., & Colonia Coral, L. 2011. Manejo integrado del cultivo de plátano: Guía técnica - Curso Taller. Universidad Nacional Agraria La Molina, Oficina - 100 - Académica de Extensión y Proyección Social – AGROBANCO. Chanchamayo, Perú. Pp. 6 – 9. https://www.agrobanco.com.pe/pdfs/capacitacionesproductores/Platano/manejo_integrado_del_cultivo_de_platano.pdf

Martínez Acosta, A.M. y Cayón Salinas, D.G. 2011. Dinámica del Crecimiento y Desarrollo del Banano (Musa AAA Simmonds cvs. Gran Enano y Valery). Revista Facultad

Nacional de Agronomía - Medellín, 64 (2), 6055-6064. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179922664003

Medina Tovar, J.E. (2020). Respuesta de plantas multiplicadas en cámaras térmicas de diferentes tipos de cormo para el establecimiento del cultivo de plátano (Musa AAB). [Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6037

Moreno Rentería, J.A. & Zapata Rosero, E.A. (2020). Evaluación de la eficiencia del bioestimulante Aquaclean ACF-32 en la producción de plántulas de plátano (*Musa paradisiaca* L) utilizando la metodología de cámaras de multiplicación en el distrito de Turbo Antioquia. [Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. https://repository.unad.edu.co/handle/10596/37424

Orozco Moncada, F.U. (2014). Evaluación de la proliferación de yemas axilares en plantas Élite y Testigo de plátano Hartón enano (*Musa* AAB) procedentes de la finca El Pegón y Santa Ana Luis del Departamento de León en condiciones de cámara térmica, junio-diciembre 2013. [Tesis Ing. en Agroecología Tropical, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua – León]. http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/handle/123456789/4168

Ozambela Torres, L. 2017. Efecto de tres enraízantes sintéticos en la producción de hijuelos de plátano (*Musa paradisiaca* l.) bajo condiciones de la cámara térmica. [Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. https://hdl.handle.net/20.500.14292/1238

Quispe Aguilar, A. 2019. Propagación del banano Gross Michel con diferentes técnicas de multiplicación en vivero en Belempata distrito de Echarati – La Convención –

Cusco. [Tesis Ing. Agrónomo Tropical, Universidad Nacional De San Antonio Abad Del Cusco]. http://hdl.handle.net/20.500.12918/4188

Ramos Espinoza, J.C. (2021). Técnicas de multiplicación para la producción de semillas vegetativas de plátano bellaco Harton (*Musa* sp.) en el caserío centro Yurac – Aguaytía. [Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Nacional de Ucayali]. https://hdl.handle.net/20.500.14621/5138

Rodríguez Pinedo, M. 2019. Influencia de la altura de corte del pseudotallo y niveles de nitrógeno en la inducción de hijuelos de platano (*Musa paradisiaca*) cv. "Bellaco Plantano". [Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. https://hdl.handle.net/20.500.14292/1703

Salvador Carhuarupay, M.R. (2020). Efecto de cuatro dosis de un enraizante en la multiplicación rápida de semillas vegetativas de plátano del clon Harton (*Musa paradisiaca* l.) bajo condiciones de cámara térmica en la provincia de Padre Abad. [Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Nacional de Ucayali]. https://hdl.handle.net/20.500.14621/4877

Santana Barcia, J.L. (2022). Porcentajes de sombras y dosis de biol en la acropropagación de plantas de plátano (*Musa* AAB) bajo cámara térmica. [Tesis Ing. Agropecuaria, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí]. https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/5217

Teran Figueroa, J.J. 2007. Efecto de diferentes niveles de fertilización con potasio en la producción de semilla del cultivo de plátano (*Musa* sp.) en un entisol de Aguaytía. [Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Nacional de Ucayali]. https://hdl.handle.net/20.500.14621/1851

Valdez Balboa, N. (2022). Evaluación de dosis de reguladores de crecimiento sobre la propagación de *Musa acuminata* x *Musa balbisiana* AAB en cámara térmica. [Tesis Ing. en Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Centro del Perú]. http://hdl.handle.net/20.500.12894/9580

Waldo Rodríguez, A.E. & Agudelo Angulo, D. (2021). Evaluación de la eficiencia del enraizador Aquaclean Acf-Sr Plus, en la producción de plántulas de plátano (*Musa paradisiaca* l), bajo la metodología de cámara térmica en el distrito de Turbo Antioquia. [Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. https://repository.unad.edu.co/handle/10596/40520

ANEXOS

Anexo 1. Tablas de los análisis de la variancia de las variables evaluadas

Tabla 12A

Análisis de la variancia para número de hijuelos a los 45 días

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	9.700[a]	4	2.425	24.250	.000
Intersección	3808.800	1	3808.800	38088.000	.000
Tratamiento	9.700	4	2.425	24.250	.000
Error	1.500	15	.100		
Total	3820.000	20			
Total, corregido	11.200	19			

CV= 5.56 % R^2 = 0.83

Tabla 13A

Análisis de la variancia para número de hijuelos a los 60 días

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	18.300[a]	4	4.575	30.500	.000
Intersección	2952.450	1	2952.450	19683.000	.000
Tratamiento	18.300	4	4.575	30.500	.000
Error	2.250	15	.150		
Total	2973.000	20			
Total, corregido	20.550	19			

CV= 8.56% R^2 = 0.861

Tabla 14A

Análisis de la variancia para altura de hijuelos a los 45 días

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	266.800[a]	4	66.700	46.000	.000
Intersección	138278.450	1	138278.450	95364.448	.000
Tratamiento	266.800	4	66.700	46.000	.000
Error	21.750	15	1.450		
Total	138567.000	20			
Total, corregido	288.550	19			

CV= 4.69 % $R^{2 =}$ 0.905

Tabla 15A

Análisis de la variancia para altura de hijuelos a los 60 días

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	381.300a	4	95.325	81.707	.000
Intersección	129927.200	1	129927.200	111366.171	.000
Tratamiento	381.300	4	95.325	81.707	.000
Error	17.500	15	1.167		
Total	130326.000	20			
Total, corregido	398.800	19			

CV= 5.03 % $R^{2 =}$ 0.944

Tabla 16A

Análisis de la variancia para diámetro de hijuelos a los 45 días

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	381.300a	4	95.325	81.707	.000
Intersección	129927.200	1	129927.200	111366.171	.000
Tratamiento	381.300	4	95.325	81.707	.000
Error	17.500	15	1.167		
Total	130326.000	20			
Total, corregido	398.800	19			

CV= 5.56 % R^2 = 0.905

Tabla 17A

Análisis de la variancia para diámetro de hijuelos a los 60 días

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	.727a	4	.182	60.583	.000
Intersección	147.968	1	147.968	49322.667	.000
Tratamiento	.727	4	.182	60.583	.000
Error	.045	15	.003		
Total	148.740	20			
Total, corregido	.772	19			

CV= 7.41 % R^2 = 0.926

Tabla 18A

Análisis de la variancia para número de chupones a los 45 días

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	.344a	4	.086	5.893	.005
Intersección	37.813	1	37.813	2592.857	.000
Tratamiento	.344	4	.086	5.893	.005
Error	.219	15	.015		
Total	38.375	20			
Total, corregido	.563	19			

CV= 6.97 % R^2 = 0.989

Tabla 19A

Análisis de la variancia para número de chupones a los 60 días

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	.113[a]	4	.028	9.000	.001
Intersección	18.528	1	18.528	5929.000	.000
Tratamiento	.113	4	.028	9.000	.001
Error	.047	15	.003		
Total	18.688	20			
Total, corregido	.159	19			

CV= 6.45 % R^2 = 0.961

Tabla 20A

Análisis de la variancia para peso de hijuelos a los 45 días

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	38646.500[a]	4	9661.625	424.687	.000
Intersección	8443501.250	1	8443501.250	371142.912	.000
Tratamiento	38646.500	4	9661.625	424.687	.000
Error	341.250	15	22.750		
Total	8482489.000	20			
Total, corregido	38987.750	19			

CV= 6.97 % R^2 = 0.989

Tabla 21A

Análisis de la variancia para peso de hijuelos a los 60 días

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	22575.300a	4	5643.825	117.173	.000
Intersección	5894808.200	1	5894808.200	122383.561	.000
Tratamiento	22575.300	4	5643.825	117.173	.000
Error	722.500	15	48.167		
Total	5918106.000	20			
Total, corregido	23297.800	19			

CV= 6.45% R^2 = 0.961

Tabla 22A

Análisis de la variancia para longitud de raíces a los 45 días

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	42.700a	4	10.675	71.167	.000
Intersección	13992.050	1	13992.050	93280.333	.000
Tratamiento	42.700	4	10.675	71.167	.000
Error	2.250	15	.150		
Total	14037.000	20			
Total, corregido	44.950	19			

CV= 5.82% R^2 = 0.937

Tabla 23A Análisis de la variancia para longitud de raíces a los 60 días

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	24.700a	4	6.175	26.464	.000
Intersección	11233.800	1	11233.800	48144.857	.000
Tratamiento	24.700	4	6.175	26.464	.000
Error	3.500	15	.233		
Total	11262.000	20			
Total, corregido	28.200	19			

CV= 5.14% R^2 = 0.843

Anexo 1. Tablas de datos evaluados según variables

Tabla 24A

Datos del número de hijuelos a los 45 días

Tratamiento/ Repeticiones	T1= Testigo (sin dosis de bioestimulante)	T2 (50 ml en 100 l de agua)	T3 (100 ml en 100 l de agua)	T4 (150 ml en 100 l de agua)	T5 (200 ml en 100 l de agua
1	13	13	14	15	14
2	13	14	14	15	14
3	13	13	14	15	14
4	13	13	13	15	14
Total	**52**	**53**	**55**	**60**	**56**
Promedio	**13.00**	**13.25**	**13.75**	**15.00**	**14.00**

Tabla 25A

Datos del número de hijuelos a los 60 días

Tratamiento/ Repeticiones	T1= Testigo (sin dosis de bioestimulante)	T2 (50 ml en 100 l de agua)	T3 (100 ml en 100 l de agua)	T4 (150 ml en 100 l de agua)	T5 (200 ml en 100 l de agua
1	11	12	12	14	14
2	11	12	12	14	14
3	10	12	12	14	14
4	11	12	12	13	14
Total	**43**	**48**	**48**	**55**	**56**
Promedio	**10.75**	**12.00**	**12.00**	**13.75**	**14.00**

Tabla 26A

Datos de la altura de hijuelos a los 45 días

Tratamiento/ Repeticiones	T1= Testigo (sin dosis de bioestimulante)	T2 (50 ml en 100 l de agua)	T3 (100 ml en 100 l de agua)	T4 (150 ml en 100 l de agua)	T5 (200 ml en 100 l de agua
1	80	93.5	93.5	93.5	93.5
2	79	100	93.5	93.5	87.5
3	80	93.5	87.5	93.5	93.5
4	79	87.5	93.5	87.5	93.5
Total	**318**	**374.5**	**368**	**368**	**368**
Promedio	**79.50**	**93.63**	**92.00**	**92.00**	**92.00**

Tabla 27A

Datos de la altura de hijuelos a los 60 días

Tratamiento/ Repeticiones	T1= Testigo (sin dosis de bioestimulante)	T2 (50 ml en 100 l de agua)	T3 (100 ml en 100 l de agua)	T4 (150 ml en 100 l de agua)	T5 (200 ml en 100 l de agua
1	78	79	81	88	79
2	75	78	80	91	79
3	78	79	81	88	77
4	76	78	80	89	78
Total	**307**	**314**	**322**	**356**	**313**
Promedio	**76.75**	**78.50**	**80.50**	**89.00**	**78.25**

Tabla 28A

Datos del diámetro de hijuelos a los 45 días

Tratamiento/ Repeticiones	T1= Testigo (sin dosis de bioestimulante)	T2 (50 ml en 100 l de agua)	T3 (100 ml en 100 l de agua)	T4 (150 ml en 100 l de agua)	T5 (200 ml en 100 l de agua
1	3	3.1	3.1	3.4	3.2
2	3	3.2	3.2	3.5	3.2
3	3	3.1	3.1	3.5	3.3
4	3	3.1	3.2	3.6	3.2
Total	**12**	**12.5**	**12.6**	**14**	**12.9**
Promedio	**3.00**	**3.13**	**3.15**	**3.50**	**3.23**

Tabla 30A

Datos del diámetro de hijuelos a los 60 días

Tratamiento/ Repeticiones	T1= Testigo (sin dosis de bioestimulante)	T2 (50 ml en 100 l de agua)	T3 (100 ml en 100 l de agua)	T4 (150 ml en 100 l de agua)	T5 (200 ml en 100 l de agua
1	2.5	2.7	2.7	3	2.8
2	2.5	2.7	2.7	3	3
3	2.5	2.8	2.8	3	2.8
4	2.5	2.7	2.7	3	2.8
Total	**10**	**10.9**	**10.9**	**12**	**11.4**
Promedio	**2.50**	**2.73**	**2.73**	**3.00**	**2.85**

Tabla 31A

Datos del número de chupones a los 45 días

Tratamiento/ Repeticiones	T1= Testigo (sin dosis de bioestimulante)	T2 (50 ml en 100 l de agua)	T3 (100 ml en 100 l de agua)	T4 (150 ml en 100 l de agua)	T5 (200 ml en 100 l de agua
1	1.25	1.25	1.5	1.75	1.5
2	1.25	1.25	1.25	1.5	1.25
3	1.25	1.5	1.25	1.75	1.25
4	1.25	1.25	1.25	1.5	1.5
Total	**5**	**5.25**	**5.25**	**6.5**	**5.5**
Promedio	**1.25**	**1.31**	**1.31**	**1.63**	**1.38**

Tabla 33A

Datos del número de chupones a los 60 días

Tratamiento/ Repeticiones	T1= Testigo (sin dosis de bioestimulante)	T2 (50 ml en 100 l de agua)	T3 (100 ml en 100 l de agua)	T4 (150 ml en 100 l de agua)	T5 (200 ml en 100 l de agua
1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	0.75
3	1	1	1	1	0.75
4	1	1	1	1	0.75
Total	**4**	**4**	**4**	**4**	**3.25**
Promedio	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**1.00**	**0.81**

Tabla 34A

Datos del peso de hijuelos a los 45 días

Tratamiento/ Repeticiones	T1= Testigo (sin dosis de bioestimulante)	T2 (50 ml en 100 l de agua)	T3 (100 ml en 100 l de agua)	T4 (150 ml en 100 l de agua)	T5 (200 ml en 100 l de agua
1	606	620	635	728	649
2	605	623	628	732	647
3	610	628	640	742	659
4	608	623	630	729	653
Total	**2429**	**2494**	**2533**	**2931**	**2608**
Promedio	**607.25**	**623.50**	**633.25**	**732.75**	**652.00**

Tabla 36A

Datos del peso de hijuelos a los 60 días

Tratamiento/ Repeticiones	T1= Testigo (sin dosis de bioestimulante)	T2 (50 ml en 100 l de agua)	T3 (100 ml en 100 l de agua)	T4 (150 ml en 100 l de agua)	T5 (200 ml en 100 l de agua
1	505	522	526	600	543
2	520	520	542	610	538
3	515	510	531	620	540
4	524	517	537	600	538
Total	**2064**	**2069**	**2136**	**2430**	**2159**
Promedio	**516.00**	**517.25**	**534.00**	**607.50**	**539.75**

Tabla 37A

Datos de la longitud de las raíces a los 45 días

Tratamiento/ Repeticiones	T1= Testigo (sin dosis de bioestimulante)	T2 (50 ml en 100 l de agua)	T3 (100 ml en 100 l de agua)	T4 (150 ml en 100 l de agua)	T5 (200 ml en 100 l de agua
1	25	26	26	29	26
2	25	26	26	29	26
3	*25*	26	26	29	26
4	25	25	26	30	27
Total	**100**	**103**	**104**	**117**	**105**
Promedio	**25.00**	**25.75**	**26.00**	**29.25**	**26.25**

Tabla 38A

Datos de la longitud de las raíces a los 60 días

Tratamiento/ Repeticiones	T1= Testigo (sin dosis de bioestimulante)	T2 (50 ml en 100 l de agua)	T3 (100 ml en 100 l de agua)	T4 (150 ml en 100 l de agua)	T5 (200 ml en 100 l de agua
1	22	23	24	26	25
2	22	23	23	25	24
3	23	*23*	23	25	24
4	22	23	24	26	24
Total	**89**	**92**	**94**	**102**	**97**
Promedio	**22.25**	**23.00**	**23.50**	**25.50**	**24.25**

Anexo 2. Panel fotográfico del estudio.

Figura 1A

Construcción de las unidades experimentales



Figura 2A

Construcción de la cámara térmica



Figura 3A

Selección de los hijuelos



Figura 4A

Desinfección de los hijuelos



Figura 5A

Aplicación de los tratamientos a los cormos



Figura 6A

Siembra de los cladodios de pitahaya



Figura 7A

Control de temperatura en la cámara térmica



Figura 8A

Control de malezas



Figura 9A

Número de hijuelos



Figura 10A

Evaluación de la altura de los hijuelos en cm



Figura 11A

Peso de los hijuelos



Figura 12A

Diámetro de los hijuelos



Figura 13A

Supervisión de jurado

