



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**EXTENSIÓN LA MANÁ**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS  
NATURALES**

**CARRERA DE AGRONOMÍA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“EFECTO DE TRES FITOHORMONAS EN LA PROPAGACIÓN VEGETATIVA  
DE PLÁNTULAS DE PLÁTANO A PARTIR DE YEMAS EN DISTINTAS  
FRECUENCIAS DE APLICACIÓN”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de  
Ingeniero Agrónomo

**AUTOR:**

Bermello Basantes Wilber Alexander

**TUTOR:**

Ing. Macias Pettao Ramon Klever, MSc.

**LA MANÁ-ECUADOR**

**AGOSTO-2023**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

Yo, Bermello Basantes Wilber Alexander con C.C. 0504090135, declaro ser autor del presente Proyecto de Investigación: “EFECTO DE TRES FITOHORMONAS EN LA PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE PLÁNTULAS DE PLÁTANO A PARTIR DE YEMAS EN DISTINTAS FRECUENCIAS DE APLICACIÓN” siendo el Ing. Macias Pettao Ramon Klever MSc. tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles acciones de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.



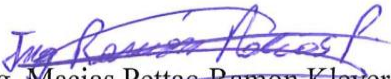
Bermello Basantes Wilber Alexander  
C.I: 0504090135

## **AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“EFECTO DE TRES FITOHORMONAS EN LA PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE PLÁNTULAS DE PLÁTANO A PARTIR DE YEMAS EN DISTINTAS FRECUENCIAS DE APLICACIÓN”, presentado por Bermello Basantes Wilber Alexander, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, 04 de agosto del 2023

  
Ing. Macias Pettao Ramon Klever MSc.  
C.I: 0910743285  
**TUTOR**

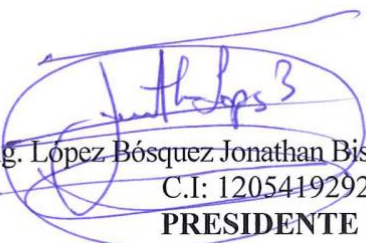
## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y de Recursos Naturales, por cuanto el postulante: Bermello Basantes Wilber Alexander, con el título de Proyecto de Investigación: “EFECTO DE TRES FITOHORMONAS EN LA PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE PLÁNTULAS DE PLÁTANO A PARTIR DE YEMAS EN DISTINTAS FRECUENCIAS DE APLICACIÓN” han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, 04 de agosto del 2023

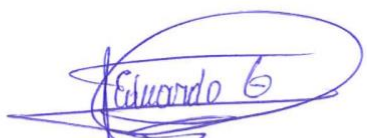
Para constancia firman:



Ing. López Bósquez Jonathan Bismar MSc.  
C.I: 1205419292  
**PRESIDENTE**



Ing. Salazar Saltos Alex Enrique MSc.  
C.I: 1803595584  
**LECTOR 1 MIEMBRO**



Ing. Quinatoa Lozada Eduardo Fabián MSc  
C.I: 1804011839  
**LECTOR 2 SECRETARIO**

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco de forma inmensa a Dios por darme la vida y oportunidad de disfrutarla, por la fuerza y la capacidad para lograr sobrellevar los momentos más difíciles.*

*A mi madre por ser la fuente de apoyo fundamental en nuestras vidas, el motivo de no rendirme y la inspiración de salir adelante siempre.*

*Mi más sincero agradecimiento la Universidad Técnica de Cotopaxi y en especial a la Facultad De Ciencias Agropecuarias Y Recursos Naturales por las enseñanzas recibidas en el aula.*

*Al tutor Ing. Ramon Macias Pettao por su asesoramiento y paciencia impartida durante la elaboración de esta investigación.*

*Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.*

**Alexander**

## **DEDICATORIA**

*La presente tesis se la dedico a mi Dios quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para salir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban.*

*A mi madre por su apoyo, que ha hecho el papel de padre desde mis inicios, gracias por sus consejos y ayuda en los momentos difíciles.*

*A mis abuelitos por estar siempre presente y ser el apoyo incondicional a ellos mis esperanzas, mis alegrías y la culminación de este trabajo y lo que representa en mi vida siendo los resultados del esfuerzo de muchas personas.*

*Algunos han puesto a disposición medios, conocimientos, tiempo y esfuerzo, otros me han brindado ánimo y en ocasiones hasta una mano tendida para ayudarme a levantarme.*

***Alexander***

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TEMA:** “EFECTO DE TRES FITOHORMONAS EN LA PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE PLÁNTULAS DE PLÁTANO A PARTIR DE YEMAS EN DISTINTAS FRECUENCIAS DE APLICACIÓN”

**Autor:**

Bermello Basantes Wilber Alexander

### RESUMEN

El presente proyecto de investigación se realizó en sector Chipe Hamburgo 2, de la parroquia El Triunfo, perteneciente al cantón La Maná, con el objetivo de evaluar el efecto de tres fitohormonas en la propagación vegetativa de plántulas de plátano a partir de yemas en distintas frecuencias de aplicación. Se utilizó un diseño completamente al Azar, con arreglo factorial constituido por 3 tipos de fitohormonas, aplicadas en 2 distintas frecuencias de aplicación, donde se obtuvieron 6 tratamientos más un tratamiento testigo, cada tratamiento estuvo constituido por 4 repeticiones. Se analizaron las siguientes variables: altura de planta, diámetro del pseudotallo, número de hojas, coeficiente de esbeltez, número de raíces y longitud de raíces. Los resultados obtenidos fueron: mayor altura de planta T2 (citoquinina/30 días) obtuvo los mejores resultados en los 30, 45 y 60 días con datos de 23.45, 32.80 y 36.27 cm respectivamente, para el diámetro de pseudotallo T4 (giberelina/30 días) obtuvo los valores más altos con 3.71 y 4.57 cm en los 30 y 45 días de evaluación, mientras que en los 60 días el mayor diámetro de pseudotallo se registró en T3 (giberelina/15 días) con 5.62 cm; en cuanto al número de hojas T4 (giberelina/30 días) mostro mayor número de hojas en todas las edades registradas con resultados de 3.81, 4.69 y 6.25 hojas por planta, el coeficiente de esbeltez con valores aceptables se presentó en T5 (ácido abcísico/15 días) con un índice de 7.52, mientras en la variable número de raíces se presenta como el mejor tratamiento con 31.75 raíces principales, en lo referente a la longitud de raíces T5 (ácido abcísico/ 15 días) presentó raíces de mayor tamaño con 34.99 cm. En el análisis económico, el testigo presenta mayor utilidad con USD. 3.47, con una relación beneficio/costo de USD. 0.52 por cada unidad monetaria invertida.

**Palabras clave:** plántulas, plátano, fitohormonas.

## ABSTRACT

This research project was carried out in Chipe Hamburgo 2 sector, in El Triunfo parish, in La Maná canton, with the aim of evaluating the effect of three phytohormones on the vegetative propagation of banana seedlings from buds at different frequencies of application. A completely random design was used, with a factorial arrangement consisting of 3 types of phytohormones that were applied at two different application frequencies, and obtained six treatments and a control, each treatment consisting of 4 repetitions. The following variables were analyzed: plant height, pseudostem diameter, number of leaves, slenderness coefficient, number of roots, and root length. The results obtained were: the highest plant height T2 (cytokinin/30 days), the best results at 30, 45, and 60 days with data of 23.45, 32.80, and 36.27 cm, for the pseudostem diameter T4 (gibberellin/30 days). ) obtained the highest values with 3.71 and 4.57 cm at 30 and 45 days of evaluation, while at 60 days the largest pseudostem diameter was recorded in T3 (gibberellin/15 days) with 5.62 cm; regarding the number of leaves T4 (gibberellin/30 days) showed a high number of leaves at all recorded ages with results of 3.81, 4.69 and 6.25 leaves per plant, the slenderness coefficient with acceptable values was presented in T5 (abscisic acid/ 15 days) with an index of 7.52, while in the variable number of roots, it was the best treatment with 31.75 main roots, regarding the length of roots T5 (abscisic acid / 15 days) it presented larger roots with 34.99 cm. In the economic analysis, the witness shows high utility with USD. 3.47, with a benefit/cost ratio of USD. 0.52 for each monetary unit invested.

**Keywords:** seedlings, plantain, phytohormones.



# ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
DEDICATORIA.....	vi
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT .....	viii
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	4
5. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
6. OBJETIVOS.....	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS RELACIONADO A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA.....	7
8.1. Generalidades .....	7
8.2. Origen y taxonomía .....	8
8.3. Descripción botánica .....	9
8.3.1. Pseudotallo .....	9
8.3.2. Hojas.....	10
8.3.3. Inflorescencia.....	10
8.3.4. Frutos .....	10
8.3.5. Raíz .....	11
8.4. Manejo del cultivo .....	11
8.4.1. Control de malezas .....	11
8.4.2. Selección de hijuelos .....	11

8.4.3. Deshoje .....	11
8.4.4. Limpieza de planta.....	12
8.5. Fertilización .....	12
8.6. Reproducción.....	13
8.6.1. Propagación por hijuelos o colinos.....	14
8.6.2. Propagación por cebollines.....	14
8.6.3. Propagación por yemas.....	15
8.7. Marcos de plantación.....	15
8.7.1. Selección y preparación del terreno.....	15
8.7.2. Trazado y balizado.....	16
8.7.3. Siembra.....	16
8.7.4. Densidad de siembra.....	17
8.8. Fitohormonas .....	17
8.8.1. Citoquininas.....	18
8.8.2. Giberelinas.....	19
8.8.3. Ácido abscísico .....	21
8.9. Antecedentes de la investigación.....	22
9. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS .....	23
10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL .....	24
10.1. Ubicación y duración del ensayo.....	24
10.2. Tipo de investigación .....	24
10.3. Condiciones agrometeorológicas.....	25
10.4. Materiales y equipos.....	25
10.5. Diseño experimental.....	28
10.6. Factores.....	28
10.7. Tratamientos .....	28
10.8. Análisis de varianza.....	29
10.9. Variables evaluadas .....	29
10.10. Manejo de la investigación .....	31

11. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	32
11.1. Efecto simple de la altura de planta.....	32
11.2. Interacción de la altura de planta.....	32
11.3. Análisis por tratamiento de altura de planta .....	34
11.4. Efecto simple del diámetro de pseudotallo.....	34
11.5. Interacción del diámetro de pseudotallo.....	35
11.6. Análisis por tratamiento del diámetro de pseudotallo .....	37
11.7. Efecto simple del número de hojas.....	37
11.8. Interacción del número de hojas.....	38
11.9. Análisis por tratamiento del número de hojas .....	40
11.10. Efecto simple del coeficiente de esbeltez.....	40
11.11. Interacción del coeficiente de esbeltez .....	41
11.12. Análisis por tratamiento del coeficiente de esbeltez .....	42
11.13. Efecto simple del número de raíces.....	42
11.14. Interacción del número de raíces.....	43
11.15. Análisis por tratamiento del número de raíces .....	44
11.16. Efecto simple de la longitud de raíces.....	44
11.17. Interacción de la longitud de raíces.....	45
11.18. Análisis por tratamiento de la longitud de raíces .....	46
11.19. Análisis económico .....	46
12. IMPACTOS.....	47
13. PRESUPUESTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	49
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	50
15. BIBLIOGRAFÍA.....	51
16. ANEXOS.....	58

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades relacionadas con los objetivos planteados.....	6
Tabla 2. Características meteorológicas del lugar del experimento .....	25
Tabla 3. Características del plátano hartón.....	25
Tabla 4. Composición química de citoquinina .....	26
Tabla 5. Propiedades físicas químicas de la giberelina .....	26
Tabla 6. Características del ácido abcísico.....	27
Tabla 7. Otros materiales empleados en la investigación.....	27
Tabla 8. Factores en estudio. ....	28
Tabla 9. Tratamientos en estudio.....	28
Tabla 10. Esquema del análisis de la varianza .....	29
Tabla 11. Efecto simple de la altura de planta en el efecto de tres fitohormonas en la propagación vegetativa de plántulas de plátano a partir de yemas en distintas frecuencias de aplicación. ...	32
Tabla 12. Altura de planta en el efecto de tres fitohormonas en la propagación vegetativa de plántulas de plátano a partir de yemas en distintas frecuencias de aplicación. ....	34
Tabla 13. Efecto simple del diámetro de pseudotallo en el efecto de tres fitohormonas en la propagación vegetativa de plántulas de plátano a partir de yemas en distintas frecuencias de aplicación.....	35
Tabla 14. Diámetro del pseudotallo en el efecto de tres fitohormonas en la propagación vegetativa de plántulas de plátano a partir de yemas en distintas frecuencias de aplicación. ...	37
Tabla 15. Efecto simple del número de hojas en el efecto de tres fitohormonas en la propagación vegetativa de plántulas de plátano a partir de yemas en distintas frecuencias de aplicación. ...	38
Tabla 16. Número de hojas en el efecto de tres fitohormonas en la propagación vegetativa de plántulas de plátano a partir de yemas en distintas frecuencias de aplicación. ....	40
Tabla 17. Efecto simple del coeficiente de esbeltez en el efecto de tres fitohormonas en la propagación vegetativa de plántulas de plátano a partir de yemas en distintas frecuencias de aplicación.....	41

Tabla 18. Coeficiente de esbeltez en el efecto de tres fitohormonas en la propagación vegetativa de plántulas de plátano a partir de yemas en distintas frecuencias de aplicación. ....	42
Tabla 19. Efecto simple del número de raíces en el efecto de tres fitohormonas en la propagación vegetativa de plántulas de plátano a partir de yemas en distintas frecuencias de aplicación. ..	43
Tabla 20. Número de raíces en el efecto de tres fitohormonas en la propagación vegetativa de plántulas de plátano a partir de yemas en distintas frecuencias de aplicación. ....	44
Tabla 21. Efecto simple de la longitud de raíces en el efecto de tres fitohormonas en la propagación vegetativa de plántulas de plátano a partir de yemas en distintas frecuencias de aplicación.....	45
Tabla 22. Longitud de raíces en el efecto de tres fitohormonas en la propagación vegetativa de plántulas de plátano a partir de yemas en distintas frecuencias de aplicación. ....	46
Tabla 23. Análisis económico en el efecto de tres fitohormonas en la propagación vegetativa de plántulas de plátano a partir de yemas en distintas frecuencias de aplicación. ....	47
Tabla 24. Presupuesto de la investigación en el efecto de tres fitohormonas en la propagación vegetativa de plántulas de plátano a partir de yemas en distintas frecuencias de aplicación. ..	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Interacciones de altura de planta en las edades registradas.....	33
Figura 2. Interacción del diámetro de pseudotallo en las edades evaluadas.....	36
Figura 3. Interacción del número de hojas en las edades evaluadas.....	39
Figura 4. Interacción del coeficiente de esbeltez.....	41
Figura 5. Interacción del número de raíces.....	43
Figura 6. Interacción de la longitud de raíces.....	45

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Contrato de cesación de derechos .....	58
Anexo 2. Certificado reporte de Urkund .....	61
Anexo 3. Aval de traducción del idioma ingles.....	62
Anexo 4. Hoja de vida del docente tutor .....	63
Anexo 5. Hoja de vida del estudiante investigador .....	64
Anexo 6. Evidencias fotográficas .....	65
Anexo 7. Esquema de tratamientos .....	67

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

<b>Título del proyecto:</b>	Efecto de tres fitohormonas en la propagación vegetativa de plántulas de plátano a partir de yemas en distintas frecuencias de aplicación.
<b>Tipo de proyecto:</b>	La investigación es de tipo experimental, se analizó el efecto de tres fitohormonas en el desarrollo de plántulas de plátano aplicado en diferentes edades.
<b>Fecha de inicio:</b>	Abril del 2023
<b>Fecha de finalización:</b>	Agosto del 2023
<b>Lugar de ejecución:</b>	Recinto Chipe Hamburgo 2, parroquia El Triunfo, cantón La Maná, provincia Cotopaxi.
<b>Unidad académica que auspicia:</b>	Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales
<b>Carrera que auspicia:</b>	Agronomía
<b>Proyecto de investigación vinculado:</b>	Al sector agrícola
<b>Equipo de trabajo:</b>	Bermello Basantes Wilber Alexander Ing. Macias Pettao Ramon Klever MSc. (Tutor)
<b>Área de conocimiento:</b>	Agricultura
<b>Línea de investigación:</b>	Desarrollo y seguridad alimentaria
<b>Sub líneas de investigación de la carrera:</b>	Tecnología para la agricultura



## 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En el Plan de Ordenamiento Territorial del GAD La Maná para el periodo 2019-2023, (POTyD, 2021), se establece que La Maná al ubicarse en la zona subtropical de Cotopaxi, tiene las condiciones adecuadas para la producción platanera, si bien es cierto que los cultivos tradicionales como cacao y banano son predominantes en la zona, en los últimos años la siembra de plátano para exportación se incrementó debido a la alta rentabilidad del cultivo y a su fácil manejo agronómico. En el sector Chipe Hamburgo 2, la mayoría de los habitantes se dedica a la agricultura, siendo el plátano una de las principales fuentes de ingresos de las familias, la propagación de esta musácea se realiza principalmente mediante la siembra directa de hijuelos, lo que a más de retardar el ciclo productivo de la planta, presenta un menor porcentaje de prendimiento en este método de siembra.

En la actualidad la producción platanera se ha incrementado de manera exponencial en el Ecuador, con la apertura a la exportación de plátano a diversos mercados del mundo el cultivo ha tomado mucha importancia, desplazando a plantaciones tradicionales como cacao y banano. Por ello se implementan diferentes técnicas para su manejo agronómico, especialmente en los métodos de propagación, donde la propagación tradicional es uno de las principales limitantes en el cultivo, debido al tiempo que transcurre desde la siembra del material vegetativo. Además, con el uso de fitohormonas en el cultivo de plátano se aceleran los procesos metabólicos de la planta, sin embargo, su aplicación se viene realizando de manera empírica, sin determinar la fitohormona adecuada para las distintas etapas fenológicas del cultivo (Meza, 2013).

El proyecto de investigación se efectuó en el recinto Chipe Hamburgo 2, de la parroquia El Triunfo, cantón La Maná, con el objeto de evaluar el efecto agronómico de tres fitohormonas en la propagación vegetativa de plántulas de plátano a partir de yemas en distintas frecuencias de aplicación. Se utilizaron las fitohormonas: citoquininas, giberelinas y el ácido abscísico, aplicadas en edades de 15 y 30 días a partir de la siembra. El diseño experimental utilizado corresponde al de Bloques Completamente al Azar, con un arreglo factorial de  $3 \times 2 + 1$ , correspondiente a tres fitohormonas (citoquininas, giberelinas, ácido abscísico) en dos edades de aplicación (15 y 30 días posterior a la siembra en fundas) más un testigo. Se obtuvieron siete tratamientos con cuatro repeticiones y cuatro unidades experimentales. Los datos de campo se registraron a los 30, 45 y 60 días posterior a la siembra. Se evaluaron las siguientes variables:

altura de planta, diámetro de pseudotallo, número de hojas, coeficiente de esbeltez y vigor, número de raíces, longitud de raíces y el análisis económico por tratamiento.

### **3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

Debido al impacto socioeconómico que la producción de plátano representa para los productores de esta musácea es necesario establecer métodos de propagación que permitan llevar un manejo técnico apropiado para incrementar la producción. Los métodos tradicionales de siembra directa en el campo son utilizados en su gran mayoría, no obstante estas técnicas conllevan un mayor tiempo hasta la emisión de los primeros brotes de la planta, sin tomar en cuenta los problemas por factores externos como condiciones climatológicas, vigor y viabilidad del material vegetativo que se emplee (Rumaldo, 2016).

Según Galán, *et al.* (2018) a nivel mundial el plátano se posiciona como una de las principales musáceas consumidas por las personas, debido a su alto contenido de proteínas y por sus propiedades nutricionales su consumo se realiza de manera directa o procesada en forma de pastas, harinas o cremas. La alta demanda de este producto por parte de los mercados asiáticos, europeos y norteamericanos causan que en nuestro país su producción aumente de manera significativa, por lo que es necesario implementar nuevas técnicas en su manejo, especialmente en la propagación que es la parte fundamental para su producción.

De acuerdo a Lalangui & Flores, (2022) la reproducción mediante yemas en musáceas tiene ventajas en comparación al método tradicional de siembra, no solo por preservar y asegurar la viabilidad de las plantas, sino que se garantiza la emisión de un mayor número de hijuelos, por lo que se obtendrán plantas con una mayor resistencia, de igual manera se incrementan los rendimientos por hectárea del cultivo. Ortega, (2017) manifiesta que con la utilización de cormos directamente extraídos de la planta madre se aprovecha un bajo número de hijuelos, además su extracción provoca el debilitamiento de las plantas de donde se extrae los hijuelos.

Aguirre, (2015) menciona que en la actualidad uno de los métodos utilizados en la propagación de musáceas es sin duda alguna la propagación asexual a partir de yemas apicales, sin embargo, esta técnica no es tan aceptada entre los pequeños productores de plátano, debido al costo elevado y al manejo técnico que requiere esta práctica; aunque actualmente esta técnica no necesita una mayor inversión por parte del productor, y sus beneficios son mayores que en la siembra tradicional.

A su vez, Suarez, et al (2019) afirma que la propagación mediante yemas en el cultivo de plátano se justifica debido a las constantes pérdidas que ocurren durante el proceso productivo del cultivo, es consecuencia de los múltiples impactos ocasionados por plagas y enfermedades, así como de las diferentes fisionarías provocadas por estrés ambiental. Sin embargo, el factor más determinante para el rápido deterioro de las plantaciones, es el poco o nulo conocimiento en torno a los métodos alternativos de propagación del plátano y el uso irracional de material vegetal proveniente de fincas afectada por plagas y enfermedades.

Con estos antecedentes se plantea la investigación para evaluar el efecto de tres fitohormonas en la propagación vegetativa de plántulas de plátano a partir de yemas apicales como una alternativa para establecer un método de propagación eficaz que asegure la producción platanera. De igual manera, se busca establecer la fitohormona que presente mejores resultados en el desarrollo vegetativo en las plántulas de plátano aplicadas en diferentes edades en almacigo.

#### **4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

**Beneficiarios directos:** En la presente investigación los beneficiarios directos son los productores de plátano de la zona y el equipo de trabajo partícipe del proyecto.

**Beneficiarios indirectos:** Los beneficiarios indirectos de la investigación corresponden a los moradores del sector, los estudiantes del área de agronomía y demás docentes investigadores.

#### **5. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

Para Pérez, *et al.* (2020) uno de los limitantes de usar material vegetal puro tratado por agricultores, es por eso que es un factor que las enfermedades y plagas se diseminen con facilidad en las plantaciones establecidas con anterioridad, pero si se lo realiza de la manera más adecuada se reducen significativamente el impacto negativo causados por patógenos, por lo que se puede incrementar la rentabilidad económica del cultivo, con la propagación esta la reproducción asexual por yemas, conservando las características de la planta madre.

Solorzano, (2018) afirma que en los últimos años en el Ecuador se ha venido incrementando el área de renovación en cuanto al cultivo de plátano, la necesidad de renovar y las bajas condiciones económicas que presentan en su gran parte los productores de este cultivo, impide que se implementen tecnologías de propagación innovadoras, al contrario, se conservan los

métodos tradicionales de propagación, sin tomar en cuenta que al emplear estos métodos se permite el ingreso de patógenos provenientes de otras plantaciones infectadas.

La pérdida de la producción en plátano reportada en el año 2020 según estadísticas del SIPA, (2021), la producción platanera se estima en alrededor de 1780 ha, las cuales fueron afectadas principalmente por plagas y enfermedades en las fases iniciales del cultivo, además de factores abióticos tales como frío, inundaciones y sequías. Adicionalmente, Hoyos & Perea, (2019) mencionan que existen alrededor de 6340 hectáreas de plantaciones longevas con edades entre 10 y más de 20 años, lo que ha sido también otro factor determinante para la baja productividad de plátano, debido al desgaste fisiológico y al ataque de las diferentes plagas y enfermedades.

Canchignia, *et al.* (2018) establecen que en los últimos años, se ha evidenciado un proceso de renovación continua de las plantaciones de plátano, puesto que se ha observado en ellas un constante deterioro. Esto ha conducido a que las nuevas plantaciones presenten serios problemas fitosanitarios o proliferación de nematodos, especialmente *Radopholus similis*, ataque de insectos como el picudo negro (*Cosmopolites sordidus*), y demás factores que provocan pérdidas significativas de la producción.

## **6. OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Evaluar el efecto de tres fitohormonas en la propagación vegetativa de plántulas de plátano a partir de yemas en distintas frecuencias de aplicación.

### **Objetivos específicos**

- Identificar la fitohormona que presente mejor respuesta agronómica en el desarrollo vegetativo de las plántulas de plátano mediante la propagación a partir de yemas apicales.
- Determinar la frecuencia óptima de aplicación de las fitohormonas que muestren la mejor respuesta agronómica y condiciones fisiológicas en las plántulas de plátano.
- Realizar un análisis económico en base a los tratamientos evaluados.

## 7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS RELACIONADO A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

**Tabla 1.** Actividades relacionadas con los objetivos planteados

Objetivos	Actividades	Resultados	Verificación
Identificar la fitohormona que presente mejor respuesta agronómica en el desarrollo vegetativo de las plántulas de plátano mediante la propagación a partir de yemas apicales.	<p>*Recolección de las yemas de plátano con características homogéneas.</p> <p>*Siembra de las yemas en fundas de polietileno.</p> <p>*Labores culturales en las plántulas de plátano.</p> <p>*Determinación de la respuesta agronómica de las plántulas a partir de la aplicación de las fitohormonas.</p> <p>*Recolección de datos de campo.</p>	<p>*Días a la emergencia de yemas.</p> <p>*Altura de planta.</p> <p>*Diámetro de pseudotallo.</p> <p>*Número de hojas.</p> <p>*Coeficiente de esbeltez y vigor</p>	<p>*Registro de datos de campo.</p> <p>*Monitores del ensayo.</p> <p>*Análisis estadístico.</p>
Determinar la frecuencia óptima de aplicación de las fitohormonas que muestren la mejor respuesta agronómica y condiciones fisiológicas en las plántulas de plátano.	<p>*Aplicación de las fitohormonas en las edades establecidas.</p> <p>*Registro de datos de campo en las edades evaluadas.</p>	<p>*Número de raíces.</p> <p>*Longitud de raíces.</p> <p>*Días a la disponibilidad de plántulas.</p>	<p>*Datos experimentales.</p> <p>*Tabulación y análisis de resultados.</p> <p>*Comparación de resultados entre tratamientos.</p>
Realizar un análisis económico en base a los tratamientos evaluados.	<p>*Determinación de los costos de producción.</p> <p>*Análisis beneficio/costo del proyecto.</p>	<p>*Elaboración del análisis económico.</p>	<p>*Análisis de costos de producción.</p> <p>*Presupuesto de la investigación.</p> <p>*Beneficio neto para el productor.</p>

Elaborado por: Bermello, (2023)

## **8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA**

### **8.1. Generalidades**

El cultivo de plátano (*Mussa Paradisiaca*), es uno de los alimentos de mayor consumo alrededor de todo el mundo, según estadísticas de la FAO en el 2021, entre los países que mayormente exportan plátano están: India, Indonesia y China en Asia, mientras en el continente americano Brasil, Colombia y Ecuador están entre los principales importadores de esta musácea. El mercado más frecuente del plátano se centra en el mercado europeo, que han visto en el plátano ecuatoriano uno de los que mejor sabor y consistencia tengan (FAO, 2021)

Hoyos & Perea, (2019) consideran al plátano una de las principales fuentes de alimentación en los hábitos alimenticios de la mayoría de las personas del país, su adaptabilidad y resistencia a plagas y enfermedades la vuelven un cultivar producido a gran escala. Debido a su alta rentabilidad y a su manejo técnico que a diferencia de otra musácea como el banano, no es tan exigente, el plátano está reemplazando a otros cultivos tradicionales como el cacao y cultivos de ciclo corto, debido al incremento de su demanda, en la actualidad la producción de plátano está desplazando inclusive a los cultivos de banano.

Arcilga, (2021) afirma que este cultivo es considerado una de las fuentes alimenticias de mayor importancia a nivel social, constituyéndose en el favorito de la población, sobre todo en la región costera y la Amazonía del Ecuador. El plátano es considerado de importancia debido a que está involucrado en la mayoría de los sistemas agrícolas de producción en la zona tropical del país, representa una fuente de ingresos directos a las familias que se dedican a la producción platanera, consolidándose como uno de los productos más consumidos por los mercados internos y externos.

Sin embargo, Coto, (2016) afirma que su producción está limitado por problemas que afectan al cultivo, sobre todo en la fase de siembra, donde a menudo se efectúa por colinos o partes vegetativas, además, sumado a la infertilidad de algunos suelos con el poco o nulo conocimiento de los agricultores sobre la tecnificación del cultivo, disminuyen los niveles de máxima producción de este cultivo. Aunque el plátano tiene mucha importancia para los productores que se dedican a su producción, consumo y exportación, en el país el manejo técnico es aún desconocido, por las pocas investigaciones efectuadas en esta musácea y sus métodos de producción, sobre todo en las nuevas técnicas de propagación y la nutrición vegetal que conlleva este cultivo.

La demanda de este cultivo en los mercados locales e internacionales originan una alta demanda del cultivo, es por ello que los agricultores optan por renovar sus plantaciones cuyo manejo tradicional ha ido mermando su producción, esto en conjunto con otros factores como incidencia de plagas y enfermedades, el desconocimiento de la fertilización adecuada para el suelo, otro factor que limita su producción es el poco incentivo a la tecnificación del cultivo, lo cual disminuye su cadena de comercialización de este cultivo (Robinson & Galan, 2012).

A estos problemas se suma el poco conocimiento en cuanto a los métodos de multiplicación de la musácea, lo cual está limitado a la producción por hijuelos. La importancia económica del plátano en el Ecuador se centra en tres variedades de plátano: dominico, hartón y barraganete, de estos el último sobresale, por la importancia económica debido a que se destina para el autoconsumo y en los últimos años se deriva para la exportación, lo que genera un beneficio económico para quienes se dedican a esta actividad (Aguirre, 2015).

## **8.2. Origen y taxonomía**

Hwan & Chen, (2014) ubican al plátano como originario del sudeste asiático, a pesar de que el cultivo empezó a establecerse comercialmente en las islas Canarias de España. En la actualidad se producen alrededor de 58 millones de toneladas de plátano en el mundo, siendo la variedad hartón uno de los más apetecidos en los mercados mundiales, por su textura y sabor, además entre los principales países productores están ubicados en Latinoamérica, Centroamérica y el continente asiático

Es así que López, (2015) manifiesta que el inicio de su consumo tuvo lugar en la región tropical asiático, a lo largo de las islas Salomón, hasta la India, llegando al norte de Australia, Nepal y la parte oriental de Asia, donde se cultivaba en estado silvestre las primeras especies de los géneros *balbisiana* y *acuminata*. Los restos arqueológicos hallados en África, específicamente en Papua Nueva Guinea detallan que esta musácea ya se cultivaba de manera doméstica en estas regiones hace 7000 años atrás

A partir de su origen la platanera siguió expandiéndose hasta las regiones tropicales y subtropicales alrededor de todo el mundo, los primeros indicios se remontan hasta el año 850 antes de la era cristiana, así mismo se tienen conocimientos que desde los años 650 después de Cristo se conoció de su existencia en toda la costa mediterránea. Con las conquistas y expansión del cristianismo se propagó por toda la región meridional de Europa, hasta que fue ubicado

definitivamente para establecerse como un cultivo domesticado en las costas de las islas Canarias, en España, por ello es que muchos autores mencionan que el plátano es originario de estas islas (Alcivar & Tuarez, 2021).

Coto, (2016) menciona arribó a las islas Canarias, a inicios del siglo XVI, posteriormente se extendió hasta América, en los años de 1516, provenientes del sudeste asiático. Un acontecimiento que permitió expandirse por fuera de Europa se debió al descubrimiento del continente americano, se desarrollaron cultivares de plátano a lo largo de la costa, donde se localizaron los primeros vestigios en Costa Rica, Colombia, Ecuador, Brasil, entre los cuales los tres últimos son más extensos.

Según datos de Espinoza & Lara, (2013) el origen de esta musácea parte desde la península Maya, donde los primeros aborígenes cultivaban los plátanos de manera primitiva. A diferencia de otros autores que mencionan que el plátano o banano se originó y estableció en las islas Canarias, de tal manera que su centro de origen ciertamente se basa en estos dos puntos. Es así, que los bananos y platanitos son provenientes del sudeste de Asia, de tal manera que su cultivo se ha expandido por todo el mundo, constituyéndose en la base de la alimentación para las personas que se dedican a su explotación.

### **8.3. Descripción botánica**

De acuerdo a Parra *et al.*, (2019) el plátano es considerado una planta herbácea gigante, está constituida por un falso tallo o pseudotallo, con hojas paralelas entre sí de 2 a 3 metros de longitud, raíces compuestas por un sinnúmero de raicillas que aparte de servir de anclaje, permite una mayor asimilación de nutrientes presentes en el suelo. El pseudotallo es una agrupación de brácteas que se derivan desde la raíz hasta la parte prominente de la planta.

#### **8.3.1. Pseudotallo**

En cuanto al pseudotallo Aragón *et al.*, (2016), describen como un tallo falso con rizomas, el cual se desarrolla desde la zona radicular final, hasta el ápice. Espinoza & Lara, (2013) mencionan que cada uno de los hijuelos que parten del rizoma al llegar a la madurez, las yemas meristemáticas van desarrollándose, por lo que evoluciona en una especie de inflorescencia que es empujada hasta arriba, a partir de la elongación del pseudotallo. Constituido por láminas foliares cruzadas entre sí, lo cual conforma una estructura desde la cual surgen las hojas.



### **8.3.2. Hojas**

Avellan *et al.*, (2017) describe las hojas como de tamaño grande, entre 2 a 3 metros de longitud, la cual se extiende a partir de un peciolo adyacente, presentan una distribución de forma espiralada, con una bifurcación en Y al cruzarse las hojas, esta estructura da lugar a la formación del pseudotallo, estos terminan en una inflorescencia que se desarrolla por el centro del pseudotallo, hasta la superficie. Las hojas pueden alcanzar longitudes de hasta 3 metros, siendo más resistentes al ataque de enfermedades foliares y de condiciones climatológicas, a diferencia de otras musáceas.

### **8.3.3. Inflorescencia**

La inflorescencia tiene un color amarillo, de tipo irregular, comúnmente con seis estambres, siendo uno de ellos estéril formando pétalos. En cuanto al gineceo, está formado por un ovario ínfero y tres pistilos. El total de la inflorescencia constituye la formación del racimo del plátano, Las flores que agrupan una bráctea forman un conjunto conocido como mano, que puede estar formado por 3 a 30 dedos en total. La cantidad de dedos varía en cada variedad. Cuando el racimo cumple su vida comestible, forma una estructura que en la mayoría de los casos sobresale por la parte final (Acevedo & Vera, 2019).

### **8.3.4. Frutos**

Para Narvaez, (2014) el fruto está constituido por una especie de dedos, que en conjunto forman un racimo, la edad fisiológica apta depende del estado que se quiera consumir el plátano. Esta reacción determina la forma del racimo. El racimo del plátano puede contener entre 5 y 9 manos, con tamaño y estructura variable dependiendo de la variedad, de coloración verdosa, al llegar al final de su ciclo fenológico adoptan una coloración amarilla. El fruto es comestible directamente, con una pulpa suave en la maduración fisiológica.

En estudios recientes realizados por Pérez *et al.*, (2020) tratan de obtener material vegetativo a partir del fruto del plátano, con el fin de obtener las características deseadas para plantas altamente productivas, que sean resistentes a las condiciones ambientales adversas del lugar donde vayan a ser plantadas. Sin embargo estos métodos de propagación se desarrollan en laboratorio y bajo condiciones controladas, por lo que la aplicación entre los productores es nula, por la inversión que se necesita para su ejecución.

### **8.3.5. Raíz**

Las raíces del plátano, como de la mayoría de las musáceas comestibles empiezan a emerger desde la parte más prominente del corno sembrado, pudiendo alcanzar una altura hasta los 4 metros, las raíces primarias se extienden horizontalmente, mientras que las secundarias alcanzan longitudes de hasta 1.50 metros, formando una ramificación donde se desarrollan los pelos absorbentes que son los encargados de absorber los nutrientes que la planta necesita para su apropiado desarrollo. A más de cumplir esta función, las raíces sirven como anclaje para la planta, evitando volcamientos por vientos o ataques de patógenos (Solorzano, 2018).

## **8.4. Manejo del cultivo**

### **8.4.1. Control de malezas**

De acuerdo a Carrillo, (2014), la eliminación de malezas se considera una de las labores culturales más importantes, sobre todo en plantaciones recién establecidas, por lo que compiten por luz, agua y nutrientes, la deficiencia de cualquiera de estos elementos retrasa el crecimiento y desarrollo de la planta, del mismo modo la maleza puede generar hospederos para plagas y enfermedades, provocando pérdidas significativas en la producción. Para el control de malezas se puede utilizar el método orgánico con el uso de compuestos vegetales, manual con herramientas, químico a base de herbicidas, pero la mejor manera de mantener sin malezas el cultivo se basa en la prevención, mediante la eliminación temprana de arvenses

### **8.4.2. Selección de hijuelos**

La selección de hijuelos se trata de eliminar los colines deformes, en exceso o con mala ubicación. Se la realiza para evitar competencias, es recomendable dejar de uno o dos hijos espadas bien ubicados, es decir exista la presencia de una planta madre e hija, o en casos plantas madre, hija y nieta. Para la selección de hijuelos se utiliza un machete cuadrado o una palilla de profundidad, se realiza el corte profundo para extraerlos de raíz y eliminando su punto de crecimiento. Esta actividad se ejecuta dependiendo del crecimiento y densidad de los hijuelos, procurando siempre a no herir los hijuelos funcionales (Staver & Lescot, 2020).

### **8.4.3. Deshoje**

Solorzano, (2018) menciona la importancia de esta labor, para mantener una buena productividad del cultivo, se debe eliminar las hojas secas, amarillas y que presenten daños

fisiológicos. Para ello se emplea un podon, de manera semanal en la época lluviosa y hasta dos veces por semana en la época seca, para evitar la proliferación de enfermedades foliares que puedan acabar con el cultivo.

#### **8.4.4. Limpieza de planta**

Marquez & Cassetero, (2021) mencionan que esta actividad consiste en eliminar las partes de pseudotallos no funcionales, como vainas y chantas que estén secas o descompuestas, la importancia de la limpieza de planta se debe a que con esto eliminamos sitios que pueden ser hospederos de insectos plaga, que son vectores para enfermedades. La limpieza de planta se debe efectuar cada mes, de manera cuidadosa para evitar lesiones o heridas en la planta. Se debe evitar quitar excesivamente las partes de la planta, a fin de que mantenga su humedad, especialmente en la época seca, donde necesita retener la mayor cantidad de líquidos.

#### **8.5. Fertilización**

Suarez *et al.*, (2019) sostienen que en el cultivo de plátano para la fertilización se debe tomar en cuenta los requerimientos del cultivo, así como un análisis de suelo que permita establecer los elementos presentes en el sitio de plantación. De esta manera se pueden establecer las dosis adecuadas para un correcto aprovechamiento del fertilizante. Por lo tanto, la dosificación de los fertilizantes dependerá de los requerimientos nutricionales de la planta, el contenido de elementos presentes en el suelo, así como la frecuencia de aplicación.

En tanto a Lemos *et al.*, (2013) afirma que para la fertilización se debe tomar en cuenta el estado fenológico de la planta, en ocasiones se puede fertilizar antes de la siembra, hasta después de 6 meses de plantación. Se debe fertilizar acorde a las necesidades, fraccionando entre frecuencias de aplicación, en base a las dosis obtenidas a partir de un análisis de suelos y los requerimientos nutricionales de la planta.

Del mismo modo, Barrera & Barraza, (2019) menciona que para obtener una buena productividad, con plantas resistentes a condiciones climatológicas adversas, es necesario fertilizar inicialmente con fracciones antes de la siembra, a los 45 días se puede efectuar una segunda fertilización, complementando la tercera aplicación a los 60 días. Finalmente a los 150 días se realiza una incorporación para estimular el desarrollo vegetativo de los hijuelos y plantas retorno que se puedan utilizar como material de propagación.

## 8.6. Reproducción

Según Meza, (2013) el plátano es una herbácea que no se puede multiplicar de manera convencional por semillas, para su reproducción es necesario utilizar partes vegetativas de la misma planta. El material vegetativo procede de la planta madre, es conocido como colinos, cepas, cormos o hijuelos, en ocasiones el material vegetativo está contaminado con patógenos en su interior, siendo un foco de diseminación de plagas y enfermedades. En la multiplicación tradicional se usa las partes vegetativas de la planta o hijuelos, los cuales se siembran para que se conviertan en unidades productivas, esta técnica se la usa tradicionalmente, pero su aplicación es un problema fitosanitario al tratar de renovar las plantaciones.

Sin embargo, en la actualidad se está implementando otro método de propagación. En el método de propagación *in vitro* se trata de obtener plantas con las mejores características productivas y vegetativas de la planta madre, generalmente este tipo de reproducción está centrada únicamente como un método de investigación, se lo realiza en laboratorios equipados con tecnología apropiada, que cumpla con las características para el medio de cultivo, mediante la inserción en el medio de cultivo esterilizado, para regenerar las plantas, se debe mantener controlado el ambiente del cultivo, tanto físico como químico, no obstante su práctica solo está limitada al laboratorio y no se puede aplicar en el sitio definitivo Álvarez *et al.*, (2020)

Al igual que en la mayoría de las musáceas, el plátano no se reproduce sexualmente, por lo tanto, las únicas maneras de multiplicación se dan de manera asexual, mediante cormos, colinos o yemas. A pesar que la propagación vegetativa sea la más utilizada y de manera eficiente, con este método en ocasiones se produce que las infestaciones de plagas y enfermedades se produzca con mayor frecuencia en el cultivo, al mismo tiempo el ataque en grandes escalas de estas plagas y enfermedades puede disminuir la producción, llegando incluso a terminar con plantaciones enteras (Guaita, 2018).

Por ello, Coss & Ruiz, (2020) recalcan la importancia de considerar la procedencia del material vegetativo para la siembra, debe estar libre de elementos patógenos, debido a que en la mayoría de los casos vienen infectadas con plagas o enfermedades que pueden causar graves daños en las plantaciones ya establecidas, por ello se debe conocer el origen de los hijuelos a sembrar y someter el material vegetativo a una desinfección, que si bien es cierto los productos químicos son más empleados por su rápido efecto, el uso indiscriminado de estos insumos causa un grave deterioro al medio ambiente (Coss & Ruiz, 2020).

### **8.6.1. Propagación por hijuelos o colinos**

Es la técnica más empleada por los agricultores plataneros, por ello es necesario que para obtener cultivos sanos que garanticen la sanidad de las plantas y aseguren los rendimientos agronómicos apropiados, sin embargo en la mayoría de veces los productores no realizan la selección de plantas madres de manera apropiada. Es por ello que se deben seleccionar las plantas que presenten las mejores características vegetativas y de producción, que no presenten afectaciones fitosanitarias ni fisiológicas, que produzcan racimos de tamaño aceptable para su producción (Bakelana & Mpanda, 2016).

Aunque Hasipuela, (2013), afirma que la propagación por hijuelos es el método tradicional más empleado en la propagación del plátano es mediante cepas o cormos, para ello se extrae hijuelos de la planta madre, los cuales serán sembrados directamente en el sitio del cultivo. Es necesario también que los hijuelos se adapten bien al lugar de plantación, existen casos en los que se obtienen hijuelos de lugares distantes y al plantarse en el nuevo entorno sufren estrés medioambiental y tienden a marchitarse y morir.

### **8.6.2. Propagación por cebollines**

En este método de propagación López, (2015) menciona que se emplean los colines que en casos no están destinados a la selección como unidades productivas, en algunos casos se utilizan los denominados hijos de agua, los cuales son sembrados en bolsas plásticas y establecidos en estructuras bajo techo o invernaderos. La propagación por cebollines es similar al método de yemas, con la diferencia que al extraer las plantas directamente de la madre y sin un tratamiento adecuado tienen la desventaja de presentar afectaciones fitosanitarias o fisiológicas propias de la planta donde fueron extraídas

Rumaldo, (2016) menciona que para este método se usan los cormos procedentes de la selección de hijos no funcionales, de pesos entre 200 a 400 gramos, a la cual se realiza una profunda limpieza, para eliminar partes atacadas por plagas o descartar cebollines que presenten indicios de enfermedades. La propagación por cebollines tiene como inconveniente que en ocasiones los cormos están infectados desde el interior por el ataque masivo de patógenos, por lo que no se observa a simple vista y el cebollín termina por secarse o infectar las plantas que ya se encuentran establecidas.

En tanto, Narvaez, (2014) afirma que para la multiplicación por cebollines se deben seleccionar las plantas que mejores condiciones presenten, debido a que las yemas procedentes de los cormos recolectados mantendrán las características de la planta madre. Se procede a eliminar el punto de crecimiento para evitar la propagación de la cepa, ya que lo que se quiere es únicamente la aparición y desarrollo de las yemas. Se recomienda además la aplicación de bioestimulantes para fortalecer el crecimiento de las yemas que serán plantadas en las fundas y posteriormente sembradas en el campo.

### **8.6.3. Propagación por yemas**

La propagación por yemas, según Aguirre, (2015) define a este método implica la eliminación del meristemo o punto de crecimiento del cormo, a fin de estimular la brotación de las yemas adventicias de los cormos. Esta técnica de propagación se extrae directamente de la planta madre y no de un cormo en específico. Mediante la propagación de yemas se pueden obtener un promedio de 6 a 9 yemas por planta madre, lo cual representa un alto número de plántulas para la siembra.

Villar, (2016) de igual manera corrobora lo anterior, debido a que en este tipo de propagación se trata de mantener de manera más efectiva el vigor de las yemas. Debido a esto se vienen desarrollando diferentes métodos para perfeccionar la multiplicación por yemas, para estimular el desarrollo y potencializar las características productivas de la planta, de esta manera se asegura una producción sostenible y sustentable, de modo que se incrementan el número de plantas viables por cada unidad de producción.

## **8.7. Marcos de plantación**

### **8.7.1. Selección y preparación del terreno**

De acuerdo a Robinson & Galan, (2012) los terrenos más apropiados para la producción de plátano son aquellos de topografía plana, con pendientes no tan pronunciadas, que tengan buen contenido de materia orgánica, con suficiente aireación y drenaje. En caso de sembrar en suelos donde se hayan realizado cultivos extensivos anteriores se debe desinfectar el suelo, ya que el plátano es susceptible a enfermedades radiculares. Es recomendable para la siembra de plátano terrenos planos que se encuentren cultivados con otro tipo de cultivo, para que puedan sintetizar los nutrientes presentes en estos suelos, sobre todo en suelos donde no se dificulte cumplir con las labores culturales apropiadas para este cultivo.

### **8.7.2. Trazado y balizado**

Aspiazu, (2017) determina que se puede sembrar en cuadrado, rectángulo o triangular. La siembra en triángulo mejora la distribución de las plantas en el sitio definitivo, se aprovecha de mejor manera la superficie a cultivar, incluso en terrenos con poca pendiente. El trazado de siembra en cuadro y rectángulo se recomienda para terrenos planos, en terrenos con topografía irregular se recomienda sembrar respetando las curvas de nivel, para evitar erosionar la capa arable del suelo. La siembra por plántulas se está llevando con mayor frecuencia, debido a la rápida emisión foliar, con lo cual la planta se desarrolle con mayor rapidez.

### **8.7.3. Siembra**

Para la siembra, Ortega, (2017) menciona que los hoyos deben tener unas dimensiones de 0.40\*0.40 metros, dependiendo del método de siembra utilizado. Los hoyos se realizan en el lugar donde están señaladas las balizas. Es importante al momento de la apertura de hoyos separar la capa superficial con lo extraído al final del hoyo, para que al momento de la siembra se pueda colocar primero la parte superficial del suelo y posteriormente la parte del suelo que fue extraído al final.

Para Contreras, (2022) al momento de sembrar el plátano se puede incorporar algún fertilizante orgánico como humus de lombriz o compost, del mismo modo se puede combinar con fertilizantes químicos como urea o nitrato de amonio para potencializar el vigor de las plantas, el fertilizante se puede colocar en el fondo del hoyo, agregar una fina capa de tierra y proceder a la siembra. Al momento de la siembra es necesario que se coloque en una correcta posición a los hijuelos, se debe presionar con firmeza el suelo para evitar que se formen bolsas de aire en el suelo, lo que dificulta el correcto desarrollo de las raíces o sirve de medio de desarrollo de patógenos, provocando una baja asimilación de nutrientes.

Cuando se siembra con plántulas procedentes de almácigos, es recomendable quitar con cuidado la funda, para evitar el daño en el sistema radicular de la plántula, debido a la composición volátil del sustrato, del mismo modo se debe mantener húmedo el suelo y las plántulas para evitar un estrés hídrico, en casos la falta de humedad provoca que las plántulas no puedan fijarse al suelo por lo que no se desarrollaran adecuadamente, causando que la planta sufra de volcamientos en el futuro, igualmente las condiciones del sitio de siembra definitivo cumplen con un papel importante en el desarrollo de la planta (Flores O. , 2018).

#### 8.7.4. Densidad de siembra

De acuerdo a Medina *et al.*, (2015) la densidad de plantas de plátano sembradas por hectárea está en función de la variedad, ubicación y el sistema de cultivo empleado. Cuando se asocia con cultivos como café o cacao, se puede sembrar entre las hileras de los cultivos establecidos, en distancias de 3\*6 metros, se debe tomar en cuenta la distancia entre hilera de los cultivos establecidos, en distancias amplias se puede llegar a tener una densidad de siembra de hasta 650 plantas por hectárea en cultivos asociados.

Cuando se siembra el plátano como un sistema monocultivo se reducen las distancias de siembra, por lo que se recomienda una distancia en metros de 3\*3 en cuadrado, 2.5\*2.5 en sistemas rectangulares y 3\*2 cuando se destina a la producción de material vegetativo. Por lo que la densidad de plantas por hectárea no debe ser superior a 2000 plantas. En sistemas asociados se puede plantar en medio de la otra especie, normalmente se está sembrando entre las hileras de cacao o en distancias mayores en plantaciones de malanga; inclusive con otras musáceas como el orito (Barrera & Barraza, 2019).

#### 8.8. Fitohormonas

Grisales, (2014) conceptualiza que las fitohormonas son compuestos producidos por células vegetales, que influyen en el desarrollo de las células de una planta, lo que ejerce un significativo crecimiento y desarrollo de los tejidos vegetales, incrementando su crecimiento. En el grupo de las fitohormonas los principales están: citoquinina, auxina, giberelina y el ácido abscísico. Aspiazu, (2017) menciona que en la reproducción asexual se pueden utilizar las fitohormonas, al ser productos de elementos sintetizados, que en muchos de los casos viene combinada con otra fitohormona para complementar su eficacia.

Son también conocidas como hormonas vegetales, al ser compuestos químicos empleados por las plantas para generar la respuesta fisiológica en periodos cortos de tiempo, por ello se podría decir que tienen su efecto principal en cualquier parte del tejido vegetal. Son responsables de un sinnúmero de procesos fisiológicos, como el desarrollo de hojas y tallos, floración, maduración de frutos, entre otros. Es importante mencionar que el uso descontrolado de una fitohormona, puede bloquear la síntesis de algún elemento en las plantas (Cruz & Ruiz, 2012). Para Avellan *et al.*, (2017) las fitohormonas controlan varias funciones en las plantas, debido a esto existen muchos tipos, cada uno con una función en específico dentro del



metabolismo de las plantas, de esta manera unas fitohormonas estimulan el crecimiento de brotes o yemas, otras son encargadas de incrementar el número de frutos, algunas incluso aceleran la maduración de los frutos antes de que estos lleguen a su etapa fisiológica de maduración. También actúan en los meristemas y tejidos vegetales, en este caso siendo transportadas por los vasos conductores por toda la planta.

Suarez *et al.*, (2019) menciona que las hormonas vegetales son sustancias químicas producidas a nivel celular, en sitios específicos de la planta, sobre todo en las hojas y tallos de ciertas plantas, tienen influencia sobre otras células como mensajeros de las sustancias químicas, regulando constantemente los procesos fisiológicos en las plantas. Algunos tipos de fitohormonas son producidas por ciertas especies de plantas, como algas marinas y residuos de animales sintetizados, como en el caso de ciertas conchas y microorganismos con alto contenido de sustancias minerales.

### **8.8.1. Citoquininas**

Para Umaña, (2016) menciona que las citoquininas pertenecen a un grupo de hormonas vegetales que promueven la diferenciación y división celular, siendo el proceso más importante en la fisiología de las plantas. Las citoquininas son utilizadas como un método de aceleración al crecimiento y desarrollo vegetativo, su uso se puede dar en plantaciones establecidas como en vivero, de igual manera tienen eficiencia en plantas que inicien su fenología, como en plantas que se encuentren en su ciclo de producción. Por ello las aplicaciones de citoquininas tienen buenos resultados en la mayoría de los cultivos, sean de ciclo corto o perennes

Coss & Ruiz, (2020) mencionan que el descubrimiento de las citoquininas se registra en mediados de 1950, se estudiaron como un factor para promover la estimulación a nivel celular, de esta manera incrementar el desarrollo de los tejidos vegetales en cultivos *in vitro*, es así que la primera citoquinina se elaboró desde el endospermo inmaduro del cultivo de maíz. La citoquinina es un compuesto que se deriva de una base adenina, que a su vez se manifiesta en su capacidad de empezar y mantener el desarrollo de los tejidos meristemáticos en las plantas, independientemente de la cantidad o concentración de esta fitohormona.

En lo referente a la estructura de las citoquininas, Stoller, (2021) manifiesta que se pueden encontrar como moléculas derivadas de la adenina, su cadena lateral es de tipo isoprenoide o aromática. En el grupo de las citoquininas isoprenoides, está la zeatina, isopenteniladenina y

demás elementos que integran esta fitohormona. Por lo general, la citoquinina actúa a nivel celular, estimulando la elongación de las células presentes en los tejidos vegetales, dando como resultado el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Por ello, Arcilga *et al.*, (2021) recalca que las citoquininas a nivel celular pueden iniciar la división celular, que posteriormente formarán tejidos vegetales madre, estas fitohormonas se sintetizan en las células de los ápices radiculares. Por tal motivo, si ambas tienen la misma concentración se crearán callos meristemáticos que se convierten en una agrupación de millares de células no diferenciadas, al contrario, si existe una alta concentración de citoquininas estimula el crecimiento de la planta, mientras que un mayor número de auxinas se promueve la formación de raíces.

En estudios realizados por Contreras, (2022) se comprobó que la citoquinina que se usa con mayor frecuencia en los cultivos de musáceas es la 6-6-Bencilaminopurine, la cual tiene la particularidad de inducir la mayor cantidad de brotes, sobre todo en yemas apicales, sin embargo, las altas concentraciones de citoquininas inhiben la elongación celular, dando como resultado plantas de tipo deforme o anormales en su crecimiento. Las respuestas agronómicas de las combinaciones de citoquinina con otras fitohormonas dependerán de la consistencia genómica de la planta a asimilar diferentes fitohormonas, por lo que presenta buenos resultados en dosis equilibradas.

### **8.8.2. Giberelinas**

Para Borjas & Alvarado, (2020) las giberelinas son un tipo de fitohormonas que estimulan el crecimiento y desarrollo vegetativo en las plantas. Algunas fuentes de generación de esta fitohormona corresponden a microorganismos como: *Bacillus spp.* *Lactobacillus spp.* *Trichoderma spp* y otros microorganismos eficientes. Se podría decir que la mayoría de estas fitohormonas no presentan una capacidad por sí mismo para incrementar el desarrollo de la planta, por lo que se necesita combinarlas con otras fitohormonas para un mejor efecto en los cultivos. En general, casi todas las giberelinas son compuestos inactivos o no tienen un buen funcionamiento por sí solas, excepto cuando son aplicadas en edades precoces de los cultivos.

En este sentido, Contreras, (2022) expresa que las giberelinas cumplen su función a nivel del desarrollo y formación de tejidos, los cuales están en un constante crecimiento, es por ello que el ácido giberélico cumple un papel importante en el crecimiento de los nudos y entrenudos de

las plantas, elongando sus segmentos nodales. En el cultivo del plátano las giberelinas no se concentran en su desarrollo vegetativo, sino en el ensanchamiento del fuste del pseudotallo, lo cual permite que las plántulas no tenga problemas al momento de ser transportadas al sitio definitivo de siembra, mejorando su adaptabilidad en el campo.

Narvaez, (2014) explica que por lo general las giberelinas se localizan en gran cantidad en las partes reproductivas de las plantas, a diferencia de los tejidos jóvenes, esta fitohormona se presenta en mayor cantidad en las partes adultas de la planta, por ello la síntesis de la giberelina se ve con mayor frecuencia en las raíces, tallos y semillas antes que en los tejidos meristemáticos. De igual manera, la fitohormona actúa en la maduración de los frutos, y favorece a la aceleración de la producción de los cultivos, al ser combinada con otra fitohormona se produce un equilibrio entre el desarrollo y la productividad de la planta.

Adicionalmente, Parra *et al.*, (2019) manifiesta que con aplicaciones de giberelinas se consigue activar el desarrollo y vigor de las plantas, cuando son sometidas a un estrés medioambiental durante la primera fase del cultivo, lo cual favorece el desarrollo y maduración de frutos, estimula la aparición temprana de yemas apicales, por lo que la planta en ocasiones suele presentar un crecimiento acelerado, el uso indiscriminado de esta fitohormona provoca que se obtengan plantas que producen precozmente, a edades tempranas, por lo que se obtendrán plantas pequeñas con frutos que no alcanzan su madurez fisiológica.

Mientras que Flores & Lalangui, (2022) sostienen que una de las principales funciones de las giberelinas en las musáceas es el favorecer la emisión de yemas, estimulando el crecimiento vegetativo, lo que permite obtener un mayor índice foliar y fotosintético. Al mismo tiempo estimulan la floración, por lo que el envejecimiento de la planta se ve retrasado considerablemente, de igual manera se produce un mayor número de hijuelos acelerando el desarrollo de hijos retorno en la planta.

Para Cruz & Ruiz, (2012) las concentraciones de giberelinas incrementan la viabilidad del crecimiento de las yemas adventicias, estimulando la aparición de un mayor número de yemas y posteriormente dar paso al crecimiento reproductivo. No obstante, con las aplicaciones excesivas de giberelinas o con la combinación con fitohormonas o biorreguladores de crecimiento que no son compatibles entre sí, se llegan a obtener plantas jóvenes con una producción deficiente.

### 8.8.3. Ácido abscísico

Barrera & Barraza, (2019) manifiestan que el ácido abscísico se encuentran en todos los tejidos de la planta, no obstante, la mayor concentración se encuentra en las regiones que están en desarrollo, de tal manera que el ácido abscísico es un promotor para el desarrollo de la masa radicular, su uso en almácigos es muy difundido, especialmente en las primeras etapas, donde la planta requiere una mayor asimilación de nutrientes.

Al momento de hablar de la concentración Alcántara & Acero, (2019) puntualizan que las concentraciones apropiadas de ácido abscísico, a más de incrementar el desarrollo radicular de la planta, son promotoras de la división celular, especialmente en plantas que no presentan un tallo verdadero como en el caso del plátano, donde esta fitohormona ayuda en el ensanchamiento del fuste del pseudotallo, volviendo más resistente a la planta en sitios donde existen vientos que puedan causar doblamiento del pseudotallo.

Mientras para Meza, (2013) el descubrimiento del ácido abscísico importancia, al ser una fitohormona que no era conocida anteriormente a pesar de su importancia en la fisiología de la planta, como un potenciador para el crecimiento de raíces entre otras propiedades de incrementar el crecimiento y desarrollo de las plantas. Esto dependerá del mecanismo de acción de esta fitohormona en cada órgano de los cultivos, por lo que es la planta la encargada de controlar estos cambios fisiológicos que se den en el metabolismo celular, con la finalidad de mantener una concentración equilibrada.

En tanto a Valle, (2021) menciona que el ácido abscísico inducen procesos de crecimiento y desarrollo vegetativo, esta fitohormona actúa a nivel celular de manera compleja, al mismo tiempo cumple con el efecto de división y elongación celular, aparte de la síntesis en los tejidos vegetales, además potencializa la división celular meristemática, y resistencia de la pared celular, incrementando la producción de proteínas, que favorece al desarrollo metabólico de la planta, de igual manera refuerzan el tejido vegetal.

Al mismo tiempo, Sunshine & Mogollón, (2018) sostienen que las aplicaciones de ácido abscísico en frutales acelera la etapa de maduración e induce la floración acelerada. Las incorporaciones de ácido abscísico son indispensables en los métodos de propagación in vitro, debido a su acción a nivel radicular, estimulando la formación de raíces secundarias que facilitan la absorción de nutrientes. En cambio, a nivel vegetativo el ácido abscísico tienen la

función de elongación del pseudotallo y la estimulación para el apareamiento de hojas, así como la producción de diferentes raíces adventicias y el aumento de la dominancia apical.

Las incorporaciones de ácido abscísico combinadas con otras fitohormonas se realiza con la finalidad de complementar sus propiedades, en conjunto con las giberelinas estimulan el desarrollo de las plantas, volviéndolas más robustas y resistentes a condiciones medioambientales desfavorables. Existen genotipos de plátano en los que esta fitohormona no es necesaria, sin embargo, su aplicación se recomienda para mantener los niveles de fitohormonas en la correcta fisiología de la planta (Narvaez, 2014).

### **8.9. Antecedentes de la investigación**

La investigación efectuada por Guaita, (2018) tuvo como objetivo la adaptación de banano Williams. Las variables evaluadas correspondieron a: altura y diámetro del pseudotallo, número y longitud de raíz. En los resultados obtenidos se evidencia la mayor altura de planta alcanzó T3 con 19.44 cm. a los 30 días y 31.26 cm a los 60 días, mayor diámetro con ácidos fúlvicos alcanzando 5.80 cm, el mayor número de hojas se dio en T3, con 7.10 hojas. En la longitud radicular T3 obtuvo raíces de 37.50 cm. El mayor número de raíces se presentó en T3 con 20.33 raíces por plántula.

Canchignia *et al.*, (2018) estudiaron las siguientes variables: altura de planta, número de hojas, índice de vigor o esbeltez, masa y longitud radicular. Se alcanzaron los siguientes resultados: altura de planta con mayores resultados en giberelinas con 17.67 cm, 27.18 cm y 38.36 cm en los 30, 45 y 60 días de evaluación. El mayor número de hojas en los 30 días se presentó con aplicaciones de citoquininas con 3 hojas verdaderas y 7.34 hojas. Para el índice de vigor los valores más representativos se obtuvieron con giberelinas con un índice de 6.14. Finalmente se contabilizaron 26 raíces por plántula, con longitudes de 27.16 cm.

Aspiazu, (2017) llevo a cabo una investigación con la incorporación de tres fitohormonas, utilizando un DBCA, obteniendo 4 tratamientos con 4 réplicas por tratamiento. Se evaluaron variables de respuesta agronómica y desarrollo vegetativo de las plántulas en estudio. Los resultados obtenidos evidencian que a los 60 días T2 obtuvo mayor altura de planta a los 60 días con 26.18 cm, para el diámetro de pseudotallo T3 presenta datos superiores con 6.16 cm al finalizar el ensayo. El tratamiento con mayor número de raíces obtuvo el T4 con 29.25 raíces en promedio.

En el proyecto investigativo de Masache, (2015), se realizó para determinar los efectos agronómicos de estas fitohormonas en el desarrollo de plántulas de plátano. Se evaluaron las variables de adaptabilidad y desarrollo de plántulas. En los resultados obtenidos se comprobó la eficiencia de la citoquinina con resultados altura de planta de 15.78 cm, 22,37 cm y 27.83 cm a los 30, 45 y 60 días respectivamente. En cuanto al número de raíces, el mejor resultados se presentó con T4, con 22,46 raíces por planta, Para la longitud radicular, los mayores resultados se presentaron en T2, con raíces de 26.17 cm. La variable diámetro de pseudotallo presento mejores resultados en T2, alcanzando 3.16, 4.78 y 5.83 cm de diámetro.

La investigación efectuada por Meza, (2013) se evaluó con la incorporación de 4 fitohormonas. En los resultados de la investigación T1 mostraron mejores alturas de planta de 17.26 cm, 23,85 cm y 27.36 cm, en 30, 45 y 60 días de evaluación, para el diámetro de pseudotallo el T1 alcanzó mejores resultados con 6.26 cm y 5,82 cm respectivamente, mientras en la masa radicular la longitud de raíz 28.37 con giberelinas. En la variable número de raíces los mejores resultados se obtuvieron con T2, ácido abcísico con raíces de 17.238 cm de longitud y en número de raíces se alcanzó 31.21 raíces por planta.

Flores & Lalangui, (2022) en su proyecto de investigación evaluaron las siguientes variables: altura de planta, diámetro del pseudotallo, número de hojas, índice de esbeltez, número y longitud de raíces. Se obtuvieron los siguientes resultados: T2 con mayor altura de planta en los 30,45 y 60 días con 21.79, 31.57 y 35.22 cm, para el diámetro de pseudotallo los valores significativos se obtuvieron con T2, 4.74, 4.23 y 6.30 respectivamente; la mayor cantidad de hojas se presentó en T2 con 4.25, 6.25 y 6.75 en las edades evaluadas.

## **9. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS**

**Ha.** La incorporación de una fitohormona con una determinada frecuencia de aplicación incrementa el desarrollo vegetativo de las plántulas de plátano.

**Ho.** Ninguna de las fitohormonas y las frecuencias mejoran las características vegetativas de las plántulas de plátano.

## **10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

### **10.1. Ubicación y duración del ensayo**

La investigación se llevó a cabo en el recinto Chipe Hamburgo N° 2, de la parroquia El Triunfo, perteneciente al cantón La Maná, ubicado geográficamente en las coordenadas WGS Latitud: 0°59'09"S y Longitud 79°18'32" W, en una altitud e 143 m.sn.m. Según los datos obtenidos de la estación de meteorología e hidrología ubicado en la Hacienda San Juan, se determinó que el sitio del ensayo cuenta con las condiciones climatológicas que permiten el correcto desarrollo de las plántulas de plátano. La investigación tuvo una duración de 75 días de trabajo de campo, 60 días de trabajo experimental y 15 días de establecimiento del ensayo.

### **10.2. Tipo de investigación**

#### **10.2.1. Investigación de campo**

La investigación es de campo, se efectuó en una estructura protegida para garantizar a las plántulas que tengan las condiciones necesarias para su desarrollo. Esto permitió que los datos experimentales sean fiables en mayor grado, además la investigación de campo involucra la aplicación de las fitohormonas en las frecuencias establecidas anteriormente, de esta manera se obtendrán datos de campo verificados para el análisis e interpretación.

#### **10.2.2. Investigación descriptiva**

Es de tipo descriptivo, porque describe mediante la recolección de datos los procesos fenológicos en el crecimiento y desarrollo de las plántulas, a partir de la descripción de estos procesos se puede establecer las variables en estudio, lo que permite conocer el efecto de las fitohormonas en el desarrollo de las plántulas, además se diferenciaran las características vegetativas debido al efecto de las frecuencias de aplicación.

#### **10.2.3. Investigación experimental**

El proyecto corresponde al tipo experimental, al emplearse el método científico se comparan las hipótesis planteadas, mediante la experimentación entre los factores fitohormonas y frecuencias de aplicación se determina a partir de las interacciones la fitohormona y frecuencia de aplicación que mejores características presente en las plántulas al finalizar la investigación, por lo que se podrán emitir los resultados de cada tratamiento.

### 10.3. Condiciones agrometeorológicas

El lugar donde se realizó la investigación presenta las condiciones climatológicas adecuadas para la producción de plántulas de plátano, en la tabla 2 se detalla las condiciones agrometeorológicas.

**Tabla 2.** Características meteorológicas del lugar del experimento

Parámetros	Promedio
Altitud	143.00 (m.sn.m.)
Temperatura	18 – 30 (°C)
Humedad relativa	60 – 75 (%)
Heliofanía	11.90 (horas-luz/año)
Presión atmosférica	1015 (hPa)
Precipitación	28.53 (mm/año)
Topografía	Regular
Textura	Franco-limoso

Elaborado por: Bermello A. (2023)

Fuente: Estación de meteorología de la Hda. San Juan.

### 10.4. Materiales y equipos

#### 10.4.1. Material vegetativo de propagación

Se utilizó como material vegetativo de propagación las yemas obtenidas de las plantas madre del plátano Hartón, esta variedad fue seleccionada por rentabilidad y alta productividad la convierten en la variedad más cultivada por los productores en la actualidad.

**Tabla 3.** Características del plátano hartón

Familia	<i>Musaceae</i>
Subgrupo	Paradisiaca
Cultivar	Hartón
Genotipo	Híbrido AA group
Altura	2.00 – 2.50 metros
Edad hasta la producción	8 – 10 meses
Edad hasta la cosecha	8 – 9 semanas a partir de la emisión de bellota
Productividad	2800 – 3200 kg/ha

Elaborado por: Bermello A. (2023).

Fuente: (INIAP, 2016).

#### 10.4.2. Fitohormona citoquinina

Se adquirió la citoquinina de manera comercial, siendo un bioestimulante que induce la división celular promoviendo el crecimiento. Su uso es altamente recomendado en plántulas que se



producen en almácigos desde la etapa inicial hasta la comercialización. La tabla 4 detalla la composición química de esta fitohormona.

**Tabla 4.** Composición química de citoquinina

6-Bencylaminopurine EQ citoquinina (g/L)	12 - 14
Aditivos (g/L)	1.00
Formulación	Concentrado soluble
Solubilidad en agua	96%
Densidad (g/mL)	1.20 – 1.26
pH	2.0 – 3.0
Toxicidad	Baja

**Elaborado por:** Bermello A. (2023)

**Fuente:** Ecuaquímica, (2023)

### 10.4.3. Fitohormona giberelina

La giberelina fue adquirida comercialmente, las aplicaciones foliares estimulan la actividad biológica y metabolismo en la planta, sobre todo en etapas fenológicas tempranas, donde incrementa la división y elongamiento celular. A continuación, se detalla la composición de esta fitohormona.

**Tabla 5.** Propiedades físicas químicas de la giberelina

Extractos de origen vegetal (g/L)	0.82
Ácido giberélico (g/L)	0.31
Formulación	Concentrado soluble
Ácido Indo Acético (g/L)	0.031
Densidad (g/mL)	1.67
Zeatinas (g/L)	0.083
Microelementos (g/L)	1.93

**Elaborado por:** Bermello A. (2023)

**Fuente:** Farmagro, (2023).

#### 10.4.4. Fitohormona ácido abcísico

El ácido abcísico tiene muchas propiedades, entre las cuales está potencializar el crecimiento y desarrollo de plántulas y explantes. Se adquirió de manera comercial y tiene las siguientes características.

**Tabla 6.** Características del ácido abcísico

Ácido (S) abcísico (g/L)	250.00
Grupo químico	Ácido (2Z,4E)-1-hidroxi-2,6,6-trimetil
Formulación	Concentrado soluble
Coformulantes c.s.p.	10% p/v (100 g/L)
Densidad (g/mL)	1.20 – 1.26
pH	4.5
Toxicidad	Baja

Elaborado por: Bermello A. (2023)

Fuente: Borjas & Alvarado, (2020)

#### 10.4.5. Otros materiales

En el desarrollo del presente proyecto se emplearon además otros materiales, los cuales se detallan en la siguiente tabla.

**Tabla 7.** Otros materiales empleados en la investigación

Materiales	Unidad	Cantidad
Cañas de guadua	Unidad	20
Bombas de aspersión manual	Unidad	3
Arena	Saco de 25 kg.	1
Cascarilla de arroz	Saco de 25 kg.	2
Tierra de sembrado	Saco de 25 kg.	1
Malla tipo sarán	Rollo	1
Malla de polietileno	Rollo	1
Fundas para almácigo	Paquetes *100	4
Bisturí	Unidad	1
Flexómetro	Unidad	1
Calibrador de precisión	Unidad	1

Elaborado por: Bermello A. (2023)

### 10.5. Diseño experimental

Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar, con un arreglo factorial de  $3 \times 2 + 1$ , siendo tres fitohormonas, dos frecuencias de aplicación, más un testigo como medio de comparación, de esta manera se obtuvieron siete tratamientos a los cuales se les aplicaron cuatro repeticiones y se registraron los datos experimentales de cuatro unidades experimentales. Para la tabulación de datos se empleó el programa informático Microsoft Excel versión LTSC 2021, en el análisis estadístico se empleó el software desarrollado por la Universidad de Córdoba, Infostat, con los rangos el método de Tukey al 5% de probabilidad.

### 10.6. Factores

Los factores en estudio correspondieron a Factor A: 3 fitohormonas comerciales y Factor B: dos diferentes edades de aplicación, es decir, a las 15 y 30 días posterior a la siembra.

**Tabla 8.** Factores en estudio.

<b>Factor A Fitohormonas</b>	<b>Factor B: Edades de aplicación</b>
Citoquinina	15 días - 30 días
Giberelina	15 días - 30 días
Ácido abcísico	15 días - 30 días

Elaborado por: Bermello A. (2023).

### 10.7. Tratamientos

A partir de la interacción entre factores se obtuvo los siguientes tratamientos:

**Tabla 9.** Tratamientos en estudio.

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>	<b>Repetición</b>	<b>U. E.</b>	<b>Total</b>
1	Citoquinina / 15 días	4	4	16
2	Citoquinina / 30 días	4	4	16
3	Giberelina / 15 días	4	4	16
4	Giberelina / 30 días	4	4	16
5	Ácido abcísico / 15 días	4	4	16
6	Ácido abcísico / 30 días	4	4	16
7	Testigo	4	4	16

Elaborado por: Bermello A. (2023).

## 10.8. Análisis de varianza

En la tabla 10 se plantea el análisis de varianza:

**Tabla 10.** Esquema del análisis de la varianza

<b>Fuentes de variación</b>		<b>Grados de libertad</b>
Bloques	r-1	3
Factor A: Fitohormonas	a-1	2
Factor B: Frecuencias de aplicación	b-1	1
Interacción A*B	(a-1) (b-1)	2
Error experimental	(r-1) (ab-1)	15
Total	(r.a.b-1)	23

Elaborado por: Bermello A. (2023)

## 10.9. Variables evaluadas

### Altura de planta (cm)

Para registrar la variable altura de planta se tomaron las 4 unidades experimentales, se midió con un flexómetro desde el cuello de la raíz en la base de las fundas, hasta la bifurcación formada entre las últimas hojas de las plántulas, esta variable se tomó en cuenta a los 30, 45 y 60 días después de la siembra en fundas, siendo expresada en centímetros.

### Diámetro del pseudotallo (cm)

El diámetro de pseudotallo se determinó con la medición de las 4 plantas experimentales, a una altura de 5 centímetros a partir del cuello radicular en la base de las fundas, se recopiló los datos en edades de 30, 45 y 60 días después de la siembra, para la medición de esta variable se empleó un calibrador digital y los datos obtenidos se expresaron en centímetros.

### Número de hojas

El conteo del número de hojas se realizó en las 4 unidades experimentales, a los 30,45 y 60 días desde la siembra, mediante esta variable permitió conocer cuando las plántulas estén aptas para ser llevadas al sitio definitivo o partir de la emisión de la sexta hoja funcional, periodo en el cual (Carrillo, 2014), establece que al momento que la plántula presenta la cuarta hoja verdadera, puede estar apta para trasplantar al sitio definitivo

### **Coefficiente de esbeltez**

Para calcular el coeficiente de esbeltez se tomaron en cuenta las 4 unidades experimentales. Para obtener esta variable se procedió a la división de los datos obtenidos en la altura de planta para el diámetro del pseudotallo. El mejor resultado se determina con el valor superior obtenido, cuyos rangos óptimos se interpretan entre 5 a 8. Como lo explican Flores & Lalangui, (2022) a pesar de que esta variable no se ha tomado en cuenta en investigaciones, su determinación es importante para conocer el vigor y viabilidad de las plántulas de musaceas, desde el almacigo hasta llegar al sitio definitivo de siembra. Para su cálculo se utilizó la fórmula establecida por Cedeño, (2015).

$$C. E. = APF \div DPF$$

#### **Donde:**

C. E.: Coeficiente de esbeltez

APF: Altura de planta final

DPF: Diámetro de pseudotallo final

### **Número de raíces**

Para el registro del número de raíces una vez finalizado el ensayo se seleccionaron 3 plántulas por tratamiento, las plántulas fueron limpiadas cuidadosamente con agua, eliminando todo residuo del sustrato, evitando dañar o lesionar las raíces, se realizó el conteo mediante la observación directa y se expresó en unidades.

### **Longitud radicular**

Del mismo modo que el número de raíces, para el análisis de esta variable se tomaron las 3 plantas seleccionadas a las cuales se registró de la longitud radicular, se midieron las raíces de mayor tamaño, para el registro de esta variable se empleó una cinta métrica y el resultado se expresó en centímetros.

## **10.10. Manejo de la investigación**

### **Preparación del sustrato**

Para la elaboración del sustrato se tomó en cuenta la metodología empleada por Flores & Lalangui, (2022), que consiste en mezclar arena, aserrín y tamo de arroz en similares proporciones, para obtener un sustrato apropiado para el desarrollo de las plántulas.

### **Selección de cormos**

Para la selección de cormos se tomaron en cuenta las plantas con mayor vigor y viabilidad, para el efecto se seleccionaron plantas madre de buena productividad, sin daños causadas por insectos plaga o enfermedades, se extrajeron de la planta madre para su desinfección, de esta manera se asegura la inocuidad del material vegetativo, evitando la proliferación de patógenos.

### **Obtención de yemas adventicias**

Las yemas se extrajeron cuidadosamente desde la planta madre que fueron seleccionadas, se hizo un corte limpio con la ayuda de un bisturí previamente desinfectado, tratando de causar el menor daño posible, se sembraron las yemas en las fundas llenadas con el sustrato.

### **Aplicación de fitohormonas**

Las fitohormonas se aplicaron en frecuencias de 15 y 30 días posterior a la siembra de las yemas en fundas, se estableció como dosis 1 cc. de cada una de ellas por litro de agua, siguiendo las recomendaciones de las fichas técnicas del producto, además de las sugerencias del distribuidor y tomando como referencia investigaciones realizadas en musáceas con aplicaciones de fitohormonas en almácigos.

### **Labores culturales**

Dentro de las labores culturales se realizó el riego frecuentemente, en horas de la mañana y tarde, la limpieza de malezas se efectuó de manera manual dentro de los bloques experimentales y con machetes en el perímetro. No se presentaron enfermedades que se consideren como un riesgo para las plántulas, dentro del manejo de plagas se presentaron ataques aislados de caracoles y babosas, los cuales fueron eliminados mediante la recolección manual y arrojándoles fuera del lugar del ensayo.

## 11. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 11.1. Efecto simple de la altura de planta

En el análisis del efecto simple se observa que para el factor fitohormonas los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de citoquininas con 21.56, 28.14 y 31.79 cm, en todas las edades evaluadas. En lo referente a las frecuencias de aplicación, las fitohormonas incorporadas a los 30 días presentan mejores alturas con 21.45, a los 30 días de evaluación, mientras en los 45 días de estudio se mostró resultados positivos con la aplicación de fitohormonas en frecuencia de 30 días plantas de 28.84 cm de altura. La evaluación a los 60 días arrojó mejores resultados con las fitohormonas aplicadas a los 30 días con alturas promedio de 32.78.

**Tabla 11.** Efecto simple de la altura de planta en el efecto de tres fitohormonas en la propagación vegetativa de plántulas de plátano a partir de yemas en distintas frecuencias de aplicación.

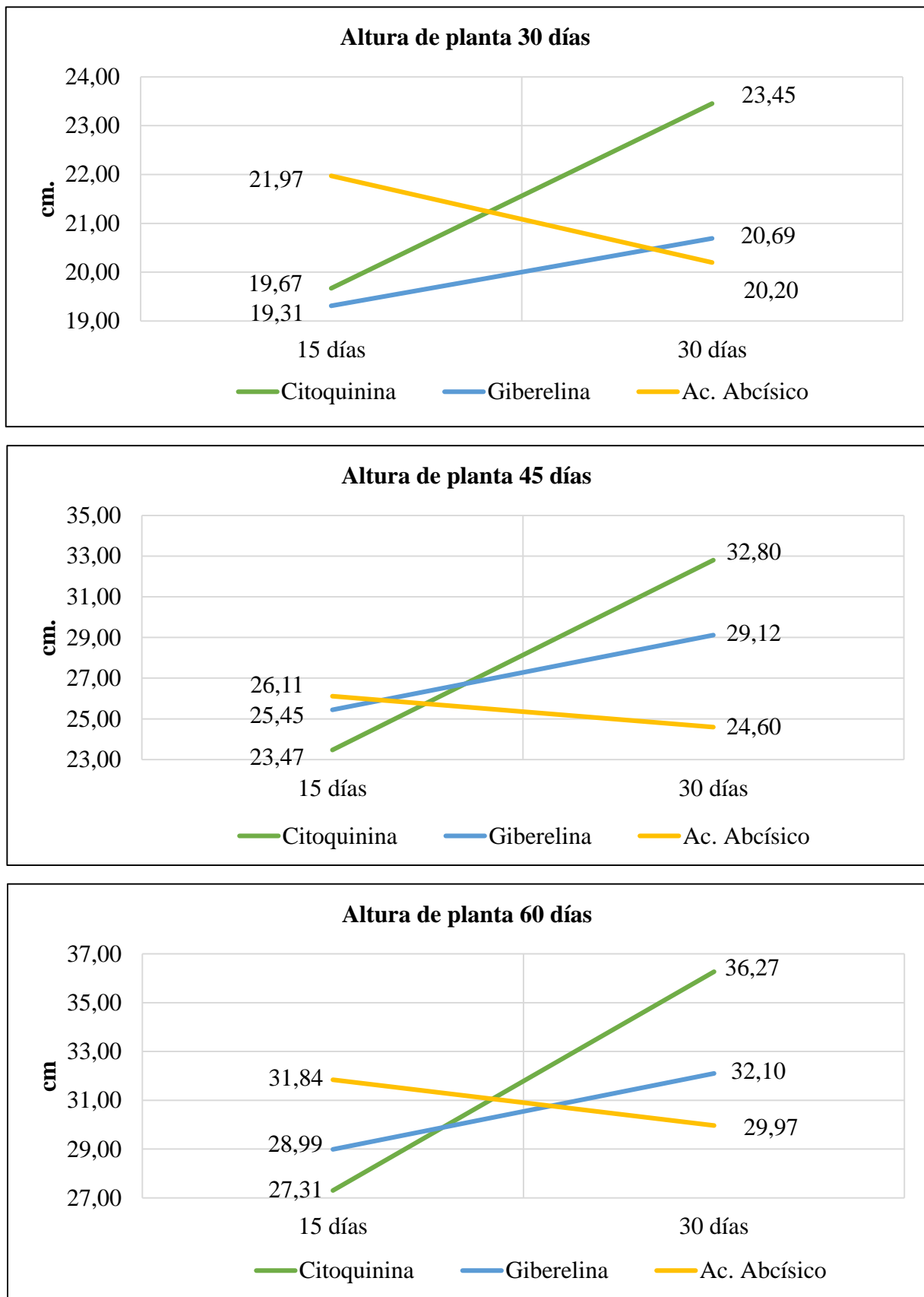
Factores	Edades					
	30 días		45 días		60 días	
<b>Factor A: Fitohormonas</b>						
Citoquinina	21.56	a	28.14	a	31.79	a
Giberelina	20.00	c	27.29	b	30.54	c
Ácido abcísico	21.09	b	25.35	c	30.90	b
<b>Factor B: Frecuencia de aplicación</b>						
15 días	20.32	b	25.01	b	29.38	b
30 días	21.45	a	28.84	a	32.78	a
<b>C V %</b>	<b>1.70</b>		<b>2.28</b>		<b>0.86</b>	

Medias con letras en común no difieren significativamente

### 11.2. Interacción de la altura de planta

En la figura 1 se evidencia que existe mejor interacción en los 30 días se obtuvo con las aplicaciones de citoquininas a los 30 días, con resultados de 23.45 cm, en tanto a los 45 días los valores más prominentes se mantienen con aplicaciones de citoquininas a los 30 días con 32.80 cm. En los 60 días se presenta mejor interacción con citoquinina en frecuencia de 30 días. Aspiazu, (2017) quien recalca la importancia de aplicar citoquininas en etapas iniciales, hasta los 30 días de edad.

**Figura 1.** Interacciones de altura de planta en las edades registradas



Elaborado por: Bermello A. (2023)



### 11.3. Análisis por tratamiento de altura de planta

En la tabla 12 se puede observar que la mayor altura de planta a los 30 días se obtuvo con T2, alcanzando 23.45 cm de altura, resultado superior a los alcanzados por Guaita, (2018) con la aplicación de citoquininas más ácidos húmicos, es conocido que las fitohormonas como citoquininas en combinación con un bioestimulante presentan mejores resultados en el incremento de la altura de planta. Los valores de altura a los 45 días ubican a T2 con resultados sobresalientes en comparación con los demás tratamientos, obteniendo alturas promedio de 32.80 cm, superando a Canchignia *et al.*, (2018), con 27.18 cm utilizando giberelinas en la etapa inicial del cultivo. A los 60 días se alcanzó la mayor altura de planta en T2 con 36.27 cm, siendo superior a los resultados obtenidos por Aspiazu, (2017), en aplicaciones de giberelinas obtuvo alturas de 26.18 cm.

**Tabla 12.** Altura de planta en el efecto de tres fitohormonas en la propagación vegetativa de plántulas de plátano a partir de yemas en distintas frecuencias de aplicación.

Tratamientos	Edades					
	30 días		45 días		60 días	
T1: Citoquinina / 15 días	19.67	d e	23.47	e	27.31	e
T2: Citoquinina / 30 días	23.45	a	32.80	a	36.27	a
T3: Giberelina / 15 días	19.31	e	25.45	c d	28.99	d
T4: Giberelina / 30 días	20.69	c	29.12	b	32.10	b
T5: Ácido abcísico / 15 días	21.97	b	26.11	c	31.84	b
T6: Ácido abcísico / 30 días	20.20	c d	24.60	d e	29.97	c
T7: Testigo	15.80	f	18.35	f	21.57	f
<b>CV %</b>	<b>1.84</b>		<b>2.36</b>		<b>1.26</b>	

Medias con letras en común no difieren significativamente

### 11.4. Efecto simple del diámetro de pseudotallo

En la tabla 13 se analiza el efecto simple de la variable diámetro del pseudotallo, se demuestra que la giberelina tiene un mejor efecto en el ensanchamiento del pseudotallo, con diámetros de 3.44, 4.23 y 5.87 en los 30, 45 y 60 días que se registraron los datos. La frecuencia de aplicación no muestra diferencias estadísticas significativas, por lo que al ser aplicadas a los 30 días posterior a la siembra presenta datos similares con 3.45, 3.95 y 5.03 cm.

Los resultados concuerdan con lo expresado por Masache, (2015) quien en sus ensayos obtuvo mejores resultados en el incremento del fuste del pseudotallo con geberelinas, por el efecto que estas tienen en la multiplicación celular.

**Tabla 13.** Efecto simple del diámetro de pseudotallo en el efecto de tres fitohormonas en la propagación vegetativa de plántulas de plátano a partir de yemas en distintas frecuencias de aplicación.

Factores	Edades					
	30 días		45 días		60 días	
<b>Factor A: Fitohormonas</b>						
Citoquinina	3.11	b	3.92	b	4.77	b
Giberelina	3.44	a	4.23	a	5.87	a
Ácido abcísico	3.24	a b	3.68	b	4.14	c
<b>Factor B: Frecuencia de aplicación</b>						
15 días	3.08	b	3.94	a	4.82	b
30 días	3.45	a	3.95	a	5.03	a
<b>C V %</b>	<b>5.16</b>		<b>4.87</b>		<b>3.8</b>	

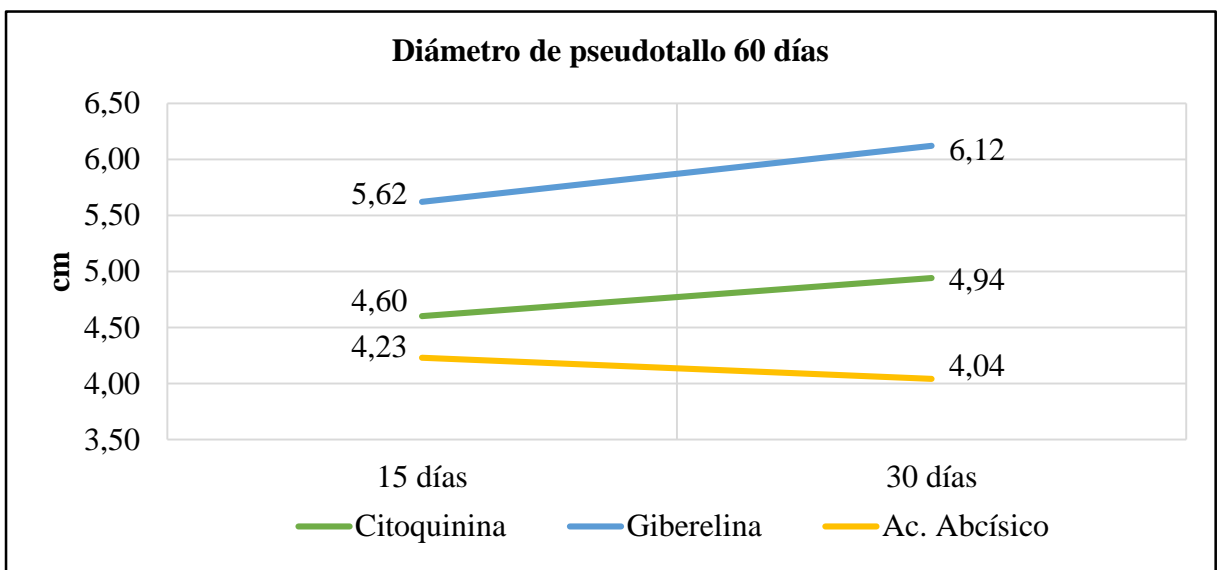
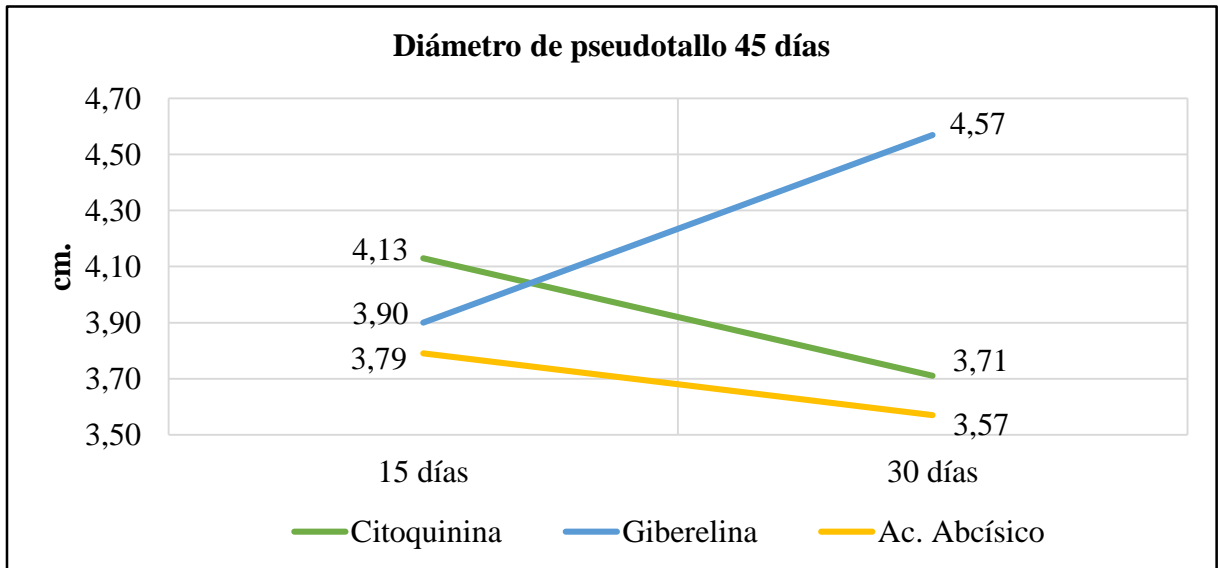
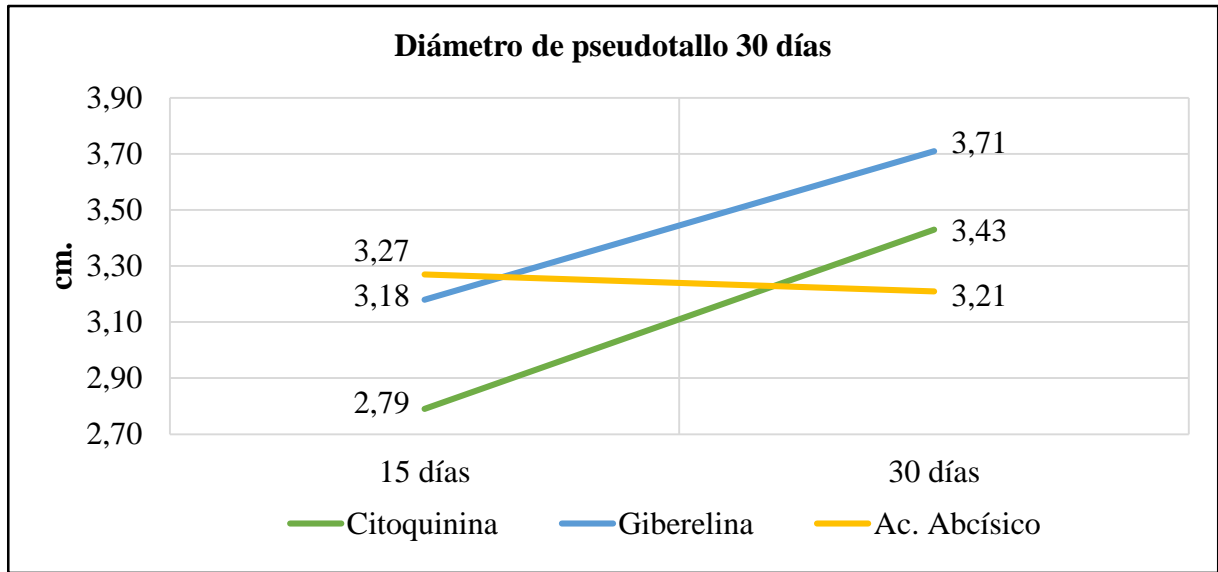
Medias con letras en común no difieren significativamente

### 11.5. Interacción del diámetro de pseudotallo

La figura 2 muestra una mejor interacción en diámetro de pseudotallo con giberelinas aplicadas a los 30 días con valores de 3.71 coincidiendo con lo expuesto por Marquez & Cassetero, (2021) que las giberelinas tienen la particularidad de inducir al engrosamiento de plantas con tallos acuosos como el plátano.

En los 45 días de evaluación se observa un mejor efecto al aplicar giberelinas en los 30 días posterior a la siembra con diámetros de pseudotallo de 4.57 cm. Los resultados en los 60 días de evaluación demuestran que existe una mejor interacción en la giberelina aplicada en los 30 días, alcanzando diámetros de pseudotallo de 6.12 cm.

Lo descrito anteriormente demuestra lo establecido por Valle, (2021) que las aplicaciones de giberelinas tienen un significativo efecto en las plántulas de plátano, por lo que esta aprovecha al máximo de los minerales presentes en esta fitohormona.

**Figura 2.** Interacción del diámetro de pseudotallo en las edades evaluadas

Elaborado por: Bermello A. (2023)

### 11.6. Análisis por tratamiento del diámetro de pseudotallo

Para el diámetro del pseudotallo como se puede apreciar en la tabla 14, T4 mantiene los resultados prominentes a los 30 días con 3.71 cm, en la evaluación de los 45 días T4 alcanzó los mejores resultados con 4.57 cm, superando a Masache, (2015) con 4.78 cm con aplicaciones de citoquininas. Para Meza, (2014) el efecto de las giberelinas se ve reflejado en el ensanchamiento del pseudotallo, debido a que esta fitohormona cumple la función de ensanchamiento de los tejidos meristemáticos de la planta, además las frecuencias de aplicación cumplen un papel importante, ya que las giberelinas potencian su efecto al ser aplicadas en las etapas tempranas de los cultivos. Por su parte Hoyos & Perea, (2019) en investigaciones realizadas aplicando fitohormonas y bioestimulantes orgánicos corroboran lo mencionado en esta investigación, con resultados más significativos al utilizar giberelinas.

**Tabla 14.** Diámetro del pseudotallo en el efecto de tres fitohormonas en la propagación vegetativa de plántulas de plátano a partir de yemas en distintas frecuencias de aplicación.

Tratamientos	Edades					
	30 días		45 días		60 días	
T1: Citoquinina / 15 días	2.79	c	4.13	a b	4.60	c d
T2: Citoquinina / 30 días	3.43	a b	3.71	b c	4.94	d
T3: Giberelina / 15 días	3.18	b	3.90	b c	5.62	a
T4: Giberelina / 30 días	3.71	a	4.57	a	6.12	a b
T5: Ácido abcísico / 15 días	3.27	b	3.79	b c	4.23	d e
T6: Ácido abcísico / 30 días	3.21	b	3.57	c	4.04	e
T7: Testigo	2.39	d	2.75	d	3.23	f
<b>CV %</b>	<b>5.07</b>		<b>5.03</b>		<b>3.76</b>	

Medias con letras en común no difieren significativamente

### 11.7. Efecto simple del número de hojas

En la tabla 15 se presenta el análisis del efecto simple por fitohormona, donde los resultados más altos se alcanzan con giberelinas en todas las edades evaluadas, con resultados de 3.53, 4.50 y 5.81 hojas, en todas las edades que fueron evaluadas. Al analizar el factor frecuencia de aplicación, se observa que no existen diferencias estadísticas significativas en ninguna de las frecuencias de aplicación, con resultados similares entre sí.

Esto confirma la teoría expuesta por Aspiazu, (2017) que en las fitohormonas las frecuencias de aplicación no influyen en el desarrollo de la planta, sin embargo el tipo de fitohormona que se utilice si presenta diferencias estadísticas significativas.

**Tabla 15.** Efecto simple del número de hojas en el efecto de tres fitohormonas en la propagación vegetativa de plántulas de plátano a partir de yemas en distintas frecuencias de aplicación.

<b>Factores</b>	<b>Edades</b>					
	<b>30 días</b>		<b>45 días</b>		<b>60 días</b>	
<b>Factor A: Fitohormonas</b>						
Citoquinina	3.38	a b	3.97	b	5.53	a
Giberelina	3.53	a	4.50	a	5.81	a
Ácido abcísico	3.22	b	4.03	b	4.94	b
<b>Factor B: Frecuencia de aplicación</b>						
15 días	3.29	a	4.10	a	5.29	a
30 días	3.46	a	4.23	a	5.56	a
<b>C V %</b>	<b>6.9</b>		<b>6.07</b>		<b>6.55</b>	

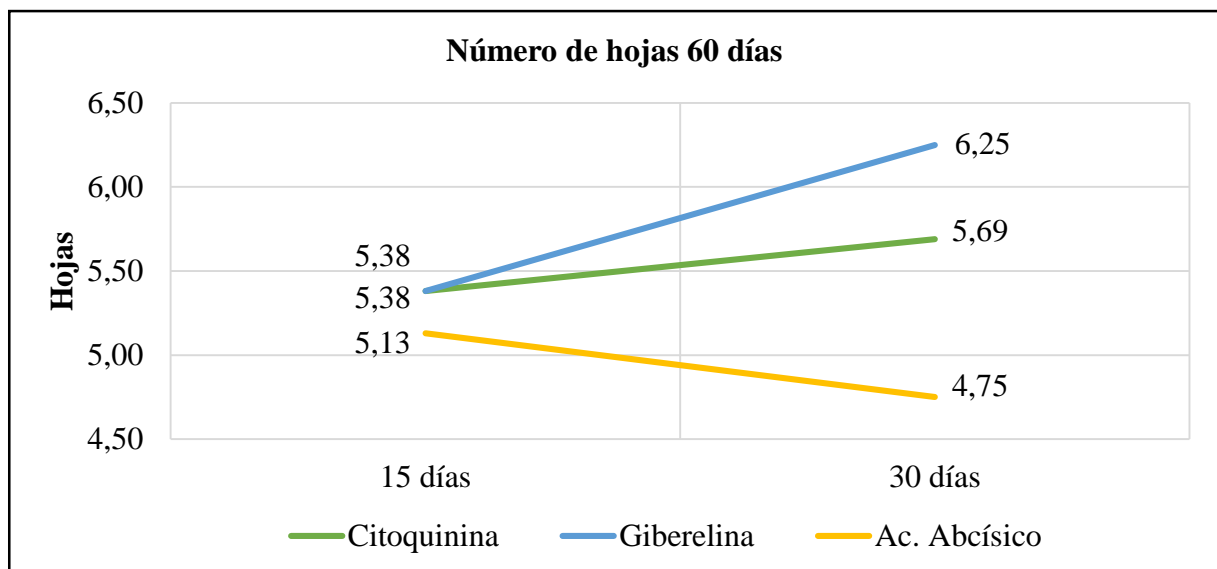
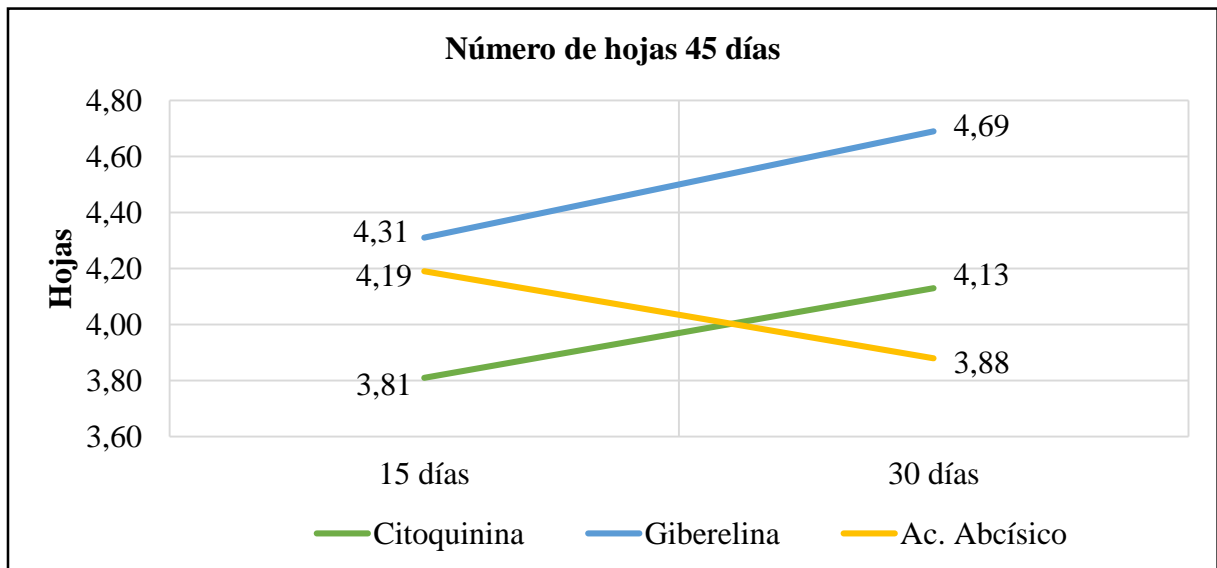
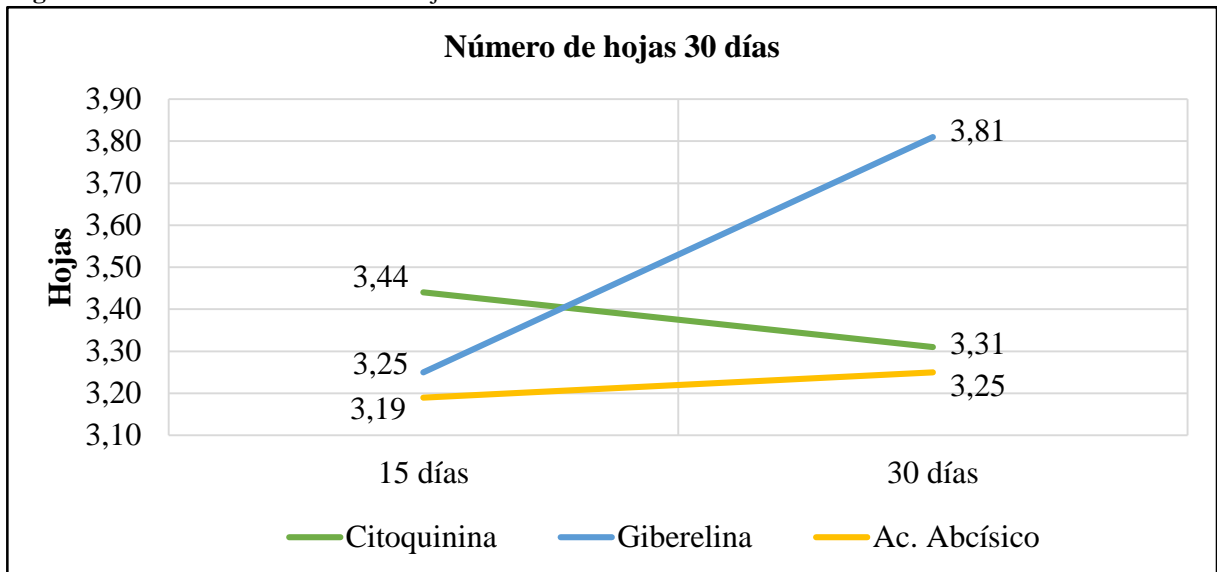
Medias con letras en común no difieren significativamente

### 11.8. Interacción del número de hojas

La figura 3 evidencia que para la variable número de hojas existe una mejor interacción entre la giberelina en frecuencia de 30 días de aplicación, con 3.81 hojas a los 30 días de evaluación. En los datos registrados a los 45 días presenta una mayor interacción con giberelinas aplicadas a los 30 días después de la siembra.

En resultados obtenidos a los 60 días se obtuvo una interacción con valores más significativos en giberelinas aplicadas a los 30 días con 6.25 hojas en total. Cedeño, (2015) establece que las giberelinas estimulan la aparición de hojas, debido a que aceleran los procesos metabólicos de la planta, sobre todo en la parte foliar.

**Figura 3.** Interacción del número de hojas en las edades evaluadas



Elaborado por: Bermello A. (2023)

### 11.9. Análisis por tratamiento del número de hojas

La tabla 16 presenta el análisis estadístico del número de hojas, donde se evidencia una significativa diferencia estadística entre los tratamientos. En los 30 días posterior a la siembra se presentó un mayor número de hojas para T4, alcanzando 3.81 hojas, mientras a los 45 días el mayor número de hojas se evidenció en T4 con 4,69 hojas verdaderas, en los 60 días de evaluación el mayor número de hojas se mantuvo en T4 con 6.25 hojas verdaderas en total. Los resultados de esta variable superan los datos obtenidos por Guaita, (2018) con aplicaciones citoquininas y ácidos húmicos obtuvo 7.10 hojas en total. Como lo explican Flores & Lalangui, (2022), las aplicaciones de giberelinas estimulan la aparición de hojas, al ser incorporadas cuando la planta empieza la emisión de follaje, incrementando el número de hojas.

**Tabla 16.** Número de hojas en el efecto de tres fitohormonas en la propagación vegetativa de plántulas de plátano a partir de yemas en distintas frecuencias de aplicación.

Tratamientos	Edades					
	30 días		45 días		60 días	
T1: Citoquinina / 15 días	3.44	a b	3.81	b	5.38	b c
T2: Citoquinina / 30 días	3.31	a b	4.13	b	5.69	a b
T3: Giberelina / 15 días	3.25	b	4.31	a b	5.38	b c
T4: Giberelina / 30 días	3.81	a	4.69	a	6.25	a
T5: Ácido abcísico / 15 días	3.19	b	4.19	a b	5.13	b c
T6: Ácido abcísico / 30 días	3.25	b	3.88	b	4.75	c
T7: Testigo	2.25	d	3.19	c	3.81	d
<b>CV %</b>	<b>5.84</b>		<b>7.90</b>		<b>5.11</b>	

Medias con letras en común no difieren significativamente

### 11.10. Efecto simple del coeficiente de esbeltez

En la tabla 17 se determina que en el efecto simple por fitohormonas el ácido abcísico muestra valores superiores en el coeficiente de esbeltez, con un índice de 7.47, mientras que al analizar el efecto simple por frecuencias de aplicación los resultados no difieren entre sí, ubicando a la frecuencia de 30 días con mejores resultados con 6.68. En el análisis de esta variable se confirma lo expresado por Flores & Lalangui, (2022) que las plántulas al tener una mayor altura y diámetros de pseudotallo, mejorando las características comerciales de las plántulas.

**Tabla 17.** Efecto simple del coeficiente de esbeltez en el efecto de tres fitohormonas en la propagación vegetativa de plántulas de plátano a partir de yemas en distintas frecuencias de aplicación.

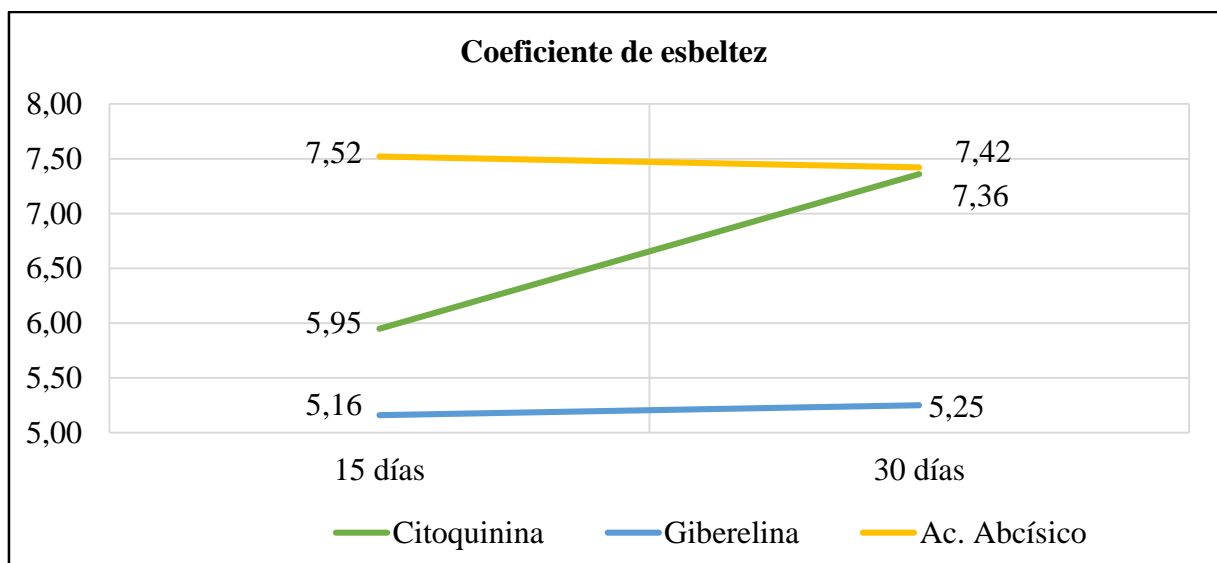
Factores		
<b>Factor A: Fitohormonas</b>		
Citoquinina	6.66	b
Giberelina	5.20	c
Ácido abcísico	7.47	a
<b>Factor B: Frecuencia de aplicación</b>		
15 días	6.21	b
30 días	6.68	a
<b>C V %</b>	<b>3.81</b>	

Medias con letras en común no difieren significativamente

### 11.11. Interacción del coeficiente de esbeltez

En el siguiente gráfico se muestra que la mejor interacción para el coeficiente de esbeltez se da con el ácido abcísico aplicado en frecuencias de 30 días, con un índice de 7.52. Del mismo modo existe una buena interacción entre la citoquinina y la frecuencia de aplicación de 30 días, por lo que se comprueba lo manifestado por Meza, (2013) las plántulas de plátano requieren un índice de esbeltez superior a 6 para que presenten características favorables que se puedan comercializar. Flores & Lalangui, (2022) mencionan que al tener una altura de planta y un fuste de pseudotallo aceptable, se obtendrá un índice de esbeltez apropiado para las plántulas.

**Figura 4.** Interacción del coeficiente de esbeltez



Elaborado por: Bermello A. (2023)



### 11.12. Análisis por tratamiento del coeficiente de esbeltez

En la tabla 18 se analiza el coeficiente de esbeltez o vigor en las plántulas de plátano, donde T5 evidencia un valor superior a los demás tratamientos, con 7.52, siendo superior a los resultados alcanzados por Canchignia *et al.*, (2018) con un índice de vigor de 6.14. Es así que Flores & Lalangui, (2022) mencionan que el ácido abcísico estimula el fuste del pseudotallo, que es un valor a considerar en el estudio del índice de esbeltez. Aguirre, (2015) manifiesta la importancia del cálculo del índice de esbeltez, en sentido que al no existir una metodología que permita establecer un valor para conocer el vigor, la viabilidad y la adaptabilidad de las plántulas en el sitio definitivo o en condiciones climatológicas adversas, el coeficiente de esbeltez se constituye una manera de establecer de manera técnica las características visuales de las plántulas.

**Tabla 18.** Coeficiente de esbeltez en el efecto de tres fitohormonas en la propagación vegetativa de plántulas de plátano a partir de yemas en distintas frecuencias de aplicación.

Tratamientos	Índice	
T1: Citoquinina / 15 días	5.95	c
T2: Citoquinina / 30 días	7.36	a
T3: Giberelina / 15 días	5.16	d
T4: Giberelina / 30 días	5.25	cd
T5: Ácido abcísico / 15 días	7.52	a
T6: Ácido abcísico / 30 días	7.42	a
T7: Testigo	5.04	d
<b>CV %</b>	<b>3.94</b>	

Medias con letras en común no difieren significativamente

### 11.13. Efecto simple del número de raíces

La siguiente tabla determina el efecto simple entre las fitohormonas, donde se comprueba que el ácido abcísico obtuvo mejores resultados con 29.88 raíces principales, con diferencias estadísticas entre las fitohormonas; para el factor frecuencias de aplicación las diferencias estadísticas entre factores son evidentes, con mejores resultados en aplicaciones de 30 días. Los resultados obtenidos en la presente investigación concuerdan con lo expresado por Canchignia *et al.*, (2018) en el caso del ácido abcísico este actúa directamente en la masa radicular, estimulando la formación de raíces principales que faciliten el anclaje a asimilación de nutrientes por parte de la planta.

**Tabla 19.** Efecto simple del número de raíces en el efecto de tres fitohormonas en la propagación vegetativa de plántulas de plátano a partir de yemas en distintas frecuencias de aplicación.

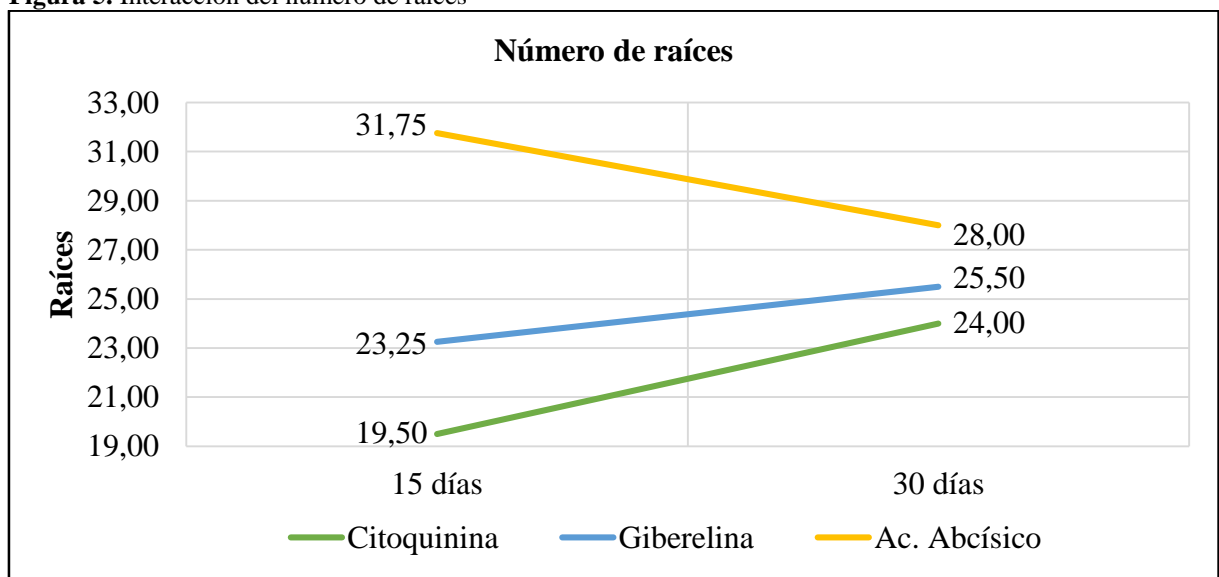
Factores	Raíces	
<b>Factor A: Fitohormonas</b>		
Citoquinina	21.75	c
Giberelina	24.38	b
Ácido abcísico	29.88	a
<b>Factor B: Frecuencia de aplicación</b>		
15 días	24.83	b
30 días	25.83	a
<b>C V %</b>	<b>3.7</b>	

Medias con letras en común no difieren significativamente

#### 11.14. Interacción del número de raíces

La figura 5 evidencia una mejor interacción entre el ácido abcísico aplicado en los 15 días después de la siembra, con 31.75 raíces por plántula, lo que evidencia lo expresado por Aspiazu, (2017) que las aplicaciones de sustancias enraizadoras como el ácido absisico al ser fitohormonas promotoras del desarrollo radicular estimulan la aparición de raíces principales. En tanto Meza, (2013) en su investigación realizada en plátano con aplicaciones de enraizantes menciona que estas fitohormonas a más de incrementar la masa radicular, sirven como un método de fortalecimiento de las raíces, lo que disminuye el ataque de patógenos en las raíces.

**Figura 5.** Interacción del número de raíces



Elaborado por: Bermello A. (2023).

### 11.15. Análisis por tratamiento del número de raíces

Para la variable número de raíces los mayores resultados se obtuvieron con T5, con 31.75 raíces primarias, superando a Meza, (2013) aplicando ácido abscísico en los primeros días posterior a la siembra se pudo contabilizar 17.23 raíces por plántula, lo que corrobora con lo expresado por Masache, (2015) que el ácido abscísico se considera como un estimulante para la raíz por lo que es utilizado con frecuencia en la propagación vegetativa de musáceas, y de plantas sobre todo en condiciones de vivero.

**Tabla 20.** Número de raíces en el efecto de tres fitohormonas en la propagación vegetativa de plántulas de plátano a partir de yemas en distintas frecuencias de aplicación.

Tratamientos	Raíces	
T1: Citoquinina / 15 días	19.50	e
T2: Citoquinina / 30 días	24.00	c d
T3: Giberelina / 15 días	23.25	d
T4: Giberelina / 30 días	25.50	c
T5: Ácido abscísico / 15 días	31.75	a
T6: Ácido abscísico / 30 días	28.00	b
T7: Testigo		f
<b>CV %</b>	<b>3.85</b>	

Medias con letras en común no difieren significativamente

### 11.16. Efecto simple de la longitud de raíces

En la tabla 21 se observa el efecto simple por fitohormonas, se puede comprobar las diferencias estadísticas entre fitohormonas, siendo el ácido abscísico el que presenta mejores resultados con 32.67 raíces por plántula en promedio. Para el factor frecuencia de aplicación, se demuestra que a los 30 días presenta mejores resultados con 30.19 raíces.

Los resultados obtenidos concuerdan con lo mencionado por Galán *et al.*, (2018), las incorporaciones de fitohormonas con contenido de ácido abscísico tienen efecto en la masa radicular de la planta, por lo que la resistencia a enfermedades radiculares se incrementa, además mejora la capacidad de absorción y síntesis de nutrientes por parte de la planta.

**Tabla 21.** Efecto simple de la longitud de raíces en el efecto de tres fitohormonas en la propagación vegetativa de plántulas de plátano a partir de yemas en distintas frecuencias de aplicación.

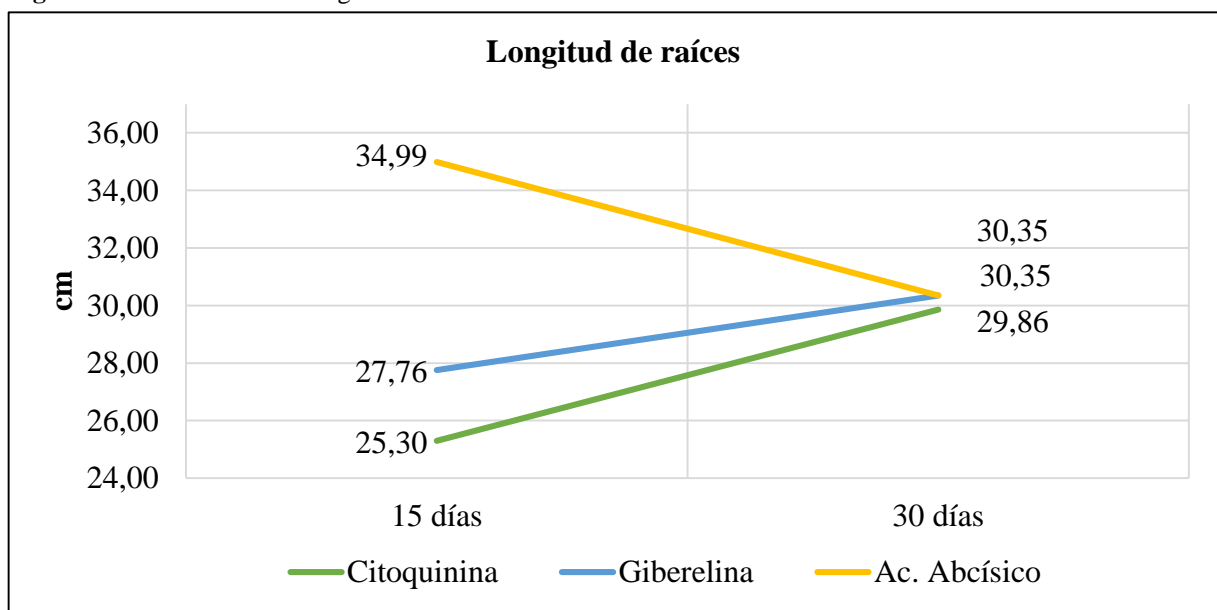
<b>Factores</b>	<b>cm.</b>	
<b>Factor A: Fitohormonas</b>		
Citoquinina	27.58	c
Giberelina	29.05	b
Ácido abcísico	32.67	a
<b>Factor B: Frecuencia de aplicación</b>		
15 días	29.35	b
30 días	30.19	a
<b>C V %</b>	<b>2.56</b>	

Medias con letras en común no difieren significativamente

### 11.17. Interacción de la longitud de raíces

En la interacción de la longitud de raíces se demuestra que las incorporaciones de ácido abcísico a los 15 días con 34.99 raíces, mientras que a los 30 días de aplicación se nota una interacción similar en todas las fitohormonas. Este resultado comprueba lo manifestado por Meza, (2013) quien manifiesta que el ácido absisico potencialice el crecimiento de raíces, sobre todo cuando son aplicadas en edades iniciales, donde la planta requiere estos nutrientes, de igual manera se pueden realizar aplicaciones de esta fitohormona para evitar enfermedades en la raíz.

**Figura 6.** Interacción de la longitud de raíces



Elaborado por: Bermello A. (2023).

### 11.18. Análisis por tratamiento de la longitud de raíces

En la variable longitud de raíces los resultados más prominentes se presentaron con T5, con raíces de 34.99 cm de largo, siendo superiores a Canchignia *et al.*, (2018) obtuvo raíces de 27.16 cm de largo, mientras que en la investigación realizada por Flores & Lalangui, (2022) se obtuvieron raíces de 27.88 cm de longitud, siendo inferiores a lo presentado en esta investigación. El efecto del ácido absísico en el desarrollo de la longitud de raíces según Aspiazu, (2017) se debe a las sustancias biológicas de las que está constituida, que en comparación con otras fitohormonas no se limita al desarrollo vegetativo, sino que contribuye a la formación y crecimiento de las raíces. Según Guaita, (2018) el ácido abcísico cumple una función importante al incrementar la longitud de raíces, mejorando la absorción de nutrientes y brindando un mayor anclaje a la planta, por lo que será resistente a volcamientos causados por condiciones climatológicas adversas.

**Tabla 22.** Longitud de raíces en el efecto de tres fitohormonas en la propagación vegetativa de plántulas de plátano a partir de yemas en distintas frecuencias de aplicación.

Tratamientos	cm.	
T1: Citoquinina / 15 días	25.30	d
T2: Citoquinina / 30 días	29.86	b
T3: Giberelina / 15 días	27.76	c
T4: Giberelina / 30 días	30.35	b
T5: Ácido abcísico / 15 días	34.99	a
T6: Ácido abcísico / 30 días	30.35	b
T7: Testigo	18.19	e
<b>CV %</b>	<b>2.96</b>	

Medias con letras en común no difieren significativamente

### 11.19. Análisis económico

En el análisis económico se detalla que las aplicaciones de citoquininas incrementan los costos de producción de las plántulas, con USD 8.57, no obstante, su uso potencializa el crecimiento de las plantas por lo que se recomienda su utilización. Considerando la alta demanda de las plántulas de plátano hartón el precio de venta por plántula se comercializa en USD 0.85, por lo que se puede obtener un total de ingresos de USD. 10.20 por cada tratamiento, lo que genera una mejor utilidad neta con el ácido abcísico con USD 1.94.

**Tabla 23.** Análisis económico en el efecto de tres fitohormonas en la propagación vegetativa de plántulas de plátano a partir de yemas en distintas frecuencias de aplicación.

<b>Tratamientos</b>							
<b>Costos</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>
Materiales y equipos	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15
Material vegetativo	4.58	4.58	4.58	4.58	4.58	4.58	4.58
Citoquininas	1.84	1.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Giberelinas	0.00	0.00	1.63	1.63	0.00	0.00	0.00
Ácido abcísico	0.00	0.00	0.00	0.00	1.53	1.53	0.00
<b>Total costos</b>	<b>8.57</b>	<b>8.57</b>	<b>8.36</b>	<b>8.36</b>	<b>8.26</b>	<b>8.26</b>	<b>6.73</b>
Número de plántulas	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Precio USD/unidad	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
<b>Total de ingresos</b>	<b>10.20</b>	<b>10.20</b>	<b>10.20</b>	<b>10.20</b>	<b>10.20</b>	<b>10.20</b>	<b>10.20</b>
<b>Utilidad</b>	<b>1.63</b>	<b>1.63</b>	<b>1.84</b>	<b>1.84</b>	<b>1.94</b>	<b>1.94</b>	<b>3.47</b>
<b>Relación B/C</b>	<b>0.19</b>	<b>0.19</b>	<b>0.22</b>	<b>0.22</b>	<b>0.23</b>	<b>0.23</b>	<b>0.52</b>
<b>Rentabilidad %</b>	<b>19.02</b>	<b>19.02</b>	<b>22.01</b>	<b>22.01</b>	<b>23.49</b>	<b>23.49</b>	<b>51.56</b>

Elaborado por: Bermello A. (2023).

## 12. IMPACTOS

### Técnicos

La reproducción vegetativa de plátano es una de las técnicas que se están empleando cada vez más entre los productores de esta musácea, el manejo técnico del vivero es un punto a considerar para que las plántulas presenten condiciones favorables para su comercialización, se debe tomar en cuenta los insumos apropiados y las edades en las que la planta requiera el uso de una determinada fitohormona, en muchos casos las aplicaciones tradicionales, sin conocimientos técnicos de fitohormonas causan un efecto negativo en las plantas.

### Sociales

Los impactos sociales del proyecto fueron significativos, los moradores del sector pudieron verificar que la producción de plántulas de plátano es muy rentable, además se siembran plantas que se adapten al sitio definitivo, por lo que las personas mostraron un gran interés en la propagación de plátano a partir de yemas. Al estar ubicado en una zona donde el plátano es una

de las principales fuentes de ingreso, la producción de plántulas es una alternativa para mejorar las condiciones socioeconómicas del sector.

### **Ambientales**

En la ejecución del proyecto se utilizaron fitohormonas que no causan contaminación alguna, del mismo modo el empleo de insumos de origen orgánico disminuye los impactos negativos en el medio ambiente. De igual manera, se socializó con los involucrados en el proyecto sobre las condiciones del uso de las fitohormonas, inculcando a los moradores del sector en el cuidado del medio ambiente.

### **Económicos**

La producción platanera es el sustento de las familias del sector, de hecho están constituidos por pequeños productores de plátano, que en ocasiones los ingresos obtenidos por la producción platanera no les alcanza para cubrir sus necesidades. En este sentido, la venta de plántulas genera un ingreso considerable para las familias que se dedicarían a esta actividad, mejorando su situación económica.

### 13. PRESUPUESTO DE LA INVESTIGACIÓN

En el proyecto de investigación se empleó el presupuesto que se detalla en la tabla 15.

**Tabla 24.** Presupuesto de la investigación en el efecto de tres fitohormonas en la propagación vegetativa de plántulas de plátano a partir de yemas en distintas frecuencias de aplicación.

Recurso	Cantidad	Unidad	Valor Unit	Valor Total
			USD	
Preparación del sitio	4	jornal	15.00	60.00
Infraestructura	5	jornal	15.00	75.00
Adquisición de cormos	120	unidad	0.60	72.00
Agro insumos	1	litros	14.27	14.27
Citoquinas	1	litros	18.43	18.43
Giberelinas	1	litros	16.30	16.30
Ácido abcísico	1	litros	15.35	15.35
Cañas	15	unidad	1.25	18.75
Flexómetro	1	unidad	3.00	3.00
Fundas 18*20 cm	4	paquete *100	2.78	11.12
Malla de nylon de polietileno	20	metro	1.80	36.00
Plástico invernadero	20	metro	2.15	43.00
Cuerdas para banano	1	rollo	21.50	21.50
Bombas de mochila	3	unidad	12.50	37.50
Cuaderno de campo	1	unidad	6.00	6.00
Labores culturales	12	jornal	15.00	180.00
Materia prima para sustrato	1	saco	25.00	25.00
Impresiones	210	hojas	0.10	21.00
Empastados	3	unidad	15.00	45.00
CD	3	unidad	1.00	3.00
Subtotal				722.22
Imprevisto	2%			14.44
<b>Total</b>				<b>736.66</b>

Elaborado por: Bermello A. (2023)



## 14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos se concluye:

- La fitohormona que presentó mejores resultados en el desarrollo de las características vegetativas de las plántulas se dio con citoquininas aplicadas a los 30 días posterior a la siembra, con mayor altura de planta y número de hojas. Las giberelinas demostraron tener mayor influencia en el diámetro del pseudotallo, sobre todo en los primeros días de evaluación; en tanto el ácido abscísico tuvo un mejor efecto en el desarrollo del sistema radicular de la planta, para tener plántulas con raíces de mayor longitud.
- La frecuencia de aplicación apropiada de las fitohormonas es a los 30 días en el caso de las citoquininas para potenciar el desarrollo de las partes vegetativas, sobre todo en altura y diámetro de pseudotallos. En lo referente al incremento de raíces, la incorporación de ácido abscísico en los primeros 15 días estimula la masa radicular de la plántula.
- El tratamiento más rentable en el aspecto económico es con las aplicaciones de citoquininas, se obtuvieron plántulas de un excelente vigor y características vegetativas más apropiadas para la comercialización. Por lo tanto, se acepta la hipótesis: La incorporación de una fitohormona con una determinada frecuencia de aplicación incrementará el desarrollo vegetativo de las plántulas de plátano.

### Recomendaciones

- En la producción de plántulas de plátano se recomienda el uso de citoquininas para estimular la altura de planta y el número de hojas, mientras que para obtener plántulas con un buen anclaje radicular es recomendable la aplicación de ácido abscísico en los primeros 15 días posterior a la siembra.
- Se recomienda la aplicación de fitohormonas en almácigos, donde la planta requiere la mayor cantidad de sustancias nutritivas para su correcto desarrollo, por ello es importante la aplicación de estas sustancias para que la planta esté en condiciones de soportar el estrés ambiental del sitio definitivo.
- Continuar con investigaciones aplicando fitohormonas, para establecer una dosis y método de aplicación apropiado en la propagación vegetativa de las plántulas de plátano.

## 15. BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, P., & Vera, M. (2019). Guía para la multiplicación rápida de cormos en plátano y banano. *Revista de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola*, 182-213.
- Aguilar, M., & Reyes, G. (2020). Métodos alternativos de Propagación de semilla agámica de Plátano (*Musa sp.*). Guía Técnica, Universidad Nacional Agraria, Dirección de Investigación, Extensión y Postgrado, Managua.
- Aguirre, B. (2015). Método alternativo de propagación de plántulas de plátano con alta homogeneidad sanidad y potencial productivo. Tesis de Grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo , Facultad de Ciencias Agrarias , Quevedo.
- Alcántara, J., & Acero, J. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *Revista Nova*, 67-73. doi:<http://dx.doi.org/10.25058/24629448.3639>
- Alcivar, K., & Tuarez, F. (2021). Macropropagación del plátano en cámara térmica en función del tamaño de cormo, bencilaminopúrina y tipo de plástico. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Carrera De Ingeniería Agrícola, Calceta.
- Alvarez, G., Ceballos, N., & Gañan, L. (2020). Técnicas de propagación en el manejo de las enfermedades limitantes del plátano. *Revista de Investigaciones Terra Latinoamericana*, 178-191.
- Aragón, C., Escalona, M., Capote, I., Cejas, I., & Sandoval, L. (2016). Aspectos metabólicos del crecimiento y desarrollo de las plántulas de plátano (CEMSA ¾) micropropagadas en biorreactores de inmersión temporal (BIT). *Revista Cultivos Tropicales*, 57-27.
- Arcilga, M., Valencia, J., & Hernandez, M. (2021). Multiplicación rápida de semilla vegetativa por inducción de rebrotes. *Revista de Investigación y Desarrollo de las Musáceas MussaLac*, 78-90.
- Aspiazu, R. (2017). Propagación vegetativa de cebollines de banano (*Musa paradisiaca*) variedad Cavendish mediante la aplicación de tres hormonas en el cantón

Buena Fe. Tesis de Grado, Universidad Tecnica Estatal de Quevedo, Unidad de Estudios a distancia.

- Avellan, B., Ganchozo, W., & Cedeño, G. (2017). Manual de tecnologías limpias para el manejo sostenible del cultivo de plátano en la zona del trópico húmedo del Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Departamento de desarrollo e Investigación. Mialagro: INIAP.
- Bakelana, K., & Mpanda, E. (2016). Método de multiplicación del banano mediante el pelado del rizoma. *Revista de Investigaciones InfoMusa*, 45-63.
- Barrera, J., & Barraza, K. (2019). Evaluación de micorrizas nativas en plantas de plátano Hartón (Musa AAB Simmonds) en fase de vivero. *Revista Científica Acta Agronómica*, 315-324.
- Borjas, R., & Alvarado, P. (2020). Las fitohormonas una pieza clave en el desarrollo de la agricultura. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 78-90. doi:[http://www.scielo.org.bo/pdf/jsab/v8n2/v8n2\\_a07.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/jsab/v8n2/v8n2_a07.pdf)
- Canchignia, H., Espinoza, M., Benavides, G., Saucedo, S., Carranza, M., & Cevallos, O. (2018). Propagación Vegetativa de Plátano y Banano con la Aplicación de Benzilaminopurina (6-BAP) y Ácido Indolacético (AIA). *Revista Ciencia y Tecnología*, 68-82.
- Carrillo, M. (2014). Evaluación de diferentes sustratos en la aclimatación de vitro-plantas de banano (Musa spp.) en la fase de vivero, bajo condiciones de sombreador. Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía.
- Cedeño, G. (2015). Biorreguladores para la propagación intensiva del banano williams (Musa AAA Simmonds) en cámara térmica. *Producción Agrícola*, 67-79.
- Chapin, M. (2012). Respuesta de diferentes sustratos en la aclimatación de vitro-plantas de banano Musa spp. en la fase de invernadero. Repositorio Universidad Técnica de Machala, 67-73.
- Chavarría, L., & López, G. (2019). Micropropagación de ápices caulinares en Plátano (Musa spp. AAB) cultivar Cuerno Gigante. Trabajo de graduación, Universidad Nacional Agraria de Nicaragua, Facultad de Ciencias Agrícolas, Managua. Obtenido de <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf02c512m.pdf>.

- Cibochem. (2021). Ficha Técnica MP Ácido fúlvico. Cali: Carlos Israel Bravo Orovio.
- Contreras, J. (2022). Efecto de inyección de citoquinina en el pseudotallo de plátano en crecimiento y engrose durante la etapa de almácigo. Tesis de Grado, Universidad Agraria del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrarias, Milagro.
- Coss, A., & Ruiz, E. (2020). Efecto de reguladores de crecimiento en la reproducción in vitro de Musa spp. Cv Gran enano. Revista Digital Agricultura Tropical, 45-57.
- Coto, J. (2016). Guía para la multiplicación rápida de cormos de plátano y banano. Revista Cultivos Tropicales, 67-74.
- Coto, J., Aguilar, H., & Krigsvold, D. (2017). Producción de cormos de plátano para siembra directa en campo. Revista investigación y desarrollo de las Musáceas (MussaLac), 149-161.
- Cruz, L., & Ruiz, D. (2012). Métodos y bioestimulantes para acelerar la emisión y desarrollo de hijuelos en plátano (Musa sp). Tesis de Posgrado, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Facultad de Ciencia y Producción Agropecuaria, Tegucigalpa.
- Ecuaquímica. (2023). Ficha Técnica de Cytokin. Ficha Técnica, Departamento de Investigación Agrícola, Quevedo. Obtenido de <http://www.ecuaquimica.com.ec/producto/cytokin/>
- Espinoza, M., & Lara, A. (2013). Alternativas tecnológicas para el manejo ecológico de los principales problemas fitosanitarios en el cultivo de plátano en las provincias de Guayas, Manabí y Pichincha. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Departamento Nacional de Protección Vegetal. Quevedo: Estación Experimental Tropical Pichilingue.
- FAO. (2021). The Statistics Division of Food and Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 17-19.
- Farmagro. (2023). Ácido giberélico. Guayaquil: Ficha Técnica de Agroinsumos.
- Flores, F., & Lalangui, Y. (2022). Evaluación del desarrollo vegetativo de plántulas de banano (Musa spp.) var. Williams con propagación a partir de yemas adventicias utilizando dos sustratos y dos biorreguladores de crecimiento. Tesis de Grado,

Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y de Recursos Naturales, La Maná. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8565>

- Flores, O. (2018). El raquis de banano como fuente de un bioestimulante húmico y su efecto sobre el crecimiento inicial de plántulas de plátano (*Musa* AAA subgrupo Hartón. Tesis de Posgrado, Universidad El Zamorano, Facultad de Ciencia y Producción Agropecuaria, Tegucigalpa.
- GAD La Maná. (2021). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón La Mana. POTyD, Gobierno Autónomo y Descentralizado de La Maná, Departamento de Planificación y Desarrollo, La Maná. Obtenido de <https://lamana.gob.ec/download/plan-de-desarrollo-y-ordenamiento-territorial-del-canton-la-mana/#>
- Galán , V., Rangel, A., Lopez, J., Pérez, J., Sandoval, J., & Souza, H. (2018). Propagación del banano: técnicas tradicionales, nuevas tecnologías e innovaciones. *Revista Brasileña Fruticultura*, 40(4), 119-135. doi:<http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452018574>
- Grisales, F. (2014). Técnica rápida de multiplicación de plátano en Colombia. *Revista InfoMussa*, 103-121.
- Guaita, D. (2018). Efectos de ácidos húmicos y fúlvicos en vitroplantas de banano Cv Williams en condiciones de vivero. Repositorio Universidad Técnica de Babahoyo.
- Hasipuela, R. (2013). Comportamiento de las Vitroplantas del Banano FHIA 18 en la Fase IV, con el empleo de estimulantes fisiológicos. Tesis de Grado, Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y de Recursos Naturales, Latacunga.
- Hector, E., Torres, A., Alge, S., Cabañas, M., & Lopez, A. (2021). Propagación in vitro del plátano macho (*Musa* sp. AAB) clón sobrino con los bioestimulantes cubanos bb-6 y biostan como sustitutos de los reguladores del crecimiento. *Cultivos Tropicales*, 56-63. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193215858002>
- Hoyos, A., & Perea, B. (2019). Evaluación del efecto de diferentes concentraciones de fitohormona en la micropropagación del plátano dominico Harton (*Musa* AAB

- Simmonds). Tesis de Posgrado, Universidad de Cálí, Facultad de Ciencias Agronómicas , Cálí.
- Hwan, S., & Chen, C. (2014). Cultivation of banana using plantlets from meristem culture. *HortScience*, 231-247.
  - INIAP. (2016). Multiplicación rápida de plantas de plátano mediante métodos convencionales. Artículo científico, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Departamento de Investigaciones Agrícolas, Quevedo.
  - Lemos, E., Ferreira, M., Alencar, L., Oliveira, J., & Magalhanes, H. (2013). Micropropagation of banana Terra using temporary immersion bioreactors. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 345-362.
  - López, J. (2015). Regeneración de plantas por embriogénesis somática del cultivar de plátano vianda ‘Zanzíbar’(Musa spp.). *Agricultura Tropical*, 12-21.
  - Marquez, M., & Cassetero, N. (2021). Hormonas y Reguladores del Crecimiento: Auxinas, Giberelinas y Citoquininas. *Revista Fisiología Vegetal*, 15-27.
  - Masache, D. (2015). Aplicación de dos tipos de auxinas para medir el crecimiento radicular en un cebollín de banano variedad tipo Cavendish. Tesis de Grado, Universidad Técnica de Machala, Unidad Académica de Ciencias Agrarias, Machala.
  - Medina, M., Medina, C., & Medina, L. (2015). Propagación de Musa acuminata (Simmunds) plátano a partir del cultivo de meristemos apicales. *Revista Biodiversidad Neotropica*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5168113>
  - Meza, J. (2013). Propagación vegetativa de plátano dominique (Musa paradisiaca) bajo dos porcentajes de sombra con la aplicación de cuatro dosis de Benzilaminopurina (BAP) en el cantón El Empalme provincia del Guayas. Tesis de Grado, Universidad Técnica de Cotopaxi, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y de Recursos Naturales, El Empalme.
  - Narvaez, I. (2014). Bioestimulantes sobre la calidad morfológica del plátano (Musa AAA) en fase de vivero. Tesis de Ing. Agropecuaria, Universidad Técnica Estatal de Quevedo , Facultad de Ciencias Agropecuarias , Quevedo.

- Noriega, M. (2020). Tecnología para la producción rápida de semilla (hijuelos) de banano (*Musa sp.*) en campo ministerio de agricultura gobierno regional Piura dirección regional agraria. *Revista de Investigación Terra Latinoamericana*, 36-44.
- Ortega, N. (2017). Obtención de multimeristemas y callos de diferentes variedades de plátano y banano (*Mussa sp.*) a partir de meristemas apicales. Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil.
- Parra, O., Cayon, D., & Polania, J. (2019). Descripción morfoagronómica de materiales de plátano (*Musa AAB, ABB*) y banano (*Musa AAA*) cultivados en San Andrés Isla. *Revista Acta Agronómica*, 61-68.
- Pérez, M., Vega, B., Delgado, M., Pino, J., & Cabrera, A. (2020). Nueva alternativa para la micropropagación en inmersión temporal del cultivar de plátano vianda “INIVITPV2011”(AAB). *Revista Colombiana de Biotecnología*, 98-107.
- Robinson, J., & Galan, V. (2012). *Plátanos y bananos*. Madrid: Mundiprensa.
- Rumaldo, J. (2016). Multiplicación in vitro de plátano *Musa paradisiaca* (var. *curare enano*), a partir de ápices meristemáticos, utilizando dos concentraciones de 6-Benzilaminopurina y diferentes volúmenes de solución madre en medio líquido. Tesis de Grado, Universidad de El Salvador, Facultad de Biología, San Salvador.
- Russo, V. (2017). Efecto de un bioestimulante húmico extraído del raquis de banano (pinzote) sobre el crecimiento de plántulas de plátano *Musa AAA* subgrupo Harton. *Agronomía Mesoamericana*, 78-82.
- SIPA. (2021). Sistema de Información Pública Agropecuaria. Obtenido de Información Productiva Territorial del Ecuador: <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>
- Solorzano, M. (2018). Impacto sobre el rendimiento del cultivo de plátano (*Musa paradisiaca L.*) producto de la introducción de la variedad *curare enano* Dominico Harton (AAB, Chifle) en parcelamiento La Blanca, Ocos, San Marcos, Coatepeque. Tesis de Grado, Universidad de Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Agrícolas, San Marcos.

- Staver, C., & Lescot, T. (2020). La propagación de material de siembra de calidad para mejorar la salud y productividad del cultivo. *Bioversity International*, 75-84.
- Stoller. (2021). Ficha Técnica de X-Cyte. Guayaquil: Stone Fertilizantes.
- Suarez, M., Gómez, R., Chong, B., Leon, M., & García, R. (2019). Estrategia de innovación tecnológica para el empleo de embriogénesis somática en medios de cultivo semisólido en *Musa spp.* y su impacto económico. *Bioteología Vegetal*, 12(1), 78-107.
- Sunshine, F., & Mogollón, N. (2018). Efecto de dos citoquininas y dos estados físicos del medio de cultivo sobre la multiplicación in vitro del plátano 'Hartón Gigante' (*Musa AAB*). *Memorias de la XVIII Reunión Internacional ACORBAT*, 36-44.
- Umaña, G. (2016). Banano orgánico, propagación y características. *Revista Digital Cultivos Tropicales*, 18-22.
- Valle, R. (2021). Efecto de los reguladores de crecimiento en la multiplicación in vitro de plátano (*Musa × paradisiaca L.*). Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria, Honduras.
- Villar, P. (2016). Importancia de la calidad de planta en los proyectos de revegetación. *Restauración de Ecosistemas Mediterráneos*, 267-281.



## 16. ANEXOS

**Anexo 1.** Contrato de cesación de derechos

### **CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR**

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte: Bermello Basantes Wilber Alexander con C.C. 0504090135, de estado civil soltero y con domicilio en La Maná, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Dra. Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería Agronómica**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado: “Efecto de tres fitohormonas en la propagación vegetativa de plántulas de plátano a partir de yemas en distintas frecuencias de aplicación” la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. Octubre 2018 – Agosto 2023.

Aprobación HCA. -

Tutor. - Ing. Macias Pettao Ramon Klever MSc.

Tema: “Efecto de tres fitohormonas en la propagación vegetativa de plántulas de plátano a partir de yemas en distintas frecuencias de aplicación”.

**CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA. -** Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.** - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.


En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga a los 4 días del mes de agosto del 2023.



Bermello Basantes Wilber Alexander  
**EL CEDENTE**

Dra. Idalia Eleonora Pacheco Tigselema  
**LA CESIONARIA**


## Anexo 2. Certificado reporte de Urkund



**CERTIFICADO DE ANÁLISIS**  
magister

## URKUND-BERMELLO WILBER (2)

1%  
Similitudes




0%  
Texto entre comillas  
0% similitudes entre comillas





< 1%  
Idioma no reconocido

<b>Nombre del documento:</b> URKUND-BERMELLO WILBER (2).docx <b>ID del documento:</b> e74eddea78b7d140766e435842ee1c1a19976ca4 <b>Tamaño del documento original:</b> 181,66 kB	<b>Depositante:</b> RAMON KLEVER MACIAS PETTAO <b>Fecha de depósito:</b> 7/8/2023 <b>Tipo de carga:</b> interface <b>fecha de fin de análisis:</b> 7/8/2023	<b>Número de palabras:</b> 16.031 <b>Número de caracteres:</b> 101.949
--	--	---






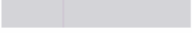


Ubicación de las similitudes en el documento:



### Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 <a href="http://repositorio.utc.edu.ec">repositorio.utc.edu.ec</a> <small>http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8565/1/UTC-PIM-000456.pdf</small>	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (95 palabras)
2	 <a href="https://bdigital.zamorano.edu">bdigital.zamorano.edu</a> <small>https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/7151/1/CPA-2021-T104.pdf#:~:text=El uso de regulado... 1 fuente similar</small>	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (73 palabras)

### Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 <a href="http://repositorio.utc.edu.ec">repositorio.utc.edu.ec</a>   *Evaluación de tres dosis de micorrizas en el cultivo de pimi... <small>http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7296/3/UTC-PIM-000307.pdf.txt</small>	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (21 palabras)
2	 <a href="http://repositorio.utc.edu.ec">repositorio.utc.edu.ec</a>   *Tres tipos de sustrato en la germinación de las plantas de t... <small>http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7740/6/UTC-PIM-000353.pdf.txt</small>	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (16 palabras)
3	 <a href="http://repositorio.iniap.gob.ec">repositorio.iniap.gob.ec</a>   Guía para la producción y manejo integrado del cultivo de... <small>http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5825/4/Guia para la producción y manejo integrado de...</small>	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (12 palabras)
4	 <a href="http://repositorio.utc.edu.ec">repositorio.utc.edu.ec</a>   Repositorio Digital Universidad Técnica de Cotopaxi: Evaluac... <small>http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8565</small>	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (11 palabras)

**Anexo 3.** Aval de traducción del idioma ingles**CENTRO  
DE IDIOMAS*****AVAL DE TRADUCCIÓN***

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“EFECTO DE TRES FITOHORMONAS EN LA PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE PLÁNTULAS DE PLÁTANO A PARTIR DE YEMAS EN DISTINTAS FRECUENCIAS DE APLICACIÓN”**, presentado por **Bermello Basantes Wilber Alexander**, egresados de la Carrera de: **Agronomía**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

La Maná, agosto del 2023

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink that reads 'Wendy Núñez'.

Mg. Wendy Núñez  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC**  
CI: 0925025041

**Anexo 4.** Hoja de vida del docente tutor**DATOS INFORMATIVOS PERSONAL DOCENTE****DATOS PERSONALES****APELLIDOS:** MACÍAS PETTAO**NOMBRES:** RAMÓN KLEVER**ESTADO CIVIL:** CASADO**CEDULA DE CIUDADANÍA:** 0910743285**NÚMERO DE CARGAS FAMILIARES:** CINCO**LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO:** MOCACHE, 16 DE ENERO DE 1966**DIRECCIÓN DOMICILIARIA:** MOCACHE, 16 DE JULIO Y ABDÓN CALDERÓN**TELÉFONO CONVENCIONAL:** 0502707071 **TELÉFONO CELULAR:** 0993830407**EMAIL INSTITUCIONAL:** ramón.macias@utc.edu.ec**TIPO DE DISCAPACIDAD:** Ninguna**# DE CARNET CONADIS:****ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS**

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO	CÓDIGO DEL REGISTRO SENESCYT
<b>TERCER</b>	INGENIERO AGRÓNOMO	21 De Diciembre De 1992	1018-02-1222-1
<b>TERCER</b>	LICENCIADO EN EDUCACIÓN FÍSICO MATEMÁTICO	17 De Septiembre Del 2002	1013-04-530779
<b>CUARTO</b>	MAGISTER EN AGROECOLOGÍA Y AGRICULTURA SOSTENIBLE	26 De Mayo Del 2014	1018-14-86048265

**HISTORIAL PROFESIONAL****UNIDAD ADMINISTRATIVA O ACADÉMICA EN LA QUE LABORA:**

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**ÁREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:**

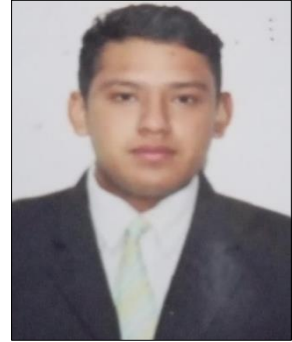
INVESTIGACIÓN Y PRACTICA DE REDISEÑO.

Anexo 5. Hoja de vida del estudiante investigador

## **Bermello Basantes Wilber Alexander**

### **INFORMACIÓN PERSONAL**

**Nacionalidad:** Ecuatoriano  
**Cédula de ciudadanía:** 0504090135  
**Fecha de nacimiento:** 22 de agosto del 2000  
**Domicilio:** Chipe Hamburgo 2  
**Teléfonos:** 0980098550  
**Correo electrónico:** alexanderbermello2000@gmail.com  
**Email institucional:** wilber.bermello0135@utc.edu.ec



### **ESTUDIOS REALIZADOS**

**Segundo Nivel:** Unidad Educativa La Maná

**Superior:** Universidad Técnica de Cotopaxi

### **TÍTULOS**

- Bachiller en Ciencias

### **IDIOMAS**

- Español (nativo)
- Suficiencia en el Idioma Inglés

### **CURSOS DE CAPACITACIÓN**

- **Seminario: “IV Jornadas Agronómicas UTC-La Maná.”**

**Dictado:** Universidad Técnica de Cotopaxi, “Extensión La Maná”, con el aval de La Universidad Técnica de Cotopaxi.

**Lugar y fecha:** La Maná 14, 15 y 16 de Julio del 2021

**Tiempo:** 40 horas

- **Seminario: “VI Congreso Internacional de Investigación Científica UTC-La Maná.”**

**Dictado:** Universidad Técnica de Cotopaxi “Extensión La Maná”

**Lugar y fecha:** Online 17, 18, 19, 20 y 21 de Enero del 2022

**Tiempo:** 40 horas



**Anexo 6. Evidencias fotográficas****Fotografía 1. Preparación de sustrato****Fuente:** Bermello A. (2023)**Fotografía 2. Selección de cormos****Fuente:** Bermello A. (2023)**Fotografía 3. Desinfección de cormos****Fuente:** Bermello A. (2023)**Fotografía 4. Siembra en fundas****Fuente:** Bermello A. (2023)



**Fotografía 5.** Plántulas a los 15 días de siembra



Fuente: Bermello A. (2023)

**Fotografía 6.** Plántulas a los 30 días de siembra



Fuente: Bermello A. (2023)

**Fotografía 7.** Recopilación de datos de campo



Fuente: Bermello A. (2023)

**Fotografía 8.** Recopilación de datos de campo



Fuente: Bermello A. (2023)

## Anexo 7. Esquema de tratamientos

<b>T3</b>	<b>T7</b>	<b>T2</b>	<b>T1</b>
<b>T6</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T1</b>
<b>T5</b>	<b>T1</b>	<b>T7</b>	<b>T4</b>
<b>T7</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T2</b>
<b>T2</b>	<b>T6</b>	<b>T1</b>	<b>T3</b>
<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T6</b>	<b>T5</b>
<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T3</b>	<b>T7</b>
<b>R2</b>	<b>R1</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>

---

