

# UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

# EFECTO DE FITOHORMONAS SOBRE EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE YEMAS EN BANANO (Musa AAA), EN BALAO, GUAYAS TRABAJO EXPERIMENTAL

Trabajo de titulación presentado como requisito para la obtención del título de

# INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR
GUATO FERNÁNDEZ LUIS FERNANDO

TUTOR
ING. MARTILLO GARCÍA JUAN JAVIER, M,Sc

**MILAGRO - ECUADOR** 

2021



# UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

### **APROBACIÓN DEL TUTOR**

Yo, ING. MARTILLO GARCÍA JUAN JAVIER, M,Sc, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: EFECTO DE FITOHORMONAS SOBRE EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE YEMAS EN BANANO (*Musa AAA*), EN BALAO, GUAYAS, realizado por el estudiante GUATO FERNÁNDEZ LUIS FERNANDO; con cédula de identidad N°094070065-1 de la carrera INGENIERÍA AGRONÓMICA, Unidad Académica Milagro, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Firma del Tutor

Milagro, 16 de noviembre del 2021



## UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

# APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: "EFECTO DE FITOHORMONAS SOBRE EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE YEMAS EN BANANO (*Musa AAA*), EN BALAO, GUAYAS", realizado por el estudiante GUATO FERNÁNDEZ LUIS FERNANDO, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,	
<u> </u>	nández David, M.Sc SIDENTE
Ing. Martínez Alcívar Fernando, M.Sc <b>EXAMINADOR PRINCIPAL</b>	Ing. Martínez Carriel Tayron, M.Sc EXAMINADOR PRINCIPAL
Ing Martillo G	arcía Juan M Sc

**EXAMINADOR SUPLENTE** 

Milagro, 16 de noviembre del 2021

#### Dedicatoria

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre, por ser el pilar más importante, por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional. A mi padre, por sus consejos, esfuerzos para brindarme lo mejor para mí en el transcurso de mi carrera. A mi hermano y a mi hermana que siempre están presente. A mi esposa por darme las fuerzas y ganas de seguir adelante con cada obstáculo que se me presenta en la vida y porque siempre me ha guiado por el sendero correcto para ser una persona de bien, a la Universidad Agraria del Ecuador por darme la oportunidad de ser parte de ella, a los Ingenieros ya que gracias a ellos he tenido la oportunidad de prepararme y así poder seguir adelante con mi meta.

#### Agradecimiento

En primer lugar, agradezco a Dios por brindarme salud, a mis padres por estar conmigo en todo momento apoyándome y por ser mi motivo principal para llegar a cumplir mis metas. Además, agradezco a:

Al PhD. Martha Bucaram, Rectora, de la Universidad Agraria del Ecuador.

Al PhD. Jacobo Bucaram, Rector Fundador de la Universidad Agraria del Ecuador.

MSc. Emma Jácome Decana de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Agraria del Ecuador.

Ing. Martillo Garcia Juan Javier, MSc. Coordinador de la Universidad Agraria de Guayaquil, y tutor por su colaboración desinteresada para la culminación de este proyecto.

A todos los catedráticos de la Universidad Agraria Milagro, por su digna labor al brindarme sus enseñanzas, las cuales serán mi base principal para mi desenvolvimiento en el campo laboral y profesional.

6

Autorización de Autoría Intelectual

Yo GUATO FERNÁNDEZ LUIS FERNANDO, en calidad de autor del proyecto

realizado, sobre "EFECTO DE FITOHORMONAS SOBRE EL CRECIMIENTO Y

DESARROLLO DE YEMAS EN BANANO (Musa AAA), EN BALAO, GUAYAS"

para optar el título de INGENIERO AGRÓNOMO, por la presente autorizo a la

UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos

que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines

estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me correspondan, con excepción de la presente

autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en

los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y

su Reglamento.

Milagro, 16 noviembre del 2021.

GUATO FERNÁNDEZ LUIS FERNANDO

C.I. 0940700651

# Índice general

PORTADA	1
APROBACIÓN DEL TUTOR	2
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	3
Dedicatoria	4
Agradecimiento	5
Autorización de Autoría Intelectual	6
Índice general	7
Índice de tablas	11
Índice de figuras	13
Resumen	14
Abstract	15
1. Introducción	16
1.1 Antecedentes del problema	16
1.2 Planteamiento y formulación del problema	17
1.2.1 Planteamiento del problema	17
1.2.2 Formulación del problema	17
1.3 Justificación de la investigación	18
1.4 Delimitación de la investigación	18
1.5 Objetivo general	18
1.6 Objetivos específicos	18
1.7 Hipótesis	19
2. Marco teórico	20
2.1 Estado del arte	20
2.2 Bases teóricas	21

	2.2.1 Generalidades del banano	. 21
	2.2.2 Origen e importancia del cultivo	. 22
	2.2.3 Situación actual de la producción de banano en el ecuador	. 23
	2.2.4 Posición taxonómica y botánica del banano	. 23
	2.2.5 Requerimientos climáticos y edáficos	. 25
	2.2.5.1 Temperatura	. 25
	2.2.5.2 Luminosidad	. 25
	2.2.5.3 Latitud	. 25
	2.2.5.4 Altitud	. 25
	2.2.5.5 Precipitación	. 26
	2.2.5.6 Cantidad de materia orgánica	. 26
	2.2.5.7 Textura del suelo	. 26
	2.2.5.8 pH del suelo	. 26
	2.2.5.9 Propagación	. 26
	2.2.6 Fertilización edáfica y foliar	. 27
	2.2.7 Importancia de la aplicación de fitohormonas en el banano	. 28
	2.2.8 Características de las hormonas a utilizarse	. 28
	2.2.8.1 Auxinas	. 28
	2.2.8.2 Citoquininas	. 29
	2.2.8.3 Giberelinas	. 29
	2.2.9 Características agronómicas del clon de banano a evaluar	. 30
	2.2.9.1 Cavendish enano	. 30
2	.3 Marco legal	. 31
3.	. Materiales y métodos	. 32
3.	.1 Enfoque de la investigación	. 32

	3.1.1 Tipo de investigación	. 32
	3.1.2 Diseño de investigación	. 32
3.	2 Metodología	. 32
	3.2.1 Variables	. 32
	3.2.1.1. Variable independiente	. 32
	3.2.1.2. Variable dependiente	. 32
	3.2.1.2.1 Tamaño de yemas	. 32
	3.2.1.2.2 Tamaño de la planta	. 32
	3.2.1.2.3 Circunferencia del tallo (cm)	. 33
	3.2.1.2.4 Numero de hojas total	. 33
	3.2.1.2.5 Porcentaje de raíces	. 33
	3.2.1.2.6 Análisis Costo/Beneficio	. 33
	3.2.2 Tratamientos	. 33
	3.2.3 Diseño experimental	. 34
	3.2.4 Recolección de datos	. 34
	3.2.4.1. Recursos	. 34
	3.2.4.2. Métodos y técnicas	. 34
	3.2.4.2.1 Señalización de plantas	. 34
	3.2.4.2.2 Control fitosanitario	. 35
	3.2.4.2.3 Fertilización	. 35
	3.2.5 Análisis estadístico	. 35
4.	Resultados	. 36
4.	1 Tamaño de yemas (cm)	. 36
4.	2 Tamaño de la planta (cm)	. 37
4.	3 Circunferencia de tallo (cm)	. 38

4.4 Número de hojas	39
4.5 Porcentaje de raíces	39
4.6 Análisis beneficio costo	40
5. Discusión	41
6. Conclusiones	43
7. Recomendaciones	44
8. Bibliografía	45
9. Anexos	53

# Índice de tablas

Tabla 1. Tratamientos en estudio	34
Tabla 2. Esquema del análisis de varianza	35
Tabla 3. Evaluación del tamaño de yemas	36
Tabla 4. Evaluación del tamaño de la planta (cm)	37
Tabla 5. Evaluación de la circunferencia del tallo (cm)	38
Tabla 6. Evaluación del número de hojas	39
Tabla 7. Evaluación del porcentaje de raíces (%)	39
Tabla 8. Análisis de costos	40
Tabla 9. Datos del tamaño de yemas (cm) a los 5 días	54
Tabla 10. Análisis estadístico del tamaño de yemas (cm) a los 5 días	54
Tabla 11. Datos del tamaño de yemas (cm) a los 10 días	55
Tabla 12. Análisis estadístico del tamaño de yemas (cm) a los 10 días	55
Tabla 13. Datos del tamaño de yemas (cm) a los 20 días	56
Tabla 14. Análisis estadístico del tamaño de yemas (cm) a los 20 días	56
Tabla 15. Datos del tamaño de yemas (cm) a los 30 días	57
Tabla 16. Análisis estadístico del tamaño de yemas (cm) a los 30 días	57
Tabla 17. Datos del tamaño de la planta (cm) a los 40 días	58
Tabla 18. Análisis estadístico del tamaño de la planta (cm) a los 40 días	58
Tabla 19. Datos del tamaño de la planta (cm) a los 60 días	59
Tabla 20. Análisis estadístico del tamaño de la planta (cm) a los 60 días	59
Tabla 21. Datos del tamaño de la planta (cm) a los 80 días	60
Tabla 22. Análisis estadístico del tamaño de la planta (cm) a los 80 días	60
Tabla 23. Datos de circunferencia del tallo (cm) a los 50 días	61
Tabla 24. Análisis estadístico de circunferencia del tallo (cm) a los 50 días	61

Tabla 25. Datos de circunferencia del tallo (cm) a los 80 días	62
Tabla 26. Análisis estadístico de circunferencia del tallo (cm) a los 80 días	62
Tabla 27. Datos del número de hojas	63
Tabla 28. Análisis estadístico del número de hojas	63
Tabla 29. Datos del porcentaje de raíces (%)	64
Tabla 30. Análisis estadístico del porcentaje de raíces (%)	64

# Índice de figuras

Figura 1. Diseño experimental de campo (DCL)	. 53
Figura 2. Toma de datos de yemas del banano	. 65
Figura 3. Preparación de tratamientos	. 65
Figura 4. Aplicación de fitohormonas	. 66
Figura 5. Evaluación de yemas	. 66
Figura 6. Aplicación de hormonas a los 40 días	. 67
Figura 7. Toma de datos de tamaño de plantas	. 67
Figura 8. Primera evaluación de circunferencia del tallo	. 68
Figura 9. Segunda evaluación de circunferencia de tallo	. 68
Figura 10. Conteo de hojas de plantas de banano	. 69
Figura 11. Finalización del ensayo experimental	. 69

#### Resumen

El presente trabajo experimental fue realizado en el recinto Libertad del cantón Balao provincia del Guayas, entre los meses de abril del año 2021 a agosto del mismo año. El objetivo del ensayo fue evaluar el efecto de fitohormonas sobre el crecimiento y desarrollo de los puntos de crecimiento de banano (Musa AAA). El ensayo experimental se basó en la aplicación combinada de fitohormonas vegetales como citoquininas, auxinas y ácido giberelico, los cuales permitieron verificar su efecto sobre el desarrollo del punto de crecimiento del banano. Las dosis propuestas fueron recomendadas por la casa comercial, además se obtuvo un testigo, al que no fue aplicado ninguna hormona. Las frecuencias de aplicación fueron al inicio, luego al día 30, 50, 70, 80 y 90. Las variables en estudio son: tamaño de yemas, tamaño de la planta, circunferencia del tallo, número de hojas, porcentaje de raíces y análisis beneficio costo. Fue utilizado un diseño cuadro latino (DCL), compuesto por cinco tratamientos, lo cual generó 25 unidades experimentales. Cabe mencionar que cada unidad experimental se compone por una planta de banano evaluada. Los datos fueron valorados estadísticamente bajo el análisis de varianza y la comparación de medidas con el Test de Tukey, al Los resultados mostraron que la combinación de las 5% de probabilidad. fitohormonas influyó en el crecimiento del banano, considerando el tratamiento 4 Citoquinina + Acido Giberelico + Auxina que presentó promedio más alto sobre las variables evaluadas y con 99,20 cm de altura de las plantas promedio a los 80 días.

Palabras claves: ácido giberelico, auxinas, banano, citoquininas, yemas.

#### Abstract

The present experimental work was carried out in the Libertad area of the Balao canton, Guayas province, between the months of April 2021 to August of the same year. The objective of the trial was to evaluate the effect of phytohormones on the growth and development of banana growing points (Musa AAA). The experimental test was based on the combined application of plant phytohormones such as cytokinins, auxins and gibberellic acid, which allowed to verify their effect on the development of the banana growth point. The proposed doses were recommended by the commercial company, in addition a control was obtained, to which no hormone was applied. The application frequencies were at the beginning, then at day 30, 50, 70, 80 and 90. The variables under study are: bud size, plant size, stem circumference, number of leaves, root percentage and benefit analysis cost. A Latin square design (DCL) was used, composed of five treatments, which generated 25 experimental units. It is worth mentioning that each experimental unit is made up of an evaluated banana plant. The data were statistically valued under the analysis of variance and the comparison of measurements with the Tukey test, at a 5% probability. The results showed that the combination of phytohormones influenced the growth of the banana, considering the treatment 4 Cytokinin + Gibberellic Acid + Auxin that presented the highest average on the evaluated variables and with 99.20 cm of average plant height at 80 days.

**Keywords:** gibberelic acid, auxins, banana, cytokinins, buds.

#### 1. Introducción

#### 1.1 Antecedentes del problema

El cultivo de banano es considerado uno de los rubros agrícolas con más relevancia en el Ecuador a causa de sus exportaciones en mercados a nivel mundial. Razón por la que es una prioridad investigar sobre técnicas que peritan aumentar la productividad, quedándose al margen de las demandas que exige el mercado. Asimismo, es de suma importancia destacar su labor agrícola dentro del país, puesto a que es el cultivo con que más genera empleo entre los ecuatorianos.

La incidencia de la productividad de banano en la economía del país es muy importante dentro de este, lo que ha conseguido que sea reconocido a nivel mundial, no solo por su exportación, sino también por la calidad que presentan sus productos. Hay causas que suelen repercutir en la condición del cultivo, como por ejemplo las condiciones climáticas y propiedades presentes en la tierra que no todos los países tienen, esa es una razón por la que el Ecuador ha podido resaltar en cultivo de banano (Mendrana y Soledispa, 2019).

Las particularidades químicas que hay en suelos del cultivo de banano inciden de forma directa en el período fenológico, y se relaciona con el control de fertilización que se le otorgue, asimismo, esta labor se vincula con su rentabilidad. Esta labor se centra en el abastecimiento de nutrientes faltantes que hay en el suelo al igual que macro elementos y micronutrientes (Huarquila, 2017).

En estos años, es un poco común apreciar el aumento de un control inadecuado de agroquímicos, lo que genera diversos inconvenientes, entre los cuales se encuentra la deficiente cuantía de raíces saludables, produciendo una baja producción. Por lo tanto, es imprescindible probar con distintas hormonas de

crecimiento las cuales van a disminuir estos inconvenientes a un precio razonable (Guamán et al., 2019).

#### 1.2 Planteamiento y formulación del problema

#### 1.2.1 Planteamiento del problema

Dentro del cantón Balao se encuentra 7 423,27 ha de banano, lo que quiere decir el 18,23 % con respecto a superficie total del cantón y es identificado mayormente en zonas de: Balao, San José, Colón, Santa Rita, Las Mercedes, Santa Rosa, San Antonio, Libertad y San Carlos, teniendo un porcentaje de productividad del 17.65 % de labor agrícola (IEE, 2013).

En el sector agrícola de Balao, hay una menor productividad de este cultivo, a causa de un rendimiento pausado de la planta y una escasa productividad originada. Este cultivo necesita de alternativas nutricionales para potenciar su desarrollo, por lo que hay conceptos actuales de nutrición y control de fitohormonas para el banano, los cuales han consentido generar elevadas rentabilidades beneficiosa para los cultivadores.

No obstante, hay una extensa cantidad de pobladores del sector que no presentan estos conceptos en cuenta, más son obligados a llevarlos a cabo cuando notan un cambio negativo en la productividad y economía de sus cultivos. Por este motivo, en este estudio se necesita valorar la incidencia de fitohormonas sobre el rendimiento de punto de crecimiento (yemas de banano) generando resultados esperados.

#### 1.2.2 Formulación del problema

¿Cuál será el efecto de las fitohormonas en el crecimiento y desarrollo de yemas de banano (*Musa* AAA)?

#### 1.3 Justificación de la investigación

Ecuador es el más alto productor de banano en todo el mundo con un valor anual de exportaciones mayor a 6 millones de toneladas métricas que se comercializa a diversos mercados a nivel mundial. Este cultivo es produce en la costa y en valles templados de la sierra. El sector bananero se encuentra constituido por varias provincias, entre esas: de El Oro, Guayas, Los Ríos, Esmeraldas, Cañar y Loja, las cuales son capacitadas en productividad y exportación de banano (Díaz, 2015).

Para que se dé un rendimiento y productividad en el banano, el cultivo adquiere los nutrientes imprescindibles que hay en el suelo, hay ocasiones en las que el suelo no presenta la cantidad suficiente para generar frutos idóneos, por lo que se le debe otorgar fitohormonas al cultivo, sin este aplique, es probable que las productividades del cultivo en un futuro no sean las esperadas (Mendoza, 2015).

#### 1.4 Delimitación de la investigación

El ensayo experimental fue realizado en el Cantón Balao Provincia del Guayas entre los meses de abril del año 2021 a agosto del mismo año.

#### 1.5 Objetivo general

Evaluar el efecto de fitohormonas sobre el crecimiento y desarrollo de los puntos de crecimiento de banano (*Musa AAA*), en Balao. Guayas

#### 1.6 Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de fitohormonas sobre el desarrollo vegetativo de los puntos de crecimiento (yemas) de banano.
- Determinar la eficacia de los tratamientos en estudio en base a los resultados obtenidos.

 Realizar el análisis económico de los tratamientos en base a la relación Beneficio /Costo.

## 1.7 Hipótesis

La aplicación de fitohormonas vegetales en dosis apropiadas permitió mejorar el desarrollo vegetativo de los puntos de crecimiento del banano.

#### 2. Marco teórico

#### 2.1 Estado del arte

Carrión (2018), evaluó el uso de fitohormonas vegetales (citoquininas y auxinas) en la producción de banano con la finalidad que se genere mayor producción y beneficio a las familias dedicadas a este cultivo. El análisis estadístico reflejó que las plantas tratadas con hormonas de crecimiento mejoraron su rendimiento, y por ende la rentabilidad de los agricultores de la zona.

Soplín (2016), valoró la respuesta del banano ante la aplicación de citoquinina y un bioestimulante. Las dosis de la citoquinina fue 0, 20, 40 y 80 mg/l, y del bioestimulante 0, 20, 40 y 80 ml/cormo. Empleó un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial AxB. Los resultados mostraron significancia ante la aplicación de citoquinina con dosis 40 mg/l con 47,28 plántulas/cormo considerándose el más eficaz.

Guerrero y Guevara (2019), sostienen la importancia que tiene el banano en el mercado nacional e internacional, puesto que es considerado uno de los principales alimentos de la canasta familiar, se requiere aplicar la debida propagación por medio de cormos. Esta técnica busca generar plantas vigorosas y que sean adaptadas a los diferentes cambios climáticos. Para ello utilizaron hormonas de crecimiento en diferentes concentraciones como citoquininas, auxinas y giberelinas. Los resultados ante dichos experimentos evidencian respuestas positivas ante el uso de dichas hormonas.

Carranza et al., (2016), establecieron una metodología para la inducción y enraizamiento de brotes de laurel bajo el uso de reguladores de crecimiento. Se utilizó diferentes dosis de citoquininas 0, 3000, 6000, 9000 mg L-1 de BAP sola y

combinadas con 1000, 2000, 3000 mg L-1 de AIA. El diseño utilizado fue completo al azar. Mientras las dosis de auxinas fue 0, 1000, y 1500 mg kg-1 de ANA y AIB con un arreglo factorial. Los resultados mostraron que la combinación de citoquininas y auxinas generó 16,42 cm de longitud en brotes y el 54% de enraizamiento. Concluyendo que el uso de citoquininas y auxinas presenta eficacia en la inducción de brotes.

Carrión (2020), evaluó el efecto de las citoquininas en etapa de multiplicación en plátano. Las hormonas vegetales influyen en la multiplicación celular de plantas y permiten aumentar los brotes. Además, para el enraizamiento utilizó la hormona auxina que ayuda en su desarrollo. Los resultados mostraron que el uso de citoquininas mejoró el número de brotes del meristema, considerándose eficiente sobre las variables evaluadas.

#### 2.2 Bases teóricas

#### 2.2.1 Generalidades del banano

El cultivo de banano es una hierba perenne (herbácea) que posee una magnitud considerable; se encuentra constituida por un cormo corpulento en el que se origina la planta y los hijos (yemas adyacentes) quienes van a suscitar plantas productoras. (Saavedra, 2017)

Este cultivo es alimento esencial y artículo de exportación, es generador de trabajo en lugares rurales, beneficia a la economía de una gran cantidad de países en desarrollo, entre esos Ecuador. Este país se considera un primordial exportador del banano, presenta un terreno de 186 222 ha lo que se toma en cuenta como el 12,46 % de la superficie agrícola en Ecuador, teniendo una productividad de 6 530 t/año (Romero, 2021).

#### 2.2.2 Origen e importancia del cultivo

El cultivo de banano es conocido de igual manera como *Musa paradisiaca*, este cultivo es procedente de los sectores tropicales de del Sudeste de Asia en lugares como Indonesia y Filipinas. En la época de la edad media trasladaron el fruto a África, siguiendo por América Tropical a otros sitios como Panamá, Colombia y Ecuador. Hoy en día, este cultivo sigue expandiéndose a diversas regiones templadas a nivel mundial (Merchán, 2016).

Tiene su procedencia en la región indomalaya, lugar en que fue cultivado desde hace muchísimo tiempo. A partir de Indonesia, se extendió hasta el sur y el oeste, llegando a Hawaii y la Polinesia. Fue introducido a Europa en el siglo III a. C., a pesar de que habló de este cultivo en el siglo III a. C. Y por último, fue llevado a Sudamérica en XVI, por parte de los colonizadores portugueses, específicamente Santo Domingo (InfoAgro, 2017).

Este cultivo es producido en aproximadamente 130 países los cuales casi todos están en sectores intertropicales. Estos se incorporan a la productividad del fruto, presentan terrenos fértiles que necesitan de una extensa cuantía de mano de obra. Esto genera trabajos tanto directos como indirectos, puesto que este tipo de labores presentan diversas fases previas (Agrotendencia, 2019).

Además, presenta una alta relevancia a nivel mundial puesto que es cultivado en sectores tropicales y subtropicales, esto constituye una aportación esencial en la seguridad alimenticia al igual que es un sustento económico para los lugares donde es cultivado. En el año 2014, la productividad que se dio de este cultivo en todo el mundo fue de 30'667662 t (Herrera, 2018).

23

2.2.3 Situación actual de la producción de banano en el ecuador

Ecuador sigue siendo el exportador más grande a nivel internacional, con un

30 % de oferta mundial, constituyendo el 15% del total en exportaciones, siendo

además el segundo rubro de más grande tamaño en exportación a nivel nacional.

Su exportación ha ido creciendo gracias al incremento de su producción por

hectárea (Proecuador, 2017).

Con ayuda de las condiciones climáticas y ecológicas muchos productores

enfocados en la productividad de cacao han conseguido abastecer la demanda

mundial anual. La región costa es considerada como la primordial productora de

este cultivo, teniendo un 90% hacia mercados de Rusia y Europa. Las clases más

demandadas están: cavendish enano, orito o baby banana y banano rojo

(Jaramillo, 2020).

Esta labor de banano a nivel nacional ha presentado una gran relevancia en el

crecimiento del país, viéndolo desde una perspectiva económica y social,

teniendo el fin de enseñar los beneficios de su productividad y consumo de

alimentos orgánicos, los cuales no poseen químicos, siendo ahora demandados

por los mercados internacionales (Mena, 2019).

2.2.4 Posición taxonómica y botánica del banano

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Zingiberales

Familia: Musácea

Género: Musa

Especie: paradisiaca

Nombre: Musa paradisiaca L (Benítez, 2017).

El sistema radicular que presenta el cultivo de banano desempeña un fundamento esencial para su crecimiento, pues no solo funciona como soporte de la planta, sino también como una primordial vía de asimilación de agua y nutrientes indispensables que la planta necesita. Otra función es el almacenaje de productos para una adecuada alimentación (Torres, 2017).

El tallo es un rizoma de gran magnitud, almidonoso, que se encuentra coronado con yemas, estas crecen hasta el momento en que el rizoma se encuentre florecido por completo. Su inflorescencia posee una apariencia de racimo, extensa y pedunculada; en un inicio está de forma erecta, sin embargo, mientras va creciendo, esta se va inclinando (Correa, 2015).

El banano posee hojas con cuatro zonas acentuadas; lámina, el seudopecíolo, la vaina y la nervadura central. La apariencia que poseen las hojas en su estado maduro es oval-oblonga, un ápice despuntado y un semilimbo que es ligeramente más extenso, la cantidad de sus hojas va a depender de acuerdo a su clase y su edad (Tenesaca, 2019).

El fruto de este cultivo es un racimo que se genera a raíz de las flores que se desarrollan en grupo y conforman el racimo. Se encuentra constituido por varios gajos o llamados también "manos", y al mismo tiempo, es conformado por un conjunto de flores femeninas desarrolladas que después se vuelven un "dedo". Este es pequeño y delgado, sin embargo, en tanto que se van desarrollando, van aumentando de tamaño (Bravo, 2021).

El raquis comienza a partir del primer fruto hasta la yema masculina, puede estar revestido con brácteas constantes o simplemente no estarlo. Es el tallo que está en la inflorescencia. Las marcas que se encuentran en el raquis, son

denominados nodos, y precisan el sitio donde están unidas las brácteas (Promusa, 2018).

#### 2.2.5 Requerimientos climáticos y edáficos

#### 2.2.5.1 Temperatura

El clima idóneo que se necesita es el tropical húmedo. Su temperatura reside entre los 18,5°C a 35,5°C. Si presenta una temperatura más baja de 15,5°C, su desarrollo empieza a tardarse. Sin embargo, si posee una temperatura de 40°C se ve efectos positivos siempre que el suministro de agua sea común (Cedeño, 2017).

#### 2.2.5.2 Luminosidad

La luminosidad es un componente encargado de los procedimientos que la planta lleva a cabo para su sostenimiento, tales como la fotosíntesis, respiración celular, asimilación mineral, etc; estos se encuentran incididos de una mala manera si no se da la aparición de luz (Muhidin et al., 2016).

#### 2.2.5.3 Latitud

La más alta concentración de productividad de banano está a 15º al norte y sur dentro del país, sin embargo, se toma en cuenta que es capaz de incrementar sus rentabilidades entre los 30º consiguiendo un fruto que presente una condición idónea (Intagri, 2018).

#### 2.2.5.4 Altitud

Esta planta suele ajustarse a regiones tropicales que presenten un clima húmedo y templado. La altitud adecuada para su producción va entre 0 a 400 msnm, prudente entre los 400 a 800 msnm e inadecuado para los 800 msnm (Suarez y Suarez, 2020).

#### 2.2.5.5 Precipitación

Uno de los componentes más importantes para el rendimiento del banano es el agua, por lo que sus necesidades hídricas al me van desde 120 a 200 mm. Se considera además que no debe excederse de su capacidad de campo, puesto que se originarían afecciones fungosas y bacterianas (Caicedo et al., 2015).

#### 2.2.5.6 Cantidad de materia orgánica

Los abonos orgánicos tienden a reintegrar la dinámica biológica. Estos materiales proporcionan al suelo una cuantía considerable de materia orgánica y elementos nutritivos de materia orgánica para los cultivos. Entre los componentes nutritivos que resaltan están Nitrógeno, Fósforo, Potasio, y el Magnesio, Sodio y Azufre en una cantidad más pequeña (Valverde et al., 2019).

#### 2.2.5.7 Textura del suelo

La instauración de cultivos de banano tiene que llevarse a cabo en terrenos con topografía lisa o levemente ondulada (con un máximo del 40%). La topografía identifica las actividades agronómicas que pueden utilizarse en el incremento de su productividad. El plátano necesita de una profundidad acertada de 1.2 m (Lacayo, 2018).

#### 2.2.5.8 pH del suelo

Los suelos adecuados para su establecimiento son los aluviales, teniendo una profundidad menor de un metro, con consistencia franco-arenosa o franco arcilloso y un pH que va desde 5.5 a 6.5. Este cultivo tiene mucha sensibilidad a elevadas cantidades de sales y alcalinidad en el suelo (Escobedo, 2018).

#### 2.2.5.9 Propagación

Puesto que el banano no es muy propenso a generar semillas viables, su diseminación se lleva a cabo de forma asexual, por medio del origen de hijuelos,

cormos que proceden de la planta madre, siendo denominados como hijos espada, estos posteriormente son sembrados en un sitio concreto en el que se dará el nuevo cultivo (Cedeño et al., 2016)

#### 2.2.5.9.1 Inducción de brotación de yemas

La proliferación habla acerca de la supresión de la preponderancia apical de cormos para impulsar el rendimiento de yemas laterales e incrementar el índice de proliferación. Esta tecnología puede utilizarse en el campo de forma directa o en propagadores en donde el empleo de cámaras de rendimiento con temperatura elevada y humedad asegura una veloz votación de yemas (Cedeño et al., 2016).

La incitación de brotación de yemas se basa en la erradicación del dominio apical, razón por la que es denominada la técnica con más facilidad al igual que de sencilla adopción por el productor con respecto a la productividad masiva de cormos. Con la rotura del dominio apical, es posible producirse de 5 a 10 cormos en un lapso que va desde 8 a 9 meses. Esto es correspondiente a 33 330 o 66 660 cormos por hectárea (FAO, 2014).

#### 2.2.6 Fertilización edáfica y foliar

El aplique de fertilizantes tiene que realizarse únicamente en la etapa lluviosa. Cuando es en plantaciones recientes, se debe imponer el fertilizante entre la quinta semana posterior a la siembra. En otras plantaciones a impuestas, se debe colocar el fertilizante entre enero y junio. En plantaciones con una densidad considerable, tiene que realizarse cada mes (Ulloa, 2015).

El empleo adecuado de fertilizantes ha logrado un aumento de desarrollo en los cultivos por lo que se han dado mejoras en el rendimiento de su sistema productivo. Por lo que, es de alta relevancia que la fertilización esté adecuada a las necesidades de la planta (Vivas et al., 2018).

#### 2.2.7 Importancia de la aplicación de fitohormonas en el banano

Las hormonas vegetales se consideran componentes generados por células vegetales en lugares estratégicos de la planta y tienden a regularizar de una forma preponderante los fenómenos fisiológicos que se dan en el cultivo. Los componentes de soporte a la nutrición vegetal, pueden cambiar en una manera positiva (Trichodex, 2016).

Asimismo, no presentan incidencias concretas, por lo que solo una fitohormona puede funcionar en diversos procedimientos, al mismo tiempo que un solo proceso puede actuar en diversas fitohormonas. De igual manera, una sola hormona posee distintos efectos de acuerdo al órgano en el que debe actuar (Red agrícola, 2018).

#### 2.2.8 Características de las hormonas a utilizarse

#### 2.2.8.1 Auxinas

Son hormonas que regularizan el rendimiento vegetal, tiene la labor de rendimiento radicular, por medio de la repartición y desarrollo celular, la atractividad de nutrientes, etc. Asimismo, se considera las auxinas como un ácido natural Indol-3-acético (AIA), el cual genera raíces fortuitas que son solubles en el agua (Pizarro, 2019).

"Las auxinas promueven el crecimiento de las plantas principalmente por un aumento de la expansión celular. De acuerdo con la hipótesis del "efecto ácido" sobre el crecimiento, las auxinas estimulan la actividad de la bomba de protones (H+-ATPasa) localizada en la membrana plasmática a través de dos mecanismos: activación de las bombas preexistentes y por inducción de síntesis de nuevas H+-ATPasas" (Alberca, 2019, pág. 18).

#### 2.2.8.2 Citoquininas

Son capaces de potenciar la propagación y repartición celular, al igual que fomenta el alargamiento del sistema radicular, también en las hojas y potenciar brotes a nivel vegetal. Asimismo, la citoquinina se da de una forma desproporcionada en sectores radiculares y son trasladados por la xilema hasta las áreas foliares del cultivo (Alcantara et al., 2019).

Las citoquininas se utilizan en la constitución de yemas fortuitas, sin embargo, concentrados elevados tienden a presentar consecuencias desfavorables en la restauración de plantas. Con respecto a regularizadores de desarrollo, poseen un efecto pronunciado en la constitución de yemas en plantas (Bermúdez et al., 2017).

#### 2.2.8.3 Giberelinas

Esta hormona cumple un rol fundamental en la prolongación de segmentos nodales puesto que incide su estiramiento con relación a captura solar y oscuridad. De igual manera, impulsa la iniciación floral la cual es muy importante para la fertilidad de las plantas de ambos géneros. Hay que considerar que su más importante fijación se da en el procedimiento de germinación del rendimiento apical de las plantas (Alcantara et al., 2019).

Repartición y alargamiento celular, desarrollo de los frutos, rendimiento floral, desarrollo de la extensión de la raíz más importante y supresión de la ramificación radical, supresión del rendimiento de pigmentación en frutos, fotomorfogénesis, además, impulsan la germinación de semillas. Sus aspectos activos más importantes: GA<sub>1</sub>, GA<sub>3</sub>, GA<sub>4</sub> y GA<sub>7</sub> (Fichet, 2017).

#### 2.2.9 Características agronómicas del clon de banano a evaluar

#### 2.2.9.1 Cavendish enano

Esta clase de banano constituye el 95% de banano que se comercializa y se exporta a diversos sitios a nivel mundial, una particularidad que presenta este fruto es que no cuenta con una semilla, por lo cual es considerado estéril, lo que significa que no es capaz de expandirse por medio de procedimientos comunes de siembra (FAO, 2016).

Se encuentra constituido por un pseudotallo que posee una estatura de 2m, tiene peciolos con márgenes expandidos y alados, asimismo, es conocido por su aspecto cónico del racimo en el cual su peso difiere entre 13 a 18 kg, teniendo una cantidad de 100 a 120 dedos por racimo. Su proliferación vegetal se llevó a cabo con el fin de conseguir plantas productoras, tolerantes a las plagas y diversas afecciones (Dias, 2019).

#### 2.3 Marco legal

#### La Constitución de la República del Ecuador.

- Art. 13.- Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales. El Estado ecuatoriano promoverá la soberanía alimentaria.
- Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumak kawsay. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

#### Ley orgánica de tierras rurales y territorios ancestrales

- Art. 5. De lo agrario: "Para fines de la presente ley, el término agrario incluye las actividades agrícolas, pecuarias, acuícolas, silvícolas, forestales, 27 ecoturísticas, agro-turísticas y de conservación relacionadas con el aprovechamiento productivo de la tierra rural"
- Art. 8. De los fines. Son fines de la presente ley: f) "fortalecer la agricultura familiar campesina en los procesos de producción, comercialización y transformación productiva". j) "promover la producción sustentable de las tierras rurales e incentivar la producción de alimentos sanos, suficientes y nutritivos, para garantizar la soberanía alimentaria".
- Art. 49. Protección y recuperación. por ser de interés público, el Estado impulsará la protección, la conservación y la recuperación de la tierra rural, de su capa fértil, en forma sustentable e integrada con los demás recursos naturales; desarrollará la planificación para el aprovechamiento de la capacidad de uso y su potencial productivo agrario, con la participación de la población local y ofreciendo su apoyo a las comunidades de la agricultura familiar campesina, a las organizaciones de la economía popular y solidaria y a las y los pequeños y medianos productores, con la implementación y el control de buenas prácticas agrícolas (Constitución de la República del Ecuador, 2018).

#### 3. Materiales y métodos

#### 3.1 Enfoque de la investigación

#### 3.1.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación considerada fue experimental y evaluó el efecto de fitohormonas sobre el crecimiento y desarrollo de los puntos de crecimiento de banano (*Musa AAA*), a los 20, 40 y 80 días en Balao, Guayas.

#### 3.1.2 Diseño de investigación

El diseño empleado fue experimental y se basó en el estudio de cinco tratamientos bajo un diseño cuadro latino, lo que generó un experimento de 25 unidades experimentales o plantas de banano.

#### 3.2 Metodología

#### 3.2.1 Variables

Según el tipo de investigación, se incluyen las variables.

#### 3.2.1.1. Variable independiente

Hormonas de crecimiento

#### 3.2.1.2. Variable dependiente

#### 3.2.1.2.1 Tamaño de yemas.

La presente variable fue tomada bajo un nonio o escala de vernier que midió el tamaño de las yemas de cada planta, los datos fueron tomados al día cinco de la primera aplicación, después a los 10, 20 y 30 días. El dato fue expresado en centímetros y promediado por tratamiento.

#### 3.2.1.2.2 Tamaño de la planta

Esta variable fue tomada con ayuda de un flexómetro desde la base del suelo hasta el inicio de la hoja bandera, los datos fueron recolectados en centímetros a los 40, 60 y 80 días del inicio del experimento.

#### 3.2.1.2.3 Circunferencia del tallo (cm)

La presente variable fue tomada con ayuda de una cinta métrica en la circunferencia del pseudotallo, desde la base del tallo hasta una altura considerable. Los datos fueron tomados a los 50 y 80 días después de la primera aplicación de las fitohormonas. Los datos se expresaron en centímetros.

#### 3.2.1.2.4 Numero de hojas total

A los 80 días evaluados desde el inicio del ensayo se realizó el conteo de hojas de cada unidad experimental y fue promediado por tratamiento.

#### 3.2.1.2.5 Porcentaje de raíces

Fueron tomadas tres yemas al azar y se realizó el conteo total de raíces para realizar definir las raíces funcionales, luego se procedió a hacer una regla de tres y sacar el porcentaje.

#### 3.2.1.2.6 Análisis Costo/Beneficio

Esta variable fue medida al final de la investigación y tomada en base a los gastos empleados en los productos en estudio de cada tratamiento.

#### 3.2.2 Tratamientos

El ensayo experimental se basó en la aplicación combinada de fitohormonas vegetales como citoquininas, auxinas y ácido giberelico, los cuales permitieron verificar su efecto sobre el desarrollo del punto de crecimiento del banano. Las dosis propuestas fueron recomendadas por la casa comercial, además se obtuvo un testigo, al que no fue aplicado ninguna hormona. Las frecuencias de aplicación fueron al inicio, luego al día 30, 50, 70, 80 y 90. A continuación se observan los tratamientos con las respectivas dosis:

Tabla 1. Tratamientos en estudio

Ν	Tratamientos Dosis		Aplicaciones (Días)		
T1	Citoquinina + Acido Giberelico	500ml(Cytokin) +1000 ppm (Rizup 40) /has	1-30-50-70-90		
T2	Citoquinina + auxina	500ml (Cytokin) +1lt (Bioplus)/has	1-30-50-70-90		
Т3	Ácido Giberelico	1000 ppm (Rizup	1-20-40-60-80		
T4	Citoquinina + Acido Giberelico + auxina	500ml (Cytokin) + 1000 ppm (Rizup 40)+ 1lt (bioplus)/has	1-20-40-60-80		
T5	Testigo	0 aplicación	0		
C116	ata 2021	·			

Guato, 2021

#### 3.2.3 Diseño experimental

Fue utilizado un diseño cuadro latino (DCL), compuesto por cinco tratamientos, lo cual generó 25 unidades experimentales. Cabe mencionar que cada unidad experimental se compone por una planta de banano evaluada. Los tratamientos fueron sometidos a la prueba estadística de Tukey al 5% de probabilidad.

#### 3.2.4 Recolección de datos

#### 3.2.4.1. Recursos

Se extrajo información de tesis de grado, monografía sitio web, revistas científica, ficha técnica, tesis doctoral, entre otros. Los materiales empleados fueron, análisis de suelo, hormonas vegetales, guantes, baldes, bomba de fumigar, bomba de riego, machetes, letrero, equipo de medición, cintas, fundas plásticas, libreta de apuntes, bolígrafo, computadora, cámara fotográfica, etc.

#### 3.2.4.2. Métodos y técnicas

#### 3.2.4.2.1 Señalización de plantas

Fueron señalizadas las plantas evaluadas con un letrero que indique el tratamiento correspondiente. El diseño y ubicación de tratamientos se detalla en la Figura 1, con un DCL.

#### 3.2.4.2.2 Control fitosanitario

Fueron aplicadas las labores fitosanitarias del cultivo como control de malezas de manera manual con un machete alrededor de las plantas de banano, además, el control de plagas y enfermedades con el uso de fungicidas y plaguicidas de acuerdo a la incidencia.

#### 3.2.4.2.3 Fertilización

Con respecto a la fertilización edáfica fue aplicado una mezcla física de N-P-K de acuerdo a la dosis determinada por el análisis de suelo, en lo que respecta a los tratamientos se realizó la aplicación combinada de fitohormonas que permitieron el desarrollo vegetativo y productivo de esta musácea, la misma que fue aplicada de forma foliar en dosis establecidas Tabla 1.

#### 3.2.5 Análisis estadístico

Los datos fueron valorados estadísticamente bajo el análisis de varianza y la comparación de medidas con el Test de Tukey, al 5% de probabilidad. Este análisis fue realizado en el software InfoStat y los datos en tablas manejadas en Excel.

Tabla 2. Esquema del análisis de varianza

Fuente de variación			Grados de libertad
Tratamientos	(t-1)	(5-1)	4
Filas	(f -1)	(5-1)	4
Columnas	(c-1)	(5-1)	4
Error experimental	t (t-3)+2	5 (5-3)+2	12
Total	`t <sup>-2</sup> -1	5*5-1	24

Guato, 2021

#### 4. Resultados

#### 4.1 Tamaño de yemas (cm)

La evaluación del tamaño de yemas indica letras diferentes lo cual existe significancia entre los tratamientos en estudio en cada evaluación. A los cinco días evaluados los promedios del tamaño de yemas fue entre 5 a 6 cm. Mientras a los 10 días evaluados el promedio osciló entre 6 a 9 cm. Para la cuarta evaluación realizada a los 30 días no existió significancia entre los tratamientos a base de fitohormonas, los promedios oscilaron entre 24 y 25 cm. A diferencia del testigo que presentó significancia y fue considerado el promedio más bajo con 15 cm promedio. El coeficiente de variación a los 5 días fue 9,93%, varió a los 10 días con 13,17%, mientras a los 20 días alcanzó 10,57% y 15,95% a los 30 días.

Tabla 3. Evaluación del tamaño de yemas

Tratamientos	5 días	10 días	20 días	30 días
T1: Citoquinina + Acido Giberelico	5b	7ab	14a	25a
T2: Citoquinina + auxina	5ab	7ab	10b	24a
T3: Ácido Giberelico	5ab	8ab	13a	25a
T4: Citoquinina + Acido Giberelico + auxina	6a	9a	15a	26a
T5: Testigo	5b	6b	10b	15b
CV%	9,93	13,17	10,57	15,95

Guato, 2021

# 4.2 Tamaño de la planta (cm)

La evaluación del tamaño de la planta mostró diferencias significativas entre los tratamientos en estudio. A los 40 días evaluados el promedio más alto fue dado por el T4 Citoquinina + Acido Giberelico + auxina con 36,20 cm de altura. En la segunda evaluación no existió diferencias significativas entre los tratamientos a base de hormona y su promedio oscila entre 46,20 cm a 49,80 cm. A los 80 días evaluados el promedio de las plantas incrementó a 99,20 para el tratamiento 4, seguido por 97,40 perteneciente al tratamiento 3. El testigo obtuvo el promedio más bajo con 60,20 cm de altura. El coeficiente de variación a los 40 días fue 9,62%, mientras a los 60 días llegó al 4,73% y 4,01% a los 80 días.

Tabla 4. Evaluación del tamaño de la planta (cm)

Tratamientos	40 días	60 días	80 días
T1: Citoquinina + Acido Giberelico	33,40 ab	47,60 a	96,40 a
T2: Citoquinina + auxina	28,80 bc	46,20 a	88,00 b
T3: Ácido Giberelico	34,00 ab	48,60 a	97,40 a
T4: Citoquinina + Acido Giberelico + auxina	36,20 a	49,80 a	99,20 a
T5: Testigo	23,80 c	35,20 b	60,20 c
CV%	9,62	4,73	4,01

## 4.3 Circunferencia de tallo (cm)

La evaluación de la circunferencia del tallo indica diferencias estadísticas entre los tratamientos. A los 50 días evaluados se observa que el tratamiento 4 comprendido por la combinación de las hormonas citoquininas, ácido giberelico y auxinas genera mayor circunferencia con 16,80 cm, seguido por los tratamientos 1 y 2 con 13,40 cm y 16,20 cm respectivamente. Así mismo, a los 80 días en primera posición está el tratamiento 4 con 22 cm de circunferencia seguido por T1 y T2 con 17,80 cm y 19,40 cm respectivamente. El testigo generó el promedio más bajo en ambas evaluaciones con 12 cm y 17 cm. El coeficiente de variación alcanzó a 12,71% a los 50 días y 7,05% a los 80 días evaluados.

Tabla 5. Evaluación de la circunferencia del tallo (cm)

Tratamientos	50 días	80 días
T1: Citoquinina + Acido Giberelico	13,40 ab	17,80 b
T2: Citoquinina + auxina	16,20 ab	19,40 b
T3: Ácido Giberelico	12,80 bc	15,20 c
T4: Citoquinina + Acido Giberelico + auxina	16,80 a	22,00 a
T5: Testigo	12,00 c	17,00 bc
CV%	12,71	7,05

## 4.4 Número de hojas

La evaluación del número de hojas genera diferencias significativas entre los tratamientos. El tratamiento 4 comprendido por Citoquinina + Acido Giberelico + auxina presentó 5 hojas a los 80 días evaluados. El tratamiento 1, 2 y 3 no generó significancia y su promedio fue de 4 hojas para cada uno. El testigo generó 3 hojas promedio. El Cv alcanzado fue 18,54%.

Tabla 6. Evaluación del número de hojas

Tratamientos	80 días
T1: Citoquinina + Acido Giberelico	4ab
T2: Citoquinina + auxina	4ab
T3: Ácido Giberelico	4ab
T4: Citoquinina + Acido Giberelico + auxina	5a
T5: Testigo	3b
CV%	18,54

Guato, 2021

# 4.5 Porcentaje de raíces

La evaluación del porcentaje de raíces generó diferencias estadísticas entre tratamientos. El promedio más alto fue dado por el tratamiento 4 comprendido por Citoquinina + Acido Giberelico + auxina con 86,40%, seguido del tratamiento 2 comprendido por citoquininas más auxinas con 83,20%. El testigo generó menor porcentaje de raíces con 56,80%. El coeficiente obtenido en la evaluación fue 2,43%.

Tabla 7. Evaluación del porcentaje de raíces (%)

Tratamientos	Promedio
T1: Citoquinina + Acido Giberelico	82,00 b
T2: Citoquinina + auxina	83,20 ab
T3: Ácido Giberelico	76,20 c
T4: Citoquinina + Acido Giberelico + auxina	86,40 a
T5: Testigo	56,80 d
CV%	2,43

#### 4.6 Análisis beneficio costo

El análisis de costos generado indica los costos por aplicación, el valor más alto fue la combinación de hormonas (Citoquininas + ácido giberelico + auxinas) por aplicación es \$30 y costo total fue \$150. Sin embargo, el mismo tratamiento generó los promedios más altos sobre las variables evaluadas. El tratamiento 1 Citoquinina + ácido giberelico se invirtió \$120 y en el tratamiento 2 Citoquininas + auxinas \$100. Considerándose eficientes sobre el crecimiento del banano.

Tabla 8. Análisis de costos

Tratamientos	Costos por aplicación	Aplicaciones	Costo Total
T1: Citoquinina + Acido Giberelico	24	5	120
T2: Citoquinina + auxina	20	5	100
T3: Ácido Giberelico	10	5	50
T4: Citoquinina + Acido Giberelico + auxina	30	5	150
T5: Testigo	0	Sin aplicación	0

#### 5. Discusión

La evaluación del efecto de fitohormonas sobre el punto de crecimiento del banano determinó que a los cinco primeros días el tamaño de yemas fue entre 5 a 6 cm. Mientras a los 10 días evaluados el promedio osciló entre 6 a 9 cm. Para la cuarta evaluación realizada a los 30 días incrementó su tamaño y fue entre 24 y 25 cm. De la misma manera, Carrión (2018), sostiene que el uso de hormonas vegetales genera efectividad en la producción de banano y se vuelve rentable para el agricultor. Concuerda con Cedeño et al., (2016), quienes manifiestan en su ensayo significancia en los tratamientos a base de citoquininas, lo cual muestra alta eficacia sobre el crecimiento de yemas.

Se determinó la eficacia de los tratamientos basándose sobre las variables evaluadas que presentaron promedios altos con el uso de Citoquinina + Acido Giberelico + auxina a los 40 días la altura de planta fue 36,20 cm. En la segunda evaluación el promedio osciló entre 46,20 cm a 49,80 cm. Y a los 80 días el promedio de las plantas incrementó a 99,20. Con respecto a la circunferencia del tallo de dichas plantas se tomó datos a los 80 días, observándose que el tratamiento 4 comprendido por la combinación de las hormonas generó mayor circunferencia con 22,00 cm y el 86,40% de raíces. Concuerda con Carranza et al., (2016), que el uso de hormonas vegetales como las citoquininas y auxinas generan incremento en el brote de plántulas y un 54% de raíces en la planta; confirman que dichas hormonas presentan eficacia en la inducción de brotes y raíces.

El número de hojas con la aplicación de Citoquinina + Acido Giberelico + auxina fue 5 hojas a los 80 días evaluados. El tratamiento 1, 2 y 3 no generó significancia y su promedio fue de 4 hojas para cada uno. Mientras el análisis de

costos presentó que el valor más alto fue la combinación de hormonas (Citoquininas + ácido giberelico + auxinas) por aplicación \$30 y costo total de inversión fue \$150. Sin embargo, el mismo tratamiento generó los promedios más altos sobre las variables evaluadas. Por otro lado, Alcantara et al., (2019), sostienen que el uso de citoquininas y giberelinas son hormonas de importancia para la formación de yemas, las cuales estimulan su crecimiento y alcanzan mayor tamaño en menor tiempo, lo cual generaría mayor producción y rentabilidad.

#### 6. Conclusiones

Con base a la interpretación de datos se concluye:

El uso de fitohormonas como el caso de citoquininas, auxinas y ácido giberelico generó incremento del tamaño de yemas con un promedio de 6 cm al inicio del ensayo (5 días) y con 26 cm a los 30 días evaluados.

La combinación de fitohormonas generó el promedio más alto y eficacia sobre las variables evaluadas como tamaño de la planta, circunferencia del tallo, número de hojas y porcentaje de raíces.

El tratamiento 4 comprendido por (Citoquinina + Ácido giberelico + Auxinas) presentó la inversión más alta \$150, sin embargo, fue considerado como el tratamiento con mayor efectividad.

#### 7. Recomendaciones

Mediante las conclusiones obtenidas se recomienda:

Incluir el uso de fitohormonas en los procesos del Punto de crecimiento de banano (yemas), con la finalidad de obtener mayor tamaño en el menor tiempo estimado.

Valorar combinaciones de distintas hormonas de crecimiento vegetales en el cultivo de banano, debido que bajo las características que posee brindan mayor altura a las plantas hijas.

Brindar información valiosa a los agricultores dedicados al banano, con la finalidad que sepan la importancia del uso de fitohormonas en el desarrollo del cultivo.

# 8. Bibliografía

- Agrotendencia. (2019). *Cultivo de banano*. Obtenido de https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-de-banano/
- Alberca, J. (2019). Efecto individual y combinado de Giberelinas, Auxinas Y

  Citoquininas en la producción de germinado hidropónico de maíz (Zea

  Mays) variedades "Criollo" y "Selva" en Lambayeque. Universidad Nacional

  Pedro Ruíz Gallo, Perú. Obtenido de

  https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/3608
- Alcantara, J., Acero, J., Alcántara, J., & Sánchez, R. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal.

  \*Nova, 17(2), 109-129. Obtenido de http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v17n32/1794-2470-nova-17-32-109.pdf
- Benítez, P. (2017). Alteraciones que no permiten cumplir con los estándares de calidad del banano para exportación en la hacienda María Antonieta. Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. Obtenido de https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25053
- Bermúdez, I., Rodríguez, M., & Jiménez, A. (2017). Efecto del uso combinado de citoquininas en la formación de yemas adventicias en banano cv. 'Gros Michel' (Musa AAA). *Revista Biotecnología Vegetal*(1), 51 56.
- Bravo, E. (2021). Fertilización edáfica en drench con ormus marino en el cultivo de banano (Musa acuminata AAA). Tesis de grado, Universidad Agraria del Ecuador, Milagro. Obtenido de https://cia.uagraria.edu.ec/cia\_inv\_view.php?id=36283&option=view
- Caicedo, O., Balmaseda, C., & Proaño, J. (2015). Programación del riego del banano (Musa paradisiaca) en finca San José 2, Los Ríos, Ecuador.

- Revista ciencias tecnicas agropecuarias, 24(2), 18-22. Obtenido de http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v24n2/rcta03215.pdf
- Carranza, M., Zorrilla, M., Morante, J., Prieto, O., Veliz, D., & Escobar, A. (2016).

  Inducción y enraizamiento de brotes epicórmicos de cordia alliodora (ruiz et pavon),. Ciencia y Tecnología, 9(1), 37-43.
- Carrión, A. (2018). Evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de banano (Musa acuminata triploide A), aplicando un fertilizante a base de silicio en el cantón El Guabo, provincia de El Oro. Tesis de grado, Universidad Católica Santiago de Guayaquil, Guayas. Obtenido de http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/10345
- Carrión, J. (2020). *Multiplicación in vitro de plátano*. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Obtenido de https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6845/1/CPA-2020-T029.pdf
- Cedeño, E. (2017). Efectos de estimulantes orgánicos y fertilización potásica sobre la resistencia a Sigatoka Negra (Mycosphaerella fijiensis) y producción en el cultivo de banano (Musa paradisiaca) en el cantón Buena Fe. Tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Los Ríos. Obtenido de https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3283/1/T-UTEQ-0117.pdf
- Cedeño, G., Soplín, H., Cargua, J., & Cedeño, G. (2016). Potencial de enraizamiento en agua y vigor de plántulas de banano obtenidas en cámara térmica. *Revista la tecnica*(16), 6-15. Obtenido de https://revistas.utm.edu.ec/index.php/latecnica/article/view/529
- Cedeño, G., Soplín, H., Helfgott, S., Cedeño, G., & Sotomayor, I. (2016).

  Aplicación de biorreguladores para la macro-propagación del banano Cv.

- Williams en cámara térmica. *Mesoamerican Agronomy, 27*(2), 397-408. doi:http://dx.doi.org/10.15517/am.v27i2.24390
- Constitución de la República del Ecuador. (2018). Asamblea Constituyente.

  Obtenido de https://www.ambiente.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2018/09/Constitucion-de-la-Republica-delEcuador.pdf
- Correa, K. (2015). Evaluación de evapotranspiración del cultivo de banano (Musa sp) utilizando la ecuación de la FAO Penman-Monteith. Tesis de grado, Universidad de Guayaquil, Guayas. Obtenido de http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/8376
- Dias, G. (20 de Julio de 2019). *Cavendish enano*. Obtenido de Cavendish enano: https://www.ecured.cu/Cavendish\_enano
- Díaz, K. (2015). Análisis de la implementación del impuesto presuntivo del 2% al sector productor bananero en el Ecuador. Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil. Obtenido de https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/31019
- Escobedo, J. (2018). Efecto del número de hijos sobre el rendimiento y calidad del banano orgánico (Musa paradisiaca) variedad William para exportación.

  Tesis de grado, Universidad Nacional de Piura, Perú. Obtenido de https://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1667
- FAO. (2014). Producción de cormos de plátano y banano para siembra directa en campo. Fundación Hondureña de Investigación, 1-7. Obtenido de https://www.fao.org/3/CA2801ES/ca2801es.pdf
- FAO. (26 de Octubre de 2016). Todo sobre los bananos: lo que debería saber acerca de esta fruta tropical. Obtenido de http://www.fao.org/zhc/detail-

- events/es/c/447827/#:~:text=El%20banano%20Cavendish%20contiene%2 0unos,controlar%20la%20actividad%20del%20coraz%C3%B3n.
- Fichet, T. (2017). *Fitohormonas y Reguladores del Crecimiento Vegetal*. Obtenido de Intagri : https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/biosintesis-de-las-fitohormonas-y-reguladores-de-crecimiento
- Guamán, R., Leython, S., & Martínez, T. (2019). Enraizantes Naturales en Coffea canephora var. robusta (L. Linden) A. Chev. *Investigation*(12), 93-102.
   Obtenido de https://34.223.92.154/index.php/IRR/article/view/305
- Guerrero, E., & Guevara, J. (2019). Revisión del establecimiento de protocolo de propagación con diferentes hormonas en plantas de la especie (Musa acuminata)y (Musa balbisiana). *Vía Innova, 6*(1), 70 79. Obtenido de http://revistas.sena.edu.co/index.php/RVI/article/view/2284/2947
- Herrera, K. (2018). Niveles de fertilización en las propiedades químicas del suelo y la eficiencia en el uso de nutrientes CV curare enano. Tesis de grado, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, El Carmen. Obtenido de https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/94/1/ULEAM-AGRO-0010.pdf
- Huarquila, W. (2017). Efecto de diferentes dosis de fertilización mineral sobre la respuesta productiva del cultivo de banano en el cantón Machala. Tesis de grado, Universidad Técnica de Machala, El Oro. Obtenido de http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/10637
- IEE. (2013). "Generación De Geoinformación Para La Gestión Del Territorio A

  Nivel Nacional Escala 1: 25 000". Balao Guayas: Sistemas productivos.

- InfoAgro. (2017). El cultivo del plátano (banano). Obtenido de https://www.infoagro.com/documentos/el\_cultivo\_del\_platano\_banano\_.as
- Intagri. (15 de Mayo de 2018). Requerimientos de Clima y Suelos para el Cultivo de Banano. Obtenido de https://www.intagri.com/articulos/frutales/requerimientos-de-clima-y-suelo-para-el-cultivo-de-banano
- Jaramillo, E. (11 de Febrero de 2020). Ecuador, líder en la producción de banano.

  Obtenido de Ecuador, líder en la producción de banano:

  https://www.ekosnegocios.com/articulo/ecuador-lider-en-la-produccion-de-banano#:~:text=El%20crecimiento%20de%20las%20exportaciones,por%2

  Odebajo%20del%20incremento%20en
- Lacayo, E. (2018). Evaluación de coberturas de racimo sobre la producción de frutode plátano; Tiquisate, Escuintla. Tesis de grado, Universidad Rafael Landívar, Guatemala. Obtenido de http://biblio3.url.edu.gt/publijrcifuente/TESIS/2018/06/17/Lacayo-Edwin.pdf
- Mena, K. (2019). Análisis económico del cultivo de banano orgánico (Musa paradisiaca) en el Grupo Hoyos S.A- cantón Quinsaloma.". Tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Los Ríos. Obtenido de https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3869
- Mendoza, L. (2015). Estudio de dos niveles de N, tres de CaO y aplicaciones adicionales de S, Ca+, Zn+, B+y Mn, en el rendimiento y calidad de fruto en el cultivo de plátano Musa paradisiaca L. Tesis de grado, Universidad de Guayaquil, Guayas. Obtenido de http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/8633

- Mendrana, J., & Soledispa, P. (2019). Producción de Harina de Banano Orgánico y Comercialización hacia España. Tesis de grado, Universidad Católica de Guayaquil, Guayas. Obtenido de http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/12324/1/T-UCSG-PRE-ESP-CFI-511.pdf
- Merchán, M. (2016). Análisis de las características organolépticas del banano tipo cavendish para su aplicación en la repostería y pastelería de autor. Tesis de grado, Universidad de Cuenca, Ecuador. Obtenido de http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/26293/3/Tesis.pdf
- Muhidin, M., Ray, G., Leomo, S., & Corina, T. (2016). The response of Dwarf Banana Cavendish Growth and Production under Natural Shade.

  Internacional Journal of ChenTech Research, 19(2), 23.
- Pizarro, G. (2019). Efectos de los enraizadores en la velocidad del retorno en banano (musa x paradisiaca) clon williams. Universidad Técnica de Machala, El Oro. Obtenido de http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/15162
- Proecuador. (11 de Abril de 2017). Producción nacional de banano. Obtenido de Producción nacional de banano: https://elproductor.com/2017/04/produccion-nacional-debanano/#:~:text=El%20banano%20se%20produce%20en,en%20comparaci%C3%B3n%20al%20a%C3%B1o%20anterior.
- Promusa. (2018). *Morfología de la planta del banano*. Obtenido de https://www.promusa.org/Morfolog%C3%ADa+de+la+planta+del+banano
- Red agrícola. (2018). Fitohormonas: reguladores de crecimiento y bioestimulantes. Obtenido de

- https://www.redagricola.com/pe/fitohormonas-reguladores-de-crecimientoy-bioestimulantes/
- Romero, B. (2021). Establecimiento de una línea tecnológica para la propagación acelerada de Musa paradisiaca. Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja, Ecuador. Obtenido de https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/24013
- Saavedra, J. (2017). Efectos de las malas prácticas agrícolas sobre el retorno en plantas de banano musa x paradisiaca I subgrupo cavendish. Tesis de grado, Universidad Técnica de Machala, El Oro. Obtenido de http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/11346
- Soplín, H. (2016). Aplicación de biorreguladores para la macropropagación del banano CV. Williams en cámara térmica. *Agronomía Mesoamericana*, 27(2), 3-6. Obtenido de https://www.redalyc.org/pdf/437/43745945017.pdf
- Suarez, J., & Suarez, L. (2020). Efectividad del hongo Beauveria bassiana en trampas para el manejo del picudo del cultivo de plátano (Cosmopolites sordidus: Coleoptera-Curculionidae) Tonalá- Chinandega, 2019. Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria, Nicaragua. Obtenido de https://repositorio.una.edu.ni/4075/
- Tenesaca, S. (2019). Determinación de la dosis optima de biocarbón como enmienda edáfica en el cultivo de banano (musa x paradisiaca) clon williams. Tesis de grado, Universidad Técnica de Machala, El Oro. Obtenido de http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/15165
- Torres, S. (2017). Guía práctica para el manejo de banano orgánico en el valle del Chira. Perú: Hidalgo Impresores E.I.R.L.

- Trichodex. (2016). *Aplicación de hormonas vegetales en cultivos*. Obtenido de https://www.trichodex.com/aplicacion-de-las-hormonas-vegetales-en-los-cultivos/
- Ulloa, S. (2015). Manejo del suelo para cultivos tropicales. Guayaquil: Guarderas.
- Valverde, E., García, R., Moreno, A., & Socorro, A. (2019). Alternativas nutricionales eficientes en banano orgánico en la Provincia El Oro, Ecuador. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 2(1), 151-159.
- Vivas, J., Robles, J., González, I., Álava, D., & Meza, M. (2018). Fertilización del plátano con nitrógeno, fósforo y potasio en cultivo establecido. *Revista cinetífica Dominio de las Ciencias*, *4*(1), 633-647.

# 9. Anexos

<b>T1</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T2</b>
<b>T5</b>	<b>T4</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>T3</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>
<b>T4</b>	<b>T2</b>	<b>T5</b>	<b>T3</b>	<b>T1</b>
<b>T2</b>	<b>T5</b>	<b>T</b> 3	<b>T</b> 1	<b>T4</b>

Figura 1. Diseño experimental de campo (DCL)
Guato, 2021

Tabla 9. Datos del tamaño de yemas (cm) a los 5 días

Tratamientos	I	Ш	Ш	IV	V	Promedio
T1: Citoquinina + Acido Giberelico	5	4	5	5	4	5
T2: Citoquinina + auxina	6	6	6	5	4	5
T3: Ácido Giberelico	5	5	6	6	5	5
T4: Citoquinina + Acido Giberelico + auxina	6	6	7	6	5	6
T5: Testigo	5	5	4	5	4	5

## Tabla 10. Análisis estadístico del tamaño de yemas (cm) a los 5 días Tamaño de yemas (5 días)

Variable				N	R²	R²	Αj	CV	
Tamaño	de	yemas	(5	días)	25	0,80	0 ,	,60	9,93

Datos desbalanceados en celdas. Para otra descomposición de la SC especifique los contrastes apropiados..!!

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12,80	12	1,07	4,00	0,0117
Tratamientos	7,20	4	1,80	6 <b>,</b> 75	0,0044
Filas	4,40	4	1,10	4,12	0,0249
Columnas	1,20	4	0,30	1,12	0,3901
Error	3,20	12	0,27		
Total	16,00	24			

# Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,04101

Error: 0,2667 gl: 12

	Tratamientos	Medias	n	Е.Е.		
T4:	Citoquinina + Acido Gi	6,00	5	0,23	Α	
T3:	Ácido Giberelico	5,40	5	0,23	Α	В
T2:	Citoquinina + auxina	5,40	5	0,23	Α	В
T5:	Testigo	4,60	5	0,23		В
<u>T1:</u>	Citoquinina + Acido Gi	4,60	5	0,23		В

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

Tabla 11. Datos del tamaño de yemas (cm) a los 10 días

Tratamientos	I	Ш	Ш	IV	٧	Promedio
T1: Citoquinina + Acido Giberelico	8	7	7	8	6	7
T2: Citoquinina + auxina	7	8	8	6	7	7
T3: Ácido Giberelico	8	8	9	7	6	8
T4: Citoquinina + Acido Giberelico + auxina	9	8	9	8	9	9
T5: Testigo	6	7	5	6	7	6

Tabla 12. Análisis estadístico del tamaño de yemas (cm) a los 10 días Tamaño de yemas (10 días)

Variable				N	R²	$\mathbb{R}^2$	Αj	CV	
Tamaño	de	yemas	(10	días)	25	0,62	0 ,	, 24	13,17

Datos desbalanceados en celdas. Para otra descomposición de la SC especifique los contrastes apropiados..!!

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	18,48	12	1,54	1,64	0,2023
Tratamientos	14,96	4	3,74	3,98	0,0279
Filas	2,16	4	0,54	0,57	0 <b>,</b> 6865
Columnas	1,36	4	0,34	0,36	0,8312
Error	11,28	12	0,94		
Total	29,76	24			

# Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,95450

Error: 0,9400 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T4: Citoquinina + Acido Gi	8,60	5	0,43	Α	
T3: Ácido Giberelico	7,60	5	0,43	Α	В
T1: Citoquinina + Acido Gi	7,20	5	0,43	Α	В
T2: Citoquinina + auxina	7,20	5	0,43	Α	В
T5: Testigo	6 <b>,</b> 20	5	0,43		В

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

Tabla 13. Datos del tamaño de yemas (cm) a los 20 días

Tratamientos	ı	II	Ш	IV	٧	Promedio
T1: Citoquinina + Acido Giberelico	12	15	13	15	14	14
T2: Citoquinina + auxina	8	10	9	11	10	10
T3: Ácido Giberelico	10	15	14	12	15	13
T4: Citoquinina + Acido Giberelico + auxina	15	16	17	15	14	15
T5: Testigo	7	10	9	12	11	10

Tabla 14. Análisis estadístico del tamaño de yemas (cm) a los 20 días Tamaño de yemas (20 días)

Variable						R²	$\mathbb{R}^2$	Αj	CV
Tamaño	de	yemas	(20	días)	25	0,89	0,	,77	10,57

Datos desbalanceados en celdas. Para otra descomposición de la SC especifique los contrastes apropiados..!!

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	161,28	12	13,44	7,87	0,0006
Tratamientos	130,96	4	32,74	19,18	<0,0001
Filas	25,76	4	6,44	3,77	0,0328
Columnas	4,56	4	1,14	0,67	0,6264
Error	20,48	12	1,71		
Total	181,76	24			

# Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,63357

Error: 1,7067 gl: 12

	Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T4:	Citoquinina + Acido Gi	15,40	5	0,58	Α	
T1:	Citoquinina + Acido Gi	13,80	5	0,58	Α	
T3:	Ácido Giberelico	13,20	5	0,58	Α	
T5:	Testigo	9,80	5	0,58		В
T2:	Citoquinina + auxina	9,60	5	0,58		В

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

Tabla 15. Datos del tamaño de yemas (cm) a los 30 días

Tratamientos	I	II	Ш	IV	٧	Promedio
T1: Citoquinina + Acido Giberelico	23	30	28	25	19	25
T2: Citoquinina + auxina	19	23	21	26	29	24
T3: Ácido Giberelico	17	29	30	26	25	25
T4: Citoquinina + Acido Giberelico + auxina	18	25	30	29	30	26
T5: Testigo	14	15	16	14	18	15

Tabla 16. Análisis estadístico del tamaño de yemas (cm) a los 30 días Tamaño de yemas (30 días)

Variable					N	R²	R²	Αj	CV	
Tamaño	de	yemas	(30	días)	25	0,78	0	, 57	15,9	95

Datos desbalanceados en celdas. Para otra descomposición de la SC especifique los contrastes apropiados..!!

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor		
Modelo	591,68	12	49,31	3,61	0,0173		
Tratamientos	396,56	4	99,14	7,27	0,0033		
Filas	156,56	4	39,14	2,87	0,0701		
Columnas	38,56	4	9,64	0,71	0,6026		
Error	163,68	12	13,64				
Total	755,36	24					

# Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=7,44523

Error: 13,6400 gl: 12

Tratamientos		Medias	n	E.E.		
T4: Citoquinina + Acido G	Gi	26,40	5	1,65	Α	
T3: Ácido Giberelico		25,40	5	1,65	Α	
T1: Citoquinina + Acido G	Gi	25,00	5	1,65	Α	
T2: Citoquinina + auxina		23,60	5	1,65	Α	
T5: Testigo		15,40	5	1,65		Е

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

Tabla 17. Datos del tamaño de la planta (cm) a los 40 días

Tratamientos	I	Ш	Ш	IV	٧	Promedio
T1: Citoquinina + Acido Giberelico	30	35	33	35	34	33,40
T2: Citoquinina + auxina	20	30	29	34	31	28,80
T3: Ácido Giberelico	31	36	37	28	38	34,00
T4: Citoquinina + Acido Giberelico + auxina	33	37	39	37	35	36,20
T5: Testigo	20	25	27	24	23	23,80

Tabla 18. Análisis estadístico del tamaño de la planta (cm) a los 40 días Tamaño de la planta (40 días)

		Va	riable			N	R²	R²	Αj	CV
Tamaño	de	la	planta	(40	dí	25	0,85	0	,71	9,62

Datos desbalanceados en celdas. Para otra descomposición de la SC especifique los contrastes apropiados..!!

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	632,08	12	52 <b>,</b> 67	5,83	0,0023
Tratamientos	490,96	4	122,74	13,58	0,0002
Filas	128,56	4	32,14	3,56	0,0391
Columnas	12,56	4	3,14	0,35	0,8409
Error	108,48	12	9,04		
Total	740,56	24			

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=6,06115

Error: 9,0400 gl: 12

	Tratamientos	Medias	n	E.E.			
T4:	Citoquinina + Acido Gi	36,20	5	1,34	Α		
Т3:	Ácido Giberelico	34,00	5	1,34	Α	В	
T1:	Citoquinina + Acido Gi	33,40	5	1,34	Α	В	
T2:	Citoquinina + auxina	28,80	5	1,34		В	С
T5:	Testigo	23,80	5	1,34			С

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

Tabla 19. Datos del tamaño de la planta (cm) a los 60 días

Tratamientos	I	II	Ш	IV	٧	Promedio
T1: Citoquinina + Acido Giberelico	45	50	49	43	51	47,60
T2: Citoquinina + auxina	40	46	52	48	45	46,20
T3: Ácido Giberelico	46	47	51	50	49	48,60
T4: Citoquinina + Acido Giberelico + auxina	45	53	50	52	49	49,80
T5: Testigo	30	35	33	40	38	35,20

Tabla 20. Análisis estadístico del tamaño de la planta (cm) a los 60 días Tamaño de la planta (60 días)

Variable					N	R²	R²	Αj	CV	
Tamaño	de	la	planta	(60	dí	25	0,94	0	, 88	4,73

Datos desbalanceados en celdas. Para otra descomposición de la SC especifique los contrastes apropiados..!!

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	882,72	12	73 <b>,</b> 56	15,90	<0,0001
Tratamientos	695,44	4	173,86	37,58	<0,0001
Filas	116,24	4	29,06	6,28	0,0058
Columnas	71,04	4	17,76	3,84	0,0311
Error	55 <b>,</b> 52	12	4,63		
Total	938,24	24			

# Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,33616

Error: 4,6267 gl: 12

	Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T4:	Citoquinina + Acido Gi	49,80	5	0,96	Α	
T3:	Ácido Giberelico	48,60	5	0,96	Α	
T1:	Citoquinina + Acido Gi	47,60	5	0,96	Α	
T2:	Citoquinina + auxina	46,20	5	0,96	Α	
T5:	Testigo	35,20	5	0,96		В

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

Tabla 21. Datos del tamaño de la planta (cm) a los 80 días

Tratamientos		II	Ш	IV	٧	Promedio
T1: Citoquinina + Acido Giberelico	90	95	100	98	99	96,40
T2: Citoquinina + auxina	80	89	93	90	88	88,00
T3: Ácido Giberelico	93	101	97	100	96	97,40
T4: Citoquinina + Acido Giberelico + auxina	95	103	100	98	100	99,20
T5: Testigo	50	58	69	54	70	60,20

Tabla 22. Análisis estadístico del tamaño de la planta (cm) a los 80 días Tamaño de la planta (80 días)

Variable						N	R²	R²	Αj	CV
Tamaño	de	la	planta	(80	dí	25	0,97	0,	, 95	4,01

Datos desbalanceados en celdas. Para otra descomposición de la SC especifique los contrastes apropiados..!!

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5690,48	12	474,21	37 <b>,</b> 92	<0,0001
Tratamientos	5284,56	4	1321,14	105,63	<0,0001
Filas	316,56	4	79 <b>,</b> 14	6,33	0,0056
Columnas	89,36	4	22,34	1,79	0,1964
Error	150,08	12	12,51		
Total	5840,56	24			

# Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=7,12922

Error: 12,5067 gl: 12

	Tratamientos	Medias	n	E.E.			
T4:	Citoquinina + Acido Gi	99,20	5	1,58	Α		
T3:	Ácido Giberelico	97,40	5	1,58	Α		
T1:	Citoquinina + Acido Gi	96,40	5	1,58	Α		
T2:	Citoquinina + auxina	88,00	5	1,58		В	
T5:	Testigo	60,20	5	1,58			(

 $\frac{\text{T5: Testigo}}{\textit{Medias con una letra común no son significativamente diferentes}} \frac{60,20}{\textit{5 1,58}} \frac{\textit{C}}{\textit{(p > 0,05)}}$ 

Tabla 23. Datos de circunferencia del tallo (cm) a los 50 días

Tratamientos	ı	Ш	Ш	IV	٧	Promedio
T1: Citoquinina + Acido Giberelico	10	15	16	14	12	13,40
T2: Citoquinina + auxina	14	16	17	18	16	16,20
T3: Ácido Giberelico	13	10	12	15	14	12,80
T4: Citoquinina + Acido Giberelico + auxina	16	15	18	17	18	16,80
T5: Testigo	9	14	10	12	15	12,00

Tabla 24. Análisis estadístico de circunferencia del tallo (cm) a los 50 días Circunferencia de tallo (50 días)

Varia	N	R²	R²	Αj	CV			
Circunferencia	de	tallo	(5	25	0,77	0,	54	12,71

Datos desbalanceados en celdas. Para otra descomposición de la SC especifique los contrastes apropiados..!!

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	131,28	12	10,94	3,34	0,0233
Tratamientos	90,96	4	22,74	6,95	0,0039
Filas	25,36	4	6,34	1,94	0,1689
Columnas	14,96	4	3,74	1,14	0,3830
Error	39,28	12	3,27		
Total	170,56	24			

# Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,64725

Error: 3,2733 gl: 12

	Tratamientos	Medias	n	E.E.			
T4:	Citoquinina + Acido Gi	16,80	5	0,81	Α		
T2:	Citoquinina + auxina	16,20	5	0,81	Α	В	
T1:	Citoquinina + Acido Gi	13,40	5	0,81	Α	В	
Т3:	Ácido Giberelico	12,80	5	0,81		В	С
T5:	Testigo	12,00	5	0,81			С

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

Tabla 25. Datos de circunferencia del tallo (cm) a los 80 días

Tratamientos	I	П	Ш	IV	٧	Promedio
T1: Citoquinina + Acido Giberelico	15	20	19	17	18	17,80
T2: Citoquinina + auxina	18	17	22	21	19	19,40
T3: Ácido Giberelico	14	12	15	17	18	15,20
T4: Citoquinina + Acido Giberelico + auxina	23	20	22	24	21	22,00
T5: Testigo	18	17	15	19	16	17,00

Tabla 26. Análisis estadístico de circunferencia del tallo (cm) a los 80 días Circunferencia de tallo (80 días)

Varia	N	R²	R² Aj	CV		
Circunferencia	de tallo	(8	25	0,90	0,81	7,05

Datos desbalanceados en celdas. Para otra descomposición de la SC especifique los contrastes apropiados..!!

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	187,12	12	15,59	9,39	0,0002
Tratamientos	132,24	4	33,06	19,92	<0,0001
Filas	17,44	4	4,36	2,63	0,0873
Columnas	37,44	4	9,36	5,64	0,0086
Error	19,92	12	1,66		
Total	207,04	24			

# Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,59732

Error: 1,6600 gl: 12

	Tratamientos	Medias	n	E.E.			
T4:	Citoquinina + Acido Gi	22,00	5	0,58	Α		
T2:	Citoquinina + auxina	19,40	5	0,58		В	
T1:	Citoquinina + Acido Gi	17,80	5	0,58		В	
T5:	Testigo	17,00	5	0,58		В	С
т3:	Ácido Giberelico	15,20	5	0,58			С

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

Tabla 27. Datos del número de hojas

Tratamientos	I	II	Ш	IV	٧	Promedio
T1: Citoquinina + Acido Giberelico	3	4	5	4	3	4
T2: Citoquinina + auxina	4	3	4	5	3	4
T3: Ácido Giberelico	4	4	5	3	4	4
T4: Citoquinina + Acido Giberelico + auxina	5	4	4	6	5	5
T5: Testigo	3	2	4	3	2	3

# Tabla 28. Análisis estadístico del número de hojas

Número de hojas

Vari	iabi	le	N	R²	R²	Αj	CV
Número	de	hojas	25	0,74	0,	, 48	18,54

Datos desbalanceados en celdas. Para otra descomposición de la SC especifique los contrastes apropiados..!!

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	17,28	12	1,44	2,84	0,0414
Tratamientos	10,16	4	2,54	5,01	0,0131
Filas	4,16	4	1,04	2,05	0,1506
Columnas	2,96	4	0,74	1,46	0,2744
Error	6,08	12	0,51		
Total	23,36	24			

# Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,43493

Error: 0,5067 gl: 12

	Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T4:	Citoquinina + Acido Gi	4,80	5	0,32	Α	
T3:	Ácido Giberelico	4,00	5	0,32	Α	В
T1:	Citoquinina + Acido Gi	3,80	5	0,32	Α	В
T2:	Citoquinina + auxina	3,80	5	0,32	Α	В
T5:	Testigo	2,80	5	0,32		В

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

Tabla 29. Datos del porcentaje de raíces (%)

Tratamientos	I	Ш	Ш	IV	٧	Promedio
T1: Citoquinina + Acido Giberelico	81	84	83	80	82	82,00
T2: Citoquinina + auxina	82	84	82	84	84	83,20
T3: Ácido Giberelico	72	76	78	79	76	76,20
T4: Citoquinina + Acido Giberelico + auxina	85	86	89	84	88	86,40
T5: Testigo	55	58	55	59	57	56,80

# Tabla 30. Análisis estadístico del porcentaje de raíces (%) Porcentaje de raíces

Variable N R<sup>2</sup>

Varia	able	€	Ν	R <sup>2</sup>	$R^2$	Αj	CV
Porcentaje	de	raíces	25	0,99	0,	97	2,43

Datos desbalanceados en celdas. Para otra descomposición de la SC especifique los contrastes apropiados..!!

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor		
Modelo	2833,92	12	236,16	67 <b>,</b> 60	<0,0001		
Tratamientos	2802,24	4	700,56	200,54	<0,0001		
Filas	23,44	4	5,86	1,68	0,2194		
Columnas	8,24	4	2,06	0,59	0,6765		
Error	41,92	12	3,49				
Total	2875,84	24					

# Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,76783

Error: 3,4933 gl: 12

Tratamientos		Medias	n	E.E.				
T4:	Citoquinina + Acido Gi	86,40	5	0,84	Α			
T2:	Citoquinina + auxina	83,20	5	0,84	Α	В		
T1:	Citoquinina + Acido Gi	82,00	5	0,84		В		
T3:	Ácido Giberelico	76,20	5	0,84			С	
T5:	Testigo	56,80	5	0,84				D

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



Figura 2. Toma de datos de yemas del banano Guato, 2021



Figura 3. Preparación de tratamientos Guato, 2021



Figura 4. Aplicación de fitohormonas Guato, 2021



Figura 5. Evaluación de yemas Guato, 2021



Figura 6. Aplicación de hormonas a los 40 días Guato, 2021



Figura 7. Toma de datos de tamaño de plantas Guato, 2021



Figura 8. Primera evaluación de circunferencia del tallo Guato, 2021



Figura 9. Segunda evaluación de circunferencia de tallo Guato, 2021



Figura 10. Conteo de hojas de plantas de banano Guato, 2021



Figura 11. Finalización del ensayo experimental Guato, 2021