

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
EXTENSIÓN EN EL CARMEN
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
Creada Ley No 10 – Registro Oficial 313 de Noviembre 13 de 1985

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO AGROPECUARIO**

**CITOQUININAS COMO PROMOTORES DE CRECIMIENTO
RADICAL EN CULTIVARES ESTABLECIDOS DE PLÁTANO *Musa*
*AAB***

AUTOR: SILVIA THALÍA ALCÍVAR VITE

TUTOR: ING. LEONARDO AVELLÁN VÁSQUEZ MSC.

El Carmen, marzo del 2023

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-01-F-010
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO.	REVISIÓN: 1 Página i de 69

**UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ
EXTENSIÓN EL CARMEN**

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TÍTULO:

Citoquininas como promotores de crecimiento radical en cultivares establecidos
de plátano *Musa* AAB

AUTOR: Silvia Thalía Alcívar Vite

TUTOR: Ing. Leonardo Avellán Vásquez MSc.

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROPECUARIA**

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

Ing. López Mejía Francel Xavier, PhD

Ing. Cedeño Zambrano José Randy, Mg

Ing. Cobeña Loor Nexar Vismar, Mg

DEDICATORIA

Me gustaría dedicar esta Tesis a Dios quien ha sido mi guía, fortaleza y su mano de fidelidad y amor han estado conmigo hasta el día de hoy.

A mis padres Samuel Alcívar que, aunque no se encuentra entre nosotros su recuerdo me ha permitido ser fuerte y salir adelante; a Consuelo Vite, por su comprensión y ayuda en todo momento. Me han enseñado a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño, y todo ello con una gran dosis de amor y sin pedir nunca nada a cambio. A mi novio Dixon Conforme una persona muy especial y querida que siempre me apoyo.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a todos mis amigos, por apoyarme cuando más los necesité, por extenderme sus manos en momentos difíciles y por el amor brindado cada día, en serio muchas gracias, siempre los llevo en mi corazón.

A todos ustedes muchas gracias.

“No es grande el que siempre triunfa, sino el que jamás se desalienta”

AGRADECIMIENTOS

Estoy profundamente agradecida con la vida, con el destino, con Dios, con mis padres que siempre me brindaron su incondicional apoyo. Nunca me alcanzarán las palabras para expresar esta enorme dicha.

Agradezco a mi tutor el Ingeniero Leonardo Avellán por estar siempre presente en el transcurso de toda mi investigación, sus palabras fueron sabias, sus conocimientos rigurosos y precisos.

A mis amigos y compañeros de viaje, Gabriela Marcillo, Asahel Vélez, José Castelo, Jamileth Saldarriaga, Daniela Rodríguez, con quienes compartimos esta maravillosa etapa de nuestras vidas, no puedo dejar de recordar todas las tardes que compartimos juntos. Hoy nos toca cerrar un capítulo extraordinario de nuestras vidas, agradecerles por su apoyo y constancia por estar en los momentos más difíciles, por largas horas de estudio. Gracias por estar siempre.

ÍNDICE

PORTADA	1
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE.....	iv
TABLAS.....	vi
FIGURAS	vi
ANEXOS	vii
RESUMEN	ix
ABSTRATC	x
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
1 MARCO TEÓRICO	3
1.1 El plátano	3
1.1.1 Sistema radicular	4
1.2 Fitohormonas vegetales	5
1.2.1 Citoquinina	6
CAPÍTULO II.....	8
2 INVESTIGACIONES EXPERIMENTALES AFINES AL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	8
CAPÍTULO III	11
3 DIAGNÓSTICO O ESTUDIO DE CAMPO	11
3.1 Ubicación del ensayo.....	11
3.2 Características agroecológicas de la zona.....	11
3.3 Variables en estudio.....	11
3.3.1 Variables independientes.....	11
3.3.2 Variables dependientes	11
3.4 Característica de las Unidades Experimentales	13
3.5 Tratamientos	13
3.6 Diseño experimental	13

3.7	Materiales e instrumentos	14
3.8	Manejo del Ensayo.....	14
3.8.1	Preparación del terreno	14
3.8.2	Limpieza y trazado	14
3.8.3	Siembra.....	14
3.8.4	Control de maleza.....	14
3.8.5	Deshoje fitosanitario.....	15
3.8.6	Deshije y deschante	15
3.8.7	Fertilización	15
3.8.8	Control de sigatoka.....	16
CAPÍTULO IV		17
4	EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS	17
4.1	Área foliar	17
4.2	Pseudotallo.....	18
4.2.1	Peso del pseudotallo	18
4.2.2	Grosor del pseudotallo.....	20
4.3	Cormo	21
4.3.1	Peso del cormo	21
4.4	Hoja del plátano	23
4.4.1	Número de hojas	23
4.4.2	Peso de la hoja	23
4.5	Raíces del plátano	25
4.5.1	Peso de las raíces	25
4.5.2	Longitud de raíces	26
4.5.3	Grosor de raíces	27
4.6	Días a la cosecha.....	28
4.7	Producción	29
4.7.1	Rendimiento de los dedos.....	29
4.7.2	Rendimiento del racimo.....	31
4.8	Contenido de nutriente en raíces.....	29
CONCLUSIONES.....		34

RECOMENDACIONES	35
BIBLIOGRAFÍA	xi

TABLAS

Tabla 1. <i>Características meteorológicas presentadas en el ensayo.</i>	11
Tabla 2. <i>Descripción de la unidad experimental.</i>	13
Tabla 3. <i>Disposición de los tratamientos.</i>	13
Tabla 4. <i>Esquema del ADEVA</i>	13
Tabla 5. <i>Aplicación de nutrientes en el cultivo.</i>	15
Tabla 6. <i>Respuesta de las variedades y dosis de citoquinina en el peso del pseudotallo en la hoja 20, 30, belloteo y cosecha.</i>	19
Tabla 7. <i>Respuesta de las variedades y dosis de citoquinina en el grosor del pseudotallo en la hoja 20, 30, belloteo y cosecha.</i>	20
Tabla 8. <i>Respuesta de las variedades y dosis de citoquinina en el peso del cormo en la hoja 20, 30, belloteo y cosecha.</i>	21
Tabla 9. <i>Respuesta de las variedades y dosis de citoquinina en el peso de las hojas de plátano.</i>	24
Tabla 10. <i>Respuesta de las variedades y dosis de citoquinina en el peso de las raíces de plátano.</i>	26
Tabla 11. <i>Respuesta de las variedades y dosis de citoquinina en la longitud de las raíces de plátano.</i>	26
Tabla 12. <i>Respuesta de las variedades y dosis de citoquinina en el grosor de las raíces de plátano.</i>	28
Tabla 13. <i>Respuesta de las variedades y dosis de citoquinina en los parámetros productivos de los dedos del plátano.</i>	30
Tabla 14. <i>Respuesta de las variedades y dosis de citoquinina en los parámetros productivos del racimo del plátano.</i>	31
Tabla 15. <i>Resumen de concentración de macro y micronutrientes en las raíces de dos variedades de plátano y cuatro dosis de citoquina en diferentes fenologías del cultivo.</i>	29

FIGURAS

Figura 1. <i>Área foliar de dos variedades de plátano y cuatro dosis de citoquinina a la hoja 20 del cultivo.</i>	17
Figura 2. <i>Área foliar de cuatro dosis de citoquinina al momento del belloteo del cultivo.</i>	18

Figura 3. Peso del pseudotallo de dos variedades de plátano y cuatro dosis de citoquinina al belloteo del cultivo.	19
Figura 4. Grosor del pseudotallo de cuatro dosis de citoquinina al momento de la cosecha del cultivo.	21
Figura 5. Peso del corno de dos variedades de plátano al belloteo del cultivo.	22
Figura 6. Interacción de las variedades y dosis de citoquinina en la emisión de hojas totales del plátano.	23
Figura 7. Peso de las hojas de dos variedades de plátano al momento del belloteo del cultivo.	24
Figura 8. Peso de las hojas del plátano bajo cuatro dosis de citoquinina al momento de la emisión de la bellota.	25
Figura 9. Peso de raíces del cultivo de plátano en diferentes etapas de las plantas.	26
Figura 10. Longitud de raíces del cultivo de plátano en diferentes etapas de las plantas bajo la aplicación de citoquinina.	27
Figura 11. Grosor de las raíces del cultivo de plátano en diferentes etapas de las plantas bajo la aplicación de citoquinina.	28
Figura 12. Número de días a la cosecha de dos variedades de plátano con aplicación de citoquinina.	29
Figura 13. Peso de dedos no exportables de dos variedades de plátano con aplicación de citoquinina.	30

ANEXOS

Anexo 1. ADEVA del peso del pseudotallo en la hoja 20.	xii
Anexo 2. ADEVA del grosor del pseudotallo en la hoja 20.	xii
Anexo 3. ADEVA del peso del corno en la hoja 20.	xii
Anexo 4. ADEVA del peso de las hojas en la hoja 20.	xii
Anexo 5. ADEVA del peso de las raíces en la hoja 20.	xii
Anexo 6. ADEVA del área foliar en la hoja 20.	xiii
Anexo 7. ADEVA de la longitud de las raíces en la hoja 20.	xiii
Anexo 8. ADEVA del grosor de las raíces del plátano en la hoja 20.	xiii
Anexo 9. ADEVA del peso del pseudotallo en la hoja 30.	xiii
Anexo 10. ADEVA del grosor del pseudotallo en la hoja 30.	xiv
Anexo 11. ADEVA del peso del corno en la hoja 30.	xiv
Anexo 12. ADEVA del peso de las hojas en la hoja 30.	xiv
Anexo 13. ADEVA del peso de las raíces en la hoja 30.	xiv

Anexo 14. ADEVA del área foliar en la hoja 30.....	xiv
Anexo 15. ADEVA de la longitud de las raíces en la hoja 30.	xv
Anexo 16. ADEVA del grosor de las raíces del plátano en la hoja 30.	xv
Anexo 17. ADEVA del peso del pseudotallo en el belloteo.	xv
Anexo 18. ADEVA del grosor del pseudotallo en el belloteo.	xv
Anexo 19. ADEVA del peso del cormo en el belloteo.	xv
Anexo 20. ADEVA del peso de las hojas en el belloteo.	xvi
Anexo 21. ADEVA del peso de las raíces en el belloteo.	xvi
Anexo 22. ADEVA del número de hojas al belloteo.	xvi
Anexo 23. ADEVA del área foliar en el belloteo.....	xvi
Anexo 24. ADEVA de la longitud de las raíces en el belloteo.	xvii
Anexo 25. ADEVA del grosor de las raíces del plátano en el belloteo.	xvii
Anexo 26. ADEVA del peso del pseudotallo a la cosecha.	xvii
Anexo 27. ADEVA del grosor del pseudotallo a la cosecha.....	xvii
Anexo 28. ADEVA del peso del cormo a la cosecha.....	xvii
Anexo 29. ADEVA del peso de las hojas a la cosecha.	xviii
Anexo 30. ADEVA del peso de las raíces a la cosecha.	xviii
Anexo 31. ADEVA del número de hojas a la cosecha.....	xviii
Anexo 32. ADEVA del número de días a la cosecha.....	xviii
Anexo 33. ADEVA del peso de racimos.....	xviii
Anexo 34. ADEVA del número de dedos exportables a la cosecha.	xix
Anexo 35. ADEVA del número de dedos no exportables a la cosecha.	xix
Anexo 36. ADEVA del peso de dedos exportables a la cosecha.	xix
Anexo 37. ADEVA del peso de dedos no exportables a la cosecha.	xix
Anexo 38. ADEVA del número de manos por racimo a la cosecha.	xx
Anexo 39. ADEVA del número de dedos por racimo a la cosecha.	xx
Anexo 40. ADEVA del área foliar a la cosecha.....	xx
Anexo 41. ADEVA de la longitud de raíces a la cosecha.	xx
Anexo 42. ADEVA del grosor a las raíces a la cosecha.	xx
Anexo 43. Establecimiento inicial de los cultivos.	xxi
Anexo 44. Aplicación de las dosis de citoquinina.....	xxi
Anexo 45. Peso de los órganos de las plantas de plátano.	xxii
Anexo 46. Cultivo en etapa de belloteo	xxii
Anexo 47. <i>Extracción de raíces para análisis radicular.</i>	xxiii

RESUMEN

Se estableció una investigación en una finca ubicada en la vía Santo Domingo Chone a la altura del km 38 en las coordenadas geográficas $0^{\circ}13'57,0''S$ $79^{\circ}30'50,00''W$, con el objetivo de evaluar la influencia de promotores de crecimiento radicular en cultivares establecidos de plátano *Musa* AAB en sitio definitivo en El Carmen, Manabí; se planteó un diseño de parcela dividida, en las parcelas grandes se ubicaron las variedades del plátano, mientras que en las parcelas pequeñas o subparcelas se distribuyeron las dosis de citoquininas, los datos se tomaron en la emisión de las hojas 20, 30, belloteo y cosecha, como las edades del cultivo, se evaluaron los parámetros agronómicos y productivos de las plantas y el contenido de macro y micronutrientes en las raíces. Los resultados presentados en las dosis de citoquinina en el cultivo de plátano Barraganete y dominico Hartón no influyeron en las variables agronómicas de las raíces, en cuanto la edad del cultivo el peso de las raíces fue ascendente hasta la bellota y se mantuvo hasta la cosecha, y para el grosor y longitud el crecimiento fue de bajo desarrollo; en el área foliar el dominico Hartón en la hoja 20 presentó la respuesta más alta en dosis media, baja y testigo de citoquinina con $1,04 \text{ cm}^2$ en promedio, en el parámetro productivo el dominico Hartón con $1,25$ y $2,00 \text{ cm}^3$ de citoquinina se obtuvo el valor de $392,84$ y $403,98 \text{ g}$ en el peso de dedos exportables.

Palabras claves: citoquinina, plátano, raíces, fitohormonas.

ABSTRACT

An investigation was established in a farm located on the Santo Domingo Chone road at km 38 at the geographical coordinates 0°13'57.0"S 79°30'50.00"W, with the objective of evaluating the influence of root growth promoters in established Musa AAB plantain cultivars in the definitive site in El Carmen, Manabí; A divided plot design was proposed, in the large plots the plantain varieties were located, while in the small plots or subplots the doses of cytokinins were distributed, the data was taken on the emission of leaves 20, 30, acorns and harvest, as well as the ages of the crop, the agronomic and productive parameters of the plants and the content of macro and micronutrients in the roots were evaluated. The results presented in the doses of cytokinin in the cultivation of the Barraganete and Dominico Hartón plantains did not influence the agronomic variables of the roots, as soon as the age of the crop, the weight of the roots ascended until the acorn and was maintained until harvest. and for the thickness and length the growth was of low development; in the foliar area the Dominican Hartón on leaf 20 presented the highest response in medium, low and control doses of cytokinin with 1.04 cm² on average, in the productive parameter the Dominican Hartón with 1.25 and 2.00 cm³ of cytokinin values of 392.84 and 403.98 g were obtained in the weight of exportable fingers.

Keywords: cytokinin, plantain, roots, phytohormones.

INTRODUCCIÓN

América Latina y la parte del Caribe se han posicionado como las regiones de mayor exportación de fruta proveniente de los cultivos de musáceas, piña, papaya, aguacate y mango; incluso concentra el 25% de la producción internacional, esto debido a las condiciones favorables en cuanto a la climatología y capacidad productiva del suelo; en los últimos años según la información registrada, el rendimiento de estas frutas supera los 54 millones de toneladas durante el 2018 (Asociación de Exportadores de Banano del Ecuador, 2018).

La economía ecuatoriana se centra específicamente en la extracción petrolera y en la producción agrícola de los sectores rurales, los cuales se han convertido en el motor productivo; el plátano representa uno de los cultivos de mayor importancia a nivel nacional, el cual alcanza el 32% de las exportaciones que se realizan al exterior, las provincias de Manabí, Santo Domingo de los Tsáchilas y Los Ríos concentran la mayoría de la producción de esta fruta (Álvarez *et al.*, 2020); estos juntos, según el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC, 2022) tienen una superficie sembrada de 91 906 ha.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO, 2020) indica que el plátano, al igual que todos los cultivos suele tener problemas de fitosanitarios que afectan su correcto funcionamiento, en especial a las raíces; las cuales están encargadas del anclaje y sostenimiento de la planta evitando el volcamiento y la pérdida productiva de estas (Rodríguez, 2018); sin embargo, los nematodos e insectos como el picudo negro y amarillo tienden atacar el sistema radicular de las musáceas, especialmente cuando estas no tienen un buen desarrollo vegetal debido a deficiencias nutricionales de las plantas o del suelo.

La alternativa aplicada durante años para contrarrestar esta problemática ha sido el uso de nematicidas, insecticidas y fertilizantes minerales, provenientes de la industria química, que en parte ha disminuido el ataque de las plagas y enfermedades, pero han ocasionado un desgaste al suelo y contaminar las fuentes hídricas cercanas, lo que limita el aprovechamiento de los nutrientes concentrados en la superficie y asimilables para las plantas (Criado *et al.*, 2021).

Las consecuencias ambientales del uso de los nematicidas, cuando se aplican al suelo y se distribuyen a todo el ecosistema, tiene su impacto en los sistemas bióticos, es decir, los animales y plantas principalmente, lo que luego se transforma en un riesgo biológico para los seres humanos que consumen los productos provenientes de los vegetales y proteína animal contaminada generando toxicidad (del Puerto *et al.*, 2014).

La naturaleza de los cultivares y el avance poblacional ha transformado las necesidades nutricionales de las plantas utilizadas en la producción de alimentos, las mismas que implican la aplicación de altas cantidades de fertilizantes especialmente nitrógeno, fósforo y potasio, los cuales provocan efectos negativos en la superficie del suelo, fuentes hídricas y la emisión de gases contaminantes (Naqqash *et al.*, 2016; Zahid *et al.*, 2015).

La agricultura moderna y los requerimientos alimenticios mundiales requieren en la actualidad el uso de tecnologías y recursos agrícolas más efectivos que incrementen la productividad de los agricultores, considerando los aspectos ambientales y ecológicos, que ayuden de manera eficiente al cuidado del suelo y del agrosistemas, son descuidar el rendimiento y el beneficio económico del sistema productivo (Moreno *et al.*, 2018).

Una de las opciones que se pueden implementar es el aumento de masa radicular con productos químicos son las citoquininas, un conjunto de fitohormonas, que básicamente ayudan en la estimulación de la división y diferenciación celular, estas al utilizarlas en los cultivos, beneficia directamente al desarrollo y formación de las partes de las plantas, como las raíces, hojas y flores, que posteriormente ayudará de manera indirecta al fruto (Checca, 2018).

Por estas razones se propuso este trabajo de investigación para determinar la influencia de la aplicación de citoquininas en el desarrollo radicular de dos cultivares de plátano, el Barraganete por su gran distribución que tiene en el medio y el Hartón por ser una alternativa que ha ganado espacio entre los productores y exportadoras para la comercialización de este cultivar en el cantón El Carmen y en otros sitios como El Vergel, en el cual las mayores extensiones de plátano se encuentran con este último (Simba y Álvarez, 2018).

Esta importancia del dominico Hartón se debe a las características productivas del racimo, ya que las exportadoras empiezan a solicitar este producto por el peso de los dedos y el llenado en las cajas, las cuales se ajustan a los requerimientos del mercado internacional, otra de los beneficios es la fisiología de la planta, que presenta más resistencia a plagas y enfermedades que el Barraganete, además de la tolerancia a las sequías y otros procesos que pueden producir estrés (Mondragón *et al.*, 2018).

Por esta razón se propuso este trabajo de investigación con el objetivo evaluar la influencia de promotores de crecimiento radicular en cultivares establecidos de plátano *Musa* AAB en sitio definitivo en El Carmen, Manabí.

CAPÍTULO I

1 MARCO TEÓRICO

1.1 El plátano

El plátano es un producto de gran producción en los países tropicales de las regiones de América del sur y Centroamérica, en el cual representa un sustento económico en las familias que se dedican a esta actividad, los lugares en los cuales llega la mayor cantidad de fruta exportada son Estados Unidos y algunos países de Europa (Álvarez *et al.*, 2020); esta musácea es de origen asiático, específicamente de la parte del sudeste, desde este punto se difundió hacia el oriente medio, África y al resto de mundo (Naciones Unidas, 2017).

Este cultivar forma parte de la familia de las musáceas y básicamente se compone de dos géneros, el *Ensete* y el más difundido y producido en los países tropicales el *Musa*, esta importancia se debe a que cuenta con un número mayor a 30 especies de tipo diploides (Guerrero, 2016); las que más destacan entre todas estas especies son las *Musa acuminata* y *M. balbisiana*, de las cuales surgen las variedades y cultivares más conocidos como el Barraganete, dominico, Hartón y el dominico Hartón (Romero, 2017).

Según lo mencionado por Gómez, (2017) la planta de plátano se clasifica como herbácea, compuesta por un pseudotallo formada por las vainas foliares, este puede alcanzar hasta los 3 metros de altura, por debajo del pseudotallo se encuentra el cormo o rizoma considerado como el tallo verdadero, en este crecen y se desarrollan las raíces, además de las yemas laterales que se utilizarán como los hijuelos para la siembra, la etapa de desarrollo del cultivo comprende tres fases, en la que se distingue la fase vegetativa durante las primeras semanas, luego la floral y por último la de fructificación.

Durante la fase vegetativa crecen las raíces principales y secundarias, el pseudotallo se desarrolla y emergen las primeras yemas laterales, luego de 6 meses comienza la etapa de floración en la cual el tallo floral asciende por el pseudotallo y hace la aparición por la parte superior, al llegar a este punto empieza la fase de fructificación en la que se forman los dedos o frutos del racimo y la planta está lista para la cosecha (Galán *et al.*, 2018).

En la variedad Barraganete según lo descrito por Cedeño *et al.*, (2020) en su investigación hasta las 53 semanas de crecimiento las plantas alcanzan una altura de 3,47 m con un perímetro de pseudotallo de 52,23 cm, las hojas tienen una medida de 0,68 m de ancho con 1,88 m de largo, la producción total de hojas de esta variedad es de 38 hojas, la producción del

racimo puede tener entre 5 a 6 manos y entre 26 a 27 dedos exportables por racimo, estos llegan a tener un peso final de entre 10 a 12 kg.

Por otra parte el dominico Hartón según Castaño *et al.*, (2012) alcanza una altura promedio de 3,15 metros, el pseudotallo presenta un perímetro de 56,55 cm de grosor al finalizar el ciclo vegetal de la planta la emisión foliar completa en promedio 35 hojas \pm 2; en cuanto la producción del fruto los dedos alcanzan una longitud de 22,36 cm con un grosor de 4,29 mm de diámetro, el peso total del racimo sumando todos los dedos en promedio es de 13,07 kg (Medina, 2018).

1.1.1 Sistema radicular

Las raíces de la planta se desarrollan de forma muy superficial, aproximadamente de entre 30 a 40 centímetros por debajo de la superficie del suelo, sin embargo, la mayoría de estas se agrupan entre los 15 a 20 centímetros; generalmente la coloración es blanca al principio de su crecimiento, hasta que llegan a la madurez donde se tornan de color amarillo; el tamaño que alcanzan las raíces principales es de 3 metros de forma lateral y 1,5 m de profundidad, aunque estos parámetros dependen de la textura del suelo (Mejía, 2018).

Sin embargo, según Saavedra, (2017) entre 60% y 70% de las raíces se concentran hasta los 30 cm por debajo de la superficie del suelo, mientras que apenas entre el 10% y el 15% del total de raíces se distribuyen de forma horizontal, a estas distancias las raíces encuentran los componentes necesarios para su correcto desarrollo, además de que penetran el suelo sin ninguna dificultad.

En la investigación de Avellán *et al.*, (2021) en la que evaluaron el desarrollo radicular de tres cultivares de musáceas determinaron que en todos los casos, el crecimiento de las raíces es superficial, en donde hasta los 20 cm de profundidad del suelo se localizan el 94% del total de raíces contabilizadas y distribuidas entre los 40 a 60 cm en horizontal; el 6% restante se localizan por debajo de los 20 cm de profundidad y hasta los 50 cm de manera horizontal, las raíces se desarrollan hasta la inflorescencia en donde empieza la disminución del desarrollo radicular.

El crecimiento radicular en el cultivo de plátano sucede en la fase vegetativa, la cual representa el inicio del desarrollo vegetativo de las plantas, en esta etapa aparecen las raíces principales encargada del sostenimiento y las raíces secundarias que emiten los pelos absorbentes que toman del suelo los nutrientes y agua; esto transcurre aproximadamente ente el primer hasta el sexto mes de establecido la plantación (Delgado, 2019).

Las raíces en las musáceas como en las demás plantas realiza la función básica del desarrollo vegetal, principalmente se encarga del sostenimiento de todas las plantas además de que absorbe el agua y los nutrientes indispensables para el crecimiento y la producción, otra de las funciones es el almacenamiento de sustancias y productos indispensables para la alimentación de la planta y la interacción con el medio y los microorganismos de la rizosfera (Torres, 2012).

Para Ozambela, (2017) un deficiente desarrollo radicular en el plátano puede generar problemas a gran escala, principalmente por volcamiento, debido al gran tamaño y peso de la planta si las raíces no tienen la suficiente fortaleza el pseudotallo cae al suelo; el debilitamiento de las raíces se puede producir por diversos factores como la falta de nutrientes en la superficie o ataque de plagas y enfermedades.

1.2 Fitohormonas vegetales

Las hormonas vegetales, se definen como moléculas que se encuentran en cantidades específicas según los requerimientos de las diferentes partes u órganos de las plantas donde regulan el proceso de desarrollo; los cambios que estos tienen dentro de los tejidos vegetales modulan el crecimiento y la respuesta de la planta ante procesos de estrés sean de tipo biótico o abióticos (Porta y Jiménez, 2019).

Estas fitohormonas son compuestos producidos dentro de las mismas plantas, a pesar de que trabajan en concentraciones mínimas el efecto que producen estas ocurren a nivel de las células, estos modifican la forma en la que crecen constantemente; las fitohormonas se han clasificado en dos grupos, las primeras las estimuladoras en las que se han identificado las giberelinas, citoquininas y auxinas, las segundas son las denominadas inhibidoras del crecimiento como el ácido abscísico y el etileno (Redagrícola, 2018).

Según lo expresado por Ordoñez, (2021) las fitohormonas se utilizan como abonos enraizante con la finalidad de mejorar el normal crecimiento y desarrollo de las raíces de las plantas, especialmente al momento de la absorción de los elementos principales además de agua, por esta razón el uso de enraizante a base de fitohormonas se ha convertido en una práctica frecuente para incrementar las características de las raíces.

Básicamente las fitohormonas vegetales al entrar en contacto con las raíces de las plantas promueven de manera rápida y efectiva los primordios radiculares, es decir, las futuras raíces que se formaran, al mismo tiempo los enraizante compensan los niveles de hormonas presentes en los tejidos para el desarrollo, el crecimiento y la formación de más raíces, en

conclusión se incrementa el sistema radicular y las plantas ganan mayor vigorosidad (Osuna *et al.*, 2017).

A parte de controlar la mayoría de los procesos de crecimiento mediante los cambios fisiológicos y bioquímicos que ocurren a nivel celular, las hormonas vegetales también son parte de la diferenciación de los órganos aéreos y los que están en la parte inferior, como las raíces, además las fitohormonas son las encargadas de controlar la embriogénesis, el inicio de la germinación de las nuevas plantas, el proceso de floración y fructificación, también de la senescencia de las hojas (Porta y Jiménez, 2019).

1.2.1 Citoquinina

Las citoquininas son un conjunto de fitohormonas que regulan ciertas funciones de la planta, entre las variedades que se pueden encontrar están la Kinetina, Zeatina, Benciladenina y 4-hidroxifeniletíl alcohol; a nivel celular se ha identificado que inician o mantienen la reproducción de tejidos vegetales madre, además que ayuda a la multiplicación y división celular, a nivel vegetal en las plantas promueve la elongación radicular e interviene en la senescencia de las hojas, además de influir en el desarrollo axilar; generalmente las citoquininas se producen en mayor proporción en los ápices de las raíces (Alcántara *et al.*, 2019).

Para Checca, (2018) las citoquininas son parte de un grupo importante de hormonas vegetales que ayudan a la estimulación de la división y diferenciación de las células, esto para formar los órganos de las plantas, especialmente la raíz, las láminas foliares, las flores y por último los frutos, las citoquininas se encuentran en mayor proporción en los frutos que están en formación, especialmente porque facilitan los requerimientos de nutrientes en el movimiento de la savia elaborada mediante el floema.

Según lo expresado por Díaz, (2017) la cantidad de esta fitohormona presente en la planta está relacionada de forma directa con las concentraciones de nitrógeno en la superficie del suelo, es decir, cuando las cantidades de N son bajas en el suelo, las plantas presentan mayor proporción de citoquinina, mientras cuando el N tiene baja concentración los niveles de esta hormona vegetal también disminuye.

La aplicación de citoquininas en musáceas no está difundida como una labor cultural tradicional entre los productores, sin embargo, en algunas investigaciones realizadas específicamente en banano han evaluado la respuesta agronómica y productiva del cultivo bajo dosis de 1 hasta los 3 ml por planta; en relación con el área foliar las dosis altas de citoquinina

muestran mejores respuestas, aunque en la cantidad de manos por racimo la dosis de 1 ml tuvo el mejor rendimiento para esta variable (Albán, 2014).

CAPÍTULO II

2 INVESTIGACIONES EXPERIMENTALES AFINES AL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Las investigaciones referentes al plátano y el desarrollo radicular mediante la aplicación de citoquinina no tienen mucha difusión, sin embargo, Albán, (2014) realizó un trabajo de investigación basado en la aplicación de citoquinina más un inductor carbónico para determinar la producción del banano de exportación con la variedad gran enana en la provincia de Esmeralda cantón Quinindé, el resumen se presenta a continuación:

Para el diseño estadístico se utilizó un diseño trifactorial con 12 tratamientos y 3 repeticiones más el testigo. El coeficiente de variación se expresó en porcentaje y se realizó la prueba de Tukey al 5%. Resultado que: El tratamiento que provocó el mayor número de hojas a los 30, 60, 90 y 120 días después de la primera aplicación el Carboroot en dosis de 1 ml y en el deshije corresponde al tratamiento de estimulación orgánica que registra en mayor número de hojas por planta. El comportamiento del banano en número de hojas después de los 60, 90 y 120 días después de la primera aplicación de Cytokin está influenciado en 97.56, 91.39, 81.85 y 73.24 %, respectivamente por la dosis empleada. El mayor diámetro de Fuster en plantas de banano de variedad Gran Enana, a los 60 90 y 120 días después de la primera aplicación del bioestimulante, se presentó cuando se utilizó Carboroot en dosis de 1 ml en el momento del deshije con valores de 13,93; 30,67; 48,00 y 53,6 cm, en su orden. La tasa de retorno marginal calculada, nos indica que un retorno de 125.00 %, al cambiar de un tratamiento T12 al tratamiento T11 implica que, por cada dólar invertido en el nuevo tratamiento, el productor bananero puede esperar recobrar el dólar invertido más un retorno adicional de \$ 1.25 (pp 94).

Por otra parte, en la Universidad Técnica de Manabí se desarrolló una investigación en la que se aplicaron varias dosis de biorreguladores en el cultivo de banano, en condiciones de cámara térmica, con el siguiente resumen investigativo:

El objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta prolífica de cormos de banano cv. Williams a la aplicación de 6-bencilaminopurina (6-BAP) y un bioestimulante a base de extracto de algas, en condiciones de cámara térmica. En la granja experimental “La Teodomira” de la Universidad Técnica de Manabí, Ecuador, se realizó una investigación desde noviembre del 2013 a abril del 2014. Los tratamientos fueron 6-bencilaminopurina (6-BAP) en concentraciones de 0, 20, 40 y 80 mg/l, y un bioestimulante a base de extractos de algas en dosis de 0, 20, 40 y 80 ml/cormo. La bencilaminopurina fue aplicada en el cormo, y el

bioestimulante fue aplicado en drench. El diseño utilizado fue bloques completos al azar con tratamiento factorial A x B, donde los factores fueron 6-BAP y el bioestimulante, los tratamientos, fueron replicados cuatro veces, para un total de 64 unidades experimentales. Se detectaron diferencias significativas ($p \leq 0,0001$) para el factor 6-BAP, donde la mayor tasa de multiplicación fue alcanzada con la concentración de 40 mg/l con 47,28 plántulas/cormo. No hubo diferencias significativas ($p \geq 0,9167$) para el bioestimulante, ni para la interacción 6-BAP x bioestimulante ($p \geq 0,3789$). Se evidenció la formación de tejido calloso a partir de los brotes de primera generación (R1). Con la concentración de 80 mg/l de 6-BAP, se observó la presencia de plántulas anormales, en mayor proporción en las que provenían de tejido calloso (Cedeño *et al.*, 2016, pp 397).

Los trabajos realizados en el cultivo de plátano con el uso de citoquininas se desarrollan en el crecimiento de plántulas en micropropagación:

El objetivo de este estudio fue investigar los efectos de la concentración de diferentes reguladores del crecimiento (auxinas y citoquininas) sobre el crecimiento y desarrollo de puntas de brotes de banano cultivadas *in vitro*. Los explantes se tomaron de retoños jóvenes de plantas cultivadas en el campo de la var. “ Yangambi ”. Las puntas de los brotes se cultivaron en medios MS suplementados con diferentes concentraciones de BAP (0, 2, 4, 6 y 8 mg/l) con o sin IAA a una concentración de 0,34 mg/l. En la fase de enraizamiento, el medio se complementó con diferentes concentraciones de IBA (0,1, 0,5, 1,0, 1,5 y 2,0 mg/l) con o sin BAP a una concentración de 0,2 mg/l. Los resultados indicaron que 6,0 mg/l BAP aumentó significativamente el número de brotes formados y la interacción de 6 mg/l BAP con 0,35 mg/l IAA aumentó significativamente el peso fresco. Para el enraizamiento, 2,0 mg/l de IBA fue más eficiente en número y longitud de raíces producidas que todos los demás tratamientos (Ngomuo *et al.*, 2013, pp 2174).

En otro trabajo de investigación similar Venkatachalam *et al.*, (2007) evaluó niveles de citoquinina en la micropropagación de plátano determinando el siguiente resumen investigativo:

El uso de altos niveles de reguladores del crecimiento durante la micropropagación da lugar a una variabilidad clonal indeseable en cultivos comerciales importantes como el plátano. El presente estudio investigó los efectos de altos niveles de citoquininas en la micropropagación en plátano (genotipo AAB), y se evaluó la estabilidad genética de las plántulas utilizando marcadores RAPD e ISSR. Se añadieron citoquininas, como BA y kinetina, al medio de multiplicación rutinario de brotes en concentraciones de hasta 10 mg l⁻¹. Tras 12 semanas de

cultivo con tres subcultivos, el número máximo de brotes se produjo en cultivos que recibieron 5 mg l⁻¹ de BA (80 brotes) o 4 mg l⁻¹ de kinetina (62 brotes). Algunas anomalías morfológicas observadas durante la proliferación de yemas *in vitro* no se observaron durante la aclimatación *ex vitro*. Para comprobar la estabilidad genética, se compararon los perfiles RAPD e ISSR de las plántulas micropropagadas obtenidas mediante diferentes tratamientos con citoquinina con las microplántulas de control mantenidas en medio MS, así como con la planta madre cultivada en el campo. Un total de 50 cebadores RAPD y 12 ISSR dieron lugar a 625 bandas distintas y reproducibles. Así, se generó un total de 17.400 bandas que mostraban patrones RAPD e ISSR homogéneos. El histograma de intensidad de bandas de cada gel confirmó su naturaleza monomórfica sin variación genética en todas las plántulas analizadas. Sobre la base de estos resultados, se elaboró un protocolo para la multiplicación de brotes de alta tasa que conduce a una producción uniforme de brotes (pp 193).

Así mismo el trabajo de Arinaitwe *et al.*, (2000) donde se determinó el efecto de la citoquinina sobre brotes de plátano:

Se cultivaron puntas de brotes (3 mm) de cultivares de plátano (*Musa spp.*) Kibuzi (AAA-EA), Bwara (AAA-EA) y Ndiziwemiti (ABB) en sales nutritivas Murashige y Skoog modificadas. El medio modificado fue suplementado con varias concentraciones equimolares (16.8, 20.8, 24.8 y 28.8 μM) de BAP, TDZ, ZN, 2-iP y KN para determinar los rangos de concentración adecuados de las citoquininas para la micropropagación de cultivares de banano. Se utilizaron tres ciclos de subcultivo y después de cada subcultivo se contaron los brotes por explante. Para seleccionar una citoquinina adecuada y rentable, se determinó la concentración óptima, su coste en US\$ y su correspondiente tasa de proliferación. Los resultados mostraron que la proliferación de brotes fue significativamente ($p \leq 0.001$) dependiente del tipo de citoquinina, su concentración y el cultivar de banano. Las respuestas de los cultivares al BAP fueron significativamente ($p \leq 0.05$) mejores que otras citoquininas basadas en adenina (ZN, KN y 2-iP). La TDZ mostró una elevada actividad citoquinínica y su concentración diluida de 0,045, 0,23, 1,14, 5,68, 6,81 y 9,1 μM mostró, en el caso de Ndiziwemiti, una proliferación progresivamente mayor con concentraciones crecientes hasta 9,5 brotes por explante. La Ndiziwemiti fue recalcitrante al protocolo de Talengera *et al.* (Talengera, D., Magambo, M.J.S., Rubaihayo, P.R., 1994. *African Crop Sci. J.* 2, 17-21). En el caso de Kibuzi, la tasa de proliferación aumentó de 2 a 5,4 por 0,045 a 5,68 antes de caer repentinamente a 1,2 brotes por explante. Los resultados demostraron que los cultivares diferían significativamente ($p \leq 0,05$) en sus respuestas de proliferación de brotes a diferentes concentraciones de TDZ y que la TDZ es más económica que las citoquininas a base de adenina (pp 13).

CAPÍTULO III

3 DIAGNÓSTICO O ESTUDIO DE CAMPO

3.1 Ubicación del ensayo.

El trabajo de investigación se realizó en una finca ubicada en la vía Santo Domingo - Chone a la altura del km 38 en el cantón El Carmen, al noreste de la provincia de Manabí, en las coordenadas geográficas 0°13'57,0''S 79°30'50,00''W (Google Maps, 2022).

3.2 Características agroecológicas de la zona.

A continuación, se detallan las características climáticas más relevantes para la investigación de la zona en donde se desarrolló el trabajo de campo.

Tabla 1. *Características meteorológicas presentadas en el ensayo.*

Características	Unidades
Temperatura (°C)	24
Humedad Relativa (%)	86
Heliofanía (Horas luz año ⁻¹)	1 026,2
Precipitación media anual (mm)	2 806
Altitud (msnm)	260

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2022).

3.3 Variables en estudio

3.3.1 Variables independientes

Factor A: Cultivar

- Barraganete
- Dominico Hartón

Factor B: Dosis de citoquinina

- Dosis alta 2,75 cm³ de producto comercial (0,22 cc de kinetina) por litro de agua⁻¹
- Dosis media 2,0 cm³ de producto comercial (0,16 cc de kinetina) por litro de agua⁻¹
- Dosis baja 1,25 cm³ de producto comercial (0,12 cc de kinetina) por litro de agua⁻¹

3.3.2 Variables dependientes

Peso de pseudotallo: Se cortan todas las hojas presentes en la unión de la base del peciolo con el pseudotallo y se toma el peso total del pseudotallo

Grosor del pseudotallo: A la altura de un metro del suelo se tomó la circunferencia del pseudotallo al momento de la emisión de la bellota

Área foliar: Se calculó mediante la fórmula: ancho de hoja por el largo de la hoja por el factor de corrección 0,80 (Aguirre *et al.*, 2011).

Número de raíces: Se contabilizaron las raíces de las plantas, seleccionando una planta y extrayendo el cormo con raíces para contabilizarlas de manera efectiva.

Longitud de raíces: Se midió el largo de las raíces después de realizar el conteo.

Grosor de raíces: De la misma manera se tomó la medida de la circunferencia de las raíces.

Número de hojas emitidas: Al finalizar el conteo de hojas semanales hasta la emisión de la bellota se obtuvo la cantidad de hojas totales emitidas.

Días a la cosecha: Es el número de días que la planta de plátano tarda hasta el momento que el fruto es cosechable.

Número de dedos exportables: Se contabilizó el número de dedos exportable por racimo según las especificaciones de las exportadoras

Número de dedos no exportables: Se contabilizó el número de dedos por racimo no exportable.

Peso del racimo: Se tomó el peso promedio de dedos por el número promedio de dedos por racimo y se obtuvo el peso de racimo en kg.

Peso de dedos exportables: Se tomó el peso de dedo de varios dedos para promediar su valor en gramos.

Peso de dedos no exportables: Se obtuvo el peso de los dedos no exportables.

Número de manos por racimo: Se contabilizó el número de manos promedio por racimo.

Número de dedos por racimo: Se contabilizó la cantidad promedio de dedos por racimo.

Toneladas de plátano por hectárea: Se calculó con el peso promedio por racimo por el número de plantas por hectárea establecido en la investigación.

3.4 Característica de las Unidades Experimentales

Se detallan las características que establecen el desarrollo de la investigación en las unidades experimentales.

Tabla 2. Descripción de la unidad experimental.

Características	Cantidad
Superficie del ensayo	3643,2 m ²
Distancia de siembra	1,15 m x 4 m
Plantas por parcelas grandes	396
Plantas por bloques	132
Plantas por tratamientos	33
Plantas por hileras	11
Plantas totales	792

3.5 Tratamientos

Los tratamientos son el resultado de la interacción de los factores establecidos, resultando un total de 8 tratamientos detallados a continuación.

Tabla 3. Disposición de los tratamientos.

Tratamientos	Parcela principal Variedad de plátano	Subparcelas Dosis de Citoquinina en producto comercial
T1	Dominico Hartón	2,75 cm ³ litro de agua ⁻¹
T2	Dominico Hartón	2,00 cm ³ litro de agua ⁻¹
T3	Dominico Hartón	1,25 cm ³ litro de agua ⁻¹
T4	Dominico Hartón	0 cm ³ litro de agua ⁻¹
T5	Barraganete	2,75 cm ³ litro de agua ⁻¹
T6	Barraganete	2,00 cm ³ litro de agua ⁻¹
T7	Barraganete	1,25 cm ³ litro de agua ⁻¹
T8	Barraganete	0 cm ³ litro de agua ⁻¹

3.6 Diseño experimental

Se estableció un diseño de parcela dividida, en las parcelas grandes se ubicaron las variedades del plátano, mientras que en las parcelas pequeñas o subparcelas se distribuyeron las dosis de citoquininas; se establecieron 3 repeticiones para el experimento, los datos obtenidos fueron comparados con la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

Tabla 4. Esquema del ADEVA

Fuentes de variación		GI
Total	(N - 1)	23
Repetición	(r - 1)	2

Parcela principal (Variedades)	$(a - 1)$	1
Error en parcela principal	$(a - 1)(b - 1)$	3
Subparcelas (Dosis de citoquinina)	$(b - 1)$	2
Interacción A x B	$(a - 1)(b - 1)$	3
Error en subparcela	$glT - glr - gla - glEpp - glb - glab$	12

3.7 Materiales e instrumentos

- Hoyadora
- Machete
- Cuchillo
- Balanza
- Cinta métrica
- Cuaderno
- Computadora
- Gramera
- Lapiceros

3.8 Manejo del Ensayo

3.8.1 Preparación del terreno

Se delimitó el terreno con las medidas establecidas según las parcelas de todos los tratamientos y los factores de acuerdo con el diseño previamente preparado.

3.8.2 Limpieza y trazado

Se realizó un desmalezado inicial mecánicamente para proceder con el trazado y establecer los puntos de siembras de las plantas de plátano según el distanciamiento 4 x 1,15 m

3.8.3 Siembra

Después del hoyado se procedió a la siembra de las plantas, trasplantando las fundas desde el vivero; los hoyos tuvieron una dimensión de 30 x 30 x 30 cm en dimensión y profundidad.

3.8.4 Control de maleza

Esta actividad representa una labor de importancia agronómica y fitosanitaria para el cultivo, por eso debe llevarse a cabo durante todo el ciclo productivo (Quintero *et al.*, 2021);

esta se realizó cada vez que la maleza alcanzó los 15 cm de altura, el control químico se llevó a cabo con glufosinato en dosis de 500 cc ha⁻¹.

3.8.5 Deshoje fitosanitario

Se lo realizó considerando eliminar las hojas necrosadas y las partes foliares afectadas por Sigatoka, cada 15 días; esta actividad es importante para la calidad final del racimo de plátano y el control de plagas y enfermedades que proliferan en el cultivo (Mejía, 2018).

3.8.6 Deshije y deschante

El deshije se realizó mediante la eliminación de los brotes laterales, los cuales deben ser retirados para evitar que estos disminuyan el desarrollo y crecimiento de la planta madre; el deschante se realizó al mismo tiempo que el deshije y el deshoje, en esta se retiraron las chantas u hojas secas adheridas al pseudotallo.

3.8.7 Fertilización

Según la investigación realizada por Avellán, Calvache y Cobeña (2015) el cultivo de plátano extrae del suelo y salen del cultivo mediante la fruta en promedio 80,9 kg ha⁻¹ de nitrógeno y 135,6 kg ha⁻¹ de potasio como los nutrientes de mayor salida o requerimiento a reponer en el suelo, seguidos de 7,2 kg ha⁻¹ que se requieren de fósforo, 13,3 kg ha⁻¹ de calcio, 8,4 kg ha⁻¹ de magnesio y 8,9 kg ha⁻¹ de azufre.

La fertilización fue estandarizada para todos los tratamientos, previo al establecimiento de las dosis se realizó un análisis de suelo, el cual se consideró para la determinación de la aplicación de fertilizantes al experimento de investigación, los resultados obtenidos en nitrógeno, potasio, calcio, boro y magnesio se observan en niveles bajos, el fósforo, azufre y zinc están en niveles normales y el cobre y hierro se mantienen en niveles altos, estos resultados se pueden observar en el anexo 2; se utilizó Abotek®, producto comercial compuesto de 15 – 4 – 23 + 4%MgO + 2%S + 0,1%B + 0,1%Zn, en 30 aplicaciones durante todo el ciclo, en invierno se suministró cada 15 o 21 días y en el verano 2 veces, en dosis de 12,5 g planta⁻¹; la dosificación general y detalla se muestra a continuación:

Tabla 5. Aplicación de nutrientes en el cultivo.

Nutriente	g planta ⁻¹	kg por población del ensayo (792 plantas)	kg ha ⁻¹ (2174 plantas)
N total	56	45	122
P₂O₅	15	12	33
K₂O	86	68	188

MgO	15	12	33
S	8	6	16
B	0	0	0,82
Zn	0	0	0,82

3.8.8 Control de sigatoka

Se aplicaron varios productos triazoles con protectantes, además de un fijador; la dosis del Triazol fue de 400 cc ha⁻¹ y del protectantes 400 g ha⁻¹. Las aplicaciones fueron cada 15 o 21 días en el invierno y 2 veces durante el verano.

CAPÍTULO IV

4 EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1 Área foliar

En el análisis foliar no existieron diferencias estadísticas ($p > 0,05$) según los ADEVAS en ninguna de las fenologías, a excepción de la hoja 20, donde sí hubo diferencia entre cultivares y entre tratamientos, en cultivares el dominico Hartón produjo mayor área foliar que el Barraganete, y entre los tratamientos hubo diferencia siendo el T2 (2,00), T3 (1,25) y 0 cm^3 litro^{-1} de agua superior a los 2,75 cm^3 litro^{-1} de agua.

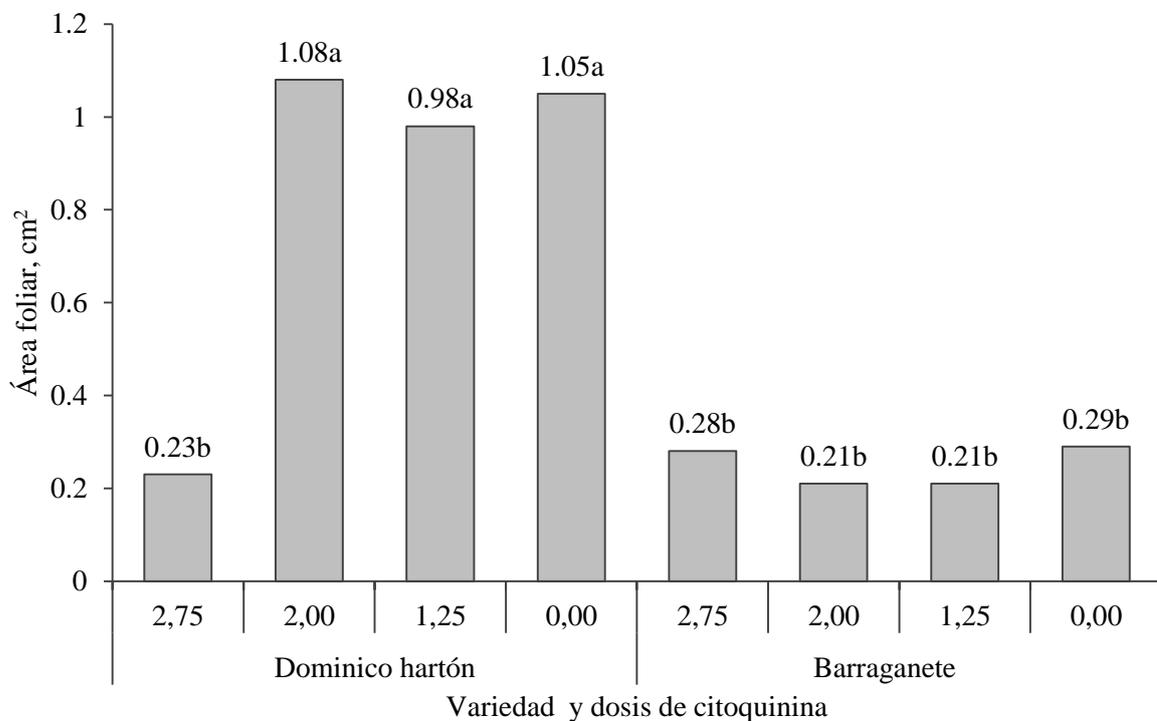


Figura 1. Área foliar de dos variedades de plátano y cuatro dosis de citoquinina a la hoja 20 del cultivo.

En la figura 1 se observa que los tratamientos a partir de 2 $\text{cm}^3 \text{L}^{-1}$ hacia abajo en la variedad dominico Hartón presentan la mayor cantidad de área foliar entre los tratamientos, a excepción de la dosis de 2,75 $\text{cm}^3 \text{L}^{-1}$ en la misma variedad que alcanzó valores similares a los reportado en el plátano Barraganete; en la etapa del belloteo el factor B (dosis de citoquinina) presentó diferencias estadísticas ($p < 0,05$) entre las medias obtenidas en la investigación (figura 2) las plantas con dosis de 1,25 $\text{cm}^3 \text{L}^{-1}$ tuvieron la mayor área foliar en esta fase.

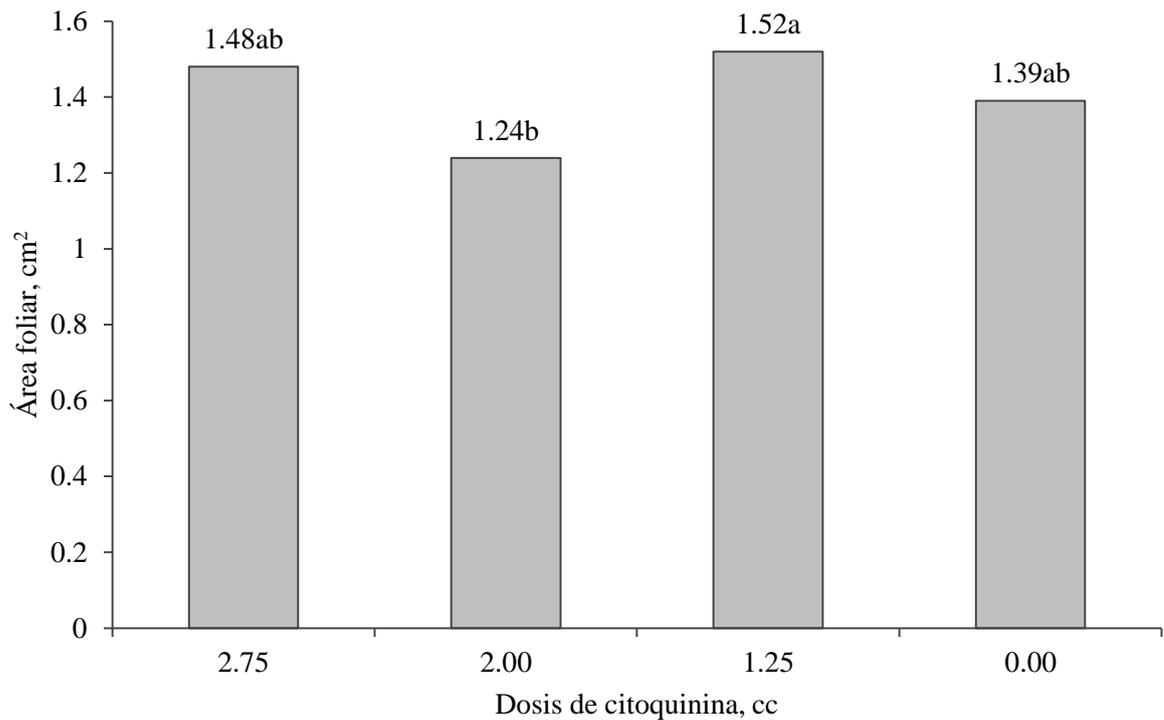


Figura 2. Área foliar de cuatro dosis de citoquinina al momento del belloteo del cultivo.

Las diferencias en el área foliar de los cultivares y dosis de citoquinina en el plátano en la hoja 20 se debe según Cedeño *et al.*, (2022) que durante las primeras semanas el desarrollo foliar es alto, mientras que con el paso del tiempo esta disminuye gradualmente, debido a la reducción de la emisión foliar, el tamaño de la hoja y el tiempo de la longevidad, esto porque la diferenciación foliar ocurre al inicio del crecimiento vegetal (Vargas *et al.*, 2015).

En la etapa inicial del cultivo y bajo aplicación de citoquinina se observan las diferencias y el mayor área foliar, esto por la acción del boro, el cual se concentra en mayor proporción en las raíces durante la hoja 20 (tabla 15), a pesar de que las funciones del boro no están relacionadas al área foliar, según lo mencionado por Alarcón, (2019) las deficiencias en las plantas inciden en la síntesis de citoquinina, reducción su actividad.

4.2 Pseudotallo

4.2.1 Peso del pseudotallo

En la tabla 6 se aprecian los resultados obtenidos de los diferentes tratamientos en relación con el peso obtenido del pseudotallo; en las hojas 20, 30 y en la cosecha el análisis de los datos no presentó diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los factores en estudio y la interacción de los mismo; durante la etapa de la emisión de la bellota se encontraron diferencias estadísticas ($p < 0,05$) entre los promedios de los distintos tratamientos establecidos.

Tabla 6. Respuesta de las variedades y dosis de citoquinina en el peso del pseudotallo en la hoja 20, 30, belloteo y cosecha.

Variedad	Citoquinina	Hoja 20	Hoja 30	Belloteo*	Cosecha
Dominico Hartón	T1	2,18 a	12,66 a	61,46 ab	86,05 a
Dominico Hartón	T2	2,98 a	19,18 a	81,64 ab	102,61 a
Dominico Hartón	T3	2,64 a	20,64 a	64,04 ab	96,52 a
Dominico Hartón	T4	3,06 a	20,43 a	58,32 b	75,95 a
Barraganete	T5	2,41 a	12,47 a	74,76 ab	102,28 a
Barraganete	T6	1,66 a	17,53 a	62,35 ab	107,79 a
Barraganete	T7	1,68 a	16,69 a	87,11 a	87,73 a
Barraganete	T8	2,61 a	16,39 a	68,78 ab	81,10 a

Nota: *Valores con diferencias significativas ($p < 0,05$).

En cuanto el peso del pseudotallo en la fase de belloteo el tratamiento de plátano Barraganete en dosis de $1,25 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ de citoquinina alcanzó el mayor peso en esta etapa del cultivo (figura 3) seguido de los demás tratamientos, a excepción del dominico Hartón con $0 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ de citoquinina que presentó el peso más bajo estadísticamente; esta respuesta según Albán, (2014) ocurre porque el uso de citoquinina en hortalizas y frutas presenta respuestas más adecuadas con las dosis necesarias, estas suelen ser bajas y por lo general las plantas absorben menos cantidades que las dosis suministradas.

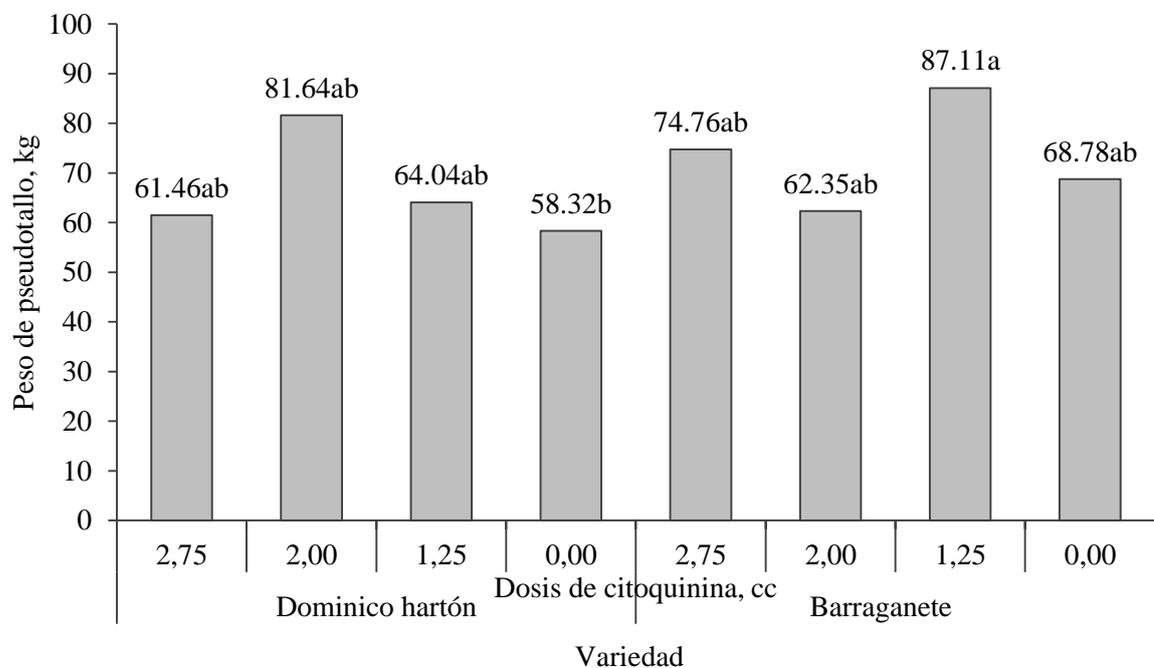


Figura 3. Peso del pseudotallo de dos variedades de plátano y cuatro dosis de citoquinina al belloteo del cultivo.

4.2.2 Grosor del pseudotallo

Los resultados encontrados en el grosor del pseudotallo determinaron que no existe diferencias significativas ($p > 0,05$) entre la media de las variedades de plátano cultivados ni en la interacción de los factores en la hoja 20, 30, belloteo y cosecha (tabla 6); en el caso de la dosis de citoquinina durante la hoja 20, 30 y belloteo no existió diferencias estadísticas, sin embargo, en la cosecha los promedios obtenidos de los diferentes niveles presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$).

Tabla 7. Respuesta de las variedades y dosis de citoquinina en el grosor del pseudotallo en la hoja 20, 30, belloteo y cosecha.

Variedad	Citoquinina	Hoja 20	Hoja 30	Belloteo	Cosecha
Dominico Hartón	T1	25,00 a	52,60 a	85,00 a	80,00 ab
Dominico Hartón	T2	32,17 a	67,67 a	79,00 a	83,67 ab
Dominico Hartón	T3	28,00 a	58,00 a	88,67 a	79,33 ab
Dominico Hartón	T4	28,33 a	68,67 a	81,00 a	73,33 b
Barraganete	T5	26,50 a	52,00 a	81,67 a	90,67 a
Barraganete	T6	23,67 a	58,33 a	82,33 a	86,33 a
Barraganete	T7	22,33 a	58,67 a	93,67 a	85,33 ab
Barraganete	T8	37,67 a	71,33 a	85,33 a	79,67 ab

En la figura 4 se observan las medidas de las dosis de citoquininas en donde los niveles más altos de citoquinina se alcanzan el mayor grosor de pseudotallo, mientras que el tratamiento sin aplicación de citoquinina tuvo los valores más bajos del grosor del pseudotallo; el uso de la citoquinina en banano presentó diferencias significativas en la hoja 20 en que se alcanzó una circunferencia de 25 cm en promedio, mientras que en la hoja 30 el grosor fue de 53,41 cm (Albán, 2014).

La incidencia de las dosis de citoquinina sobre las variables peso y grosor del pseudotallo las explica Abasolo y Cedeño, (2017) en la que menciona que la producción de citoquinina dentro de las plantas ayudan a la división celular y también en la diferenciación de las misma, lo que permite incrementar el tamaño y las proporciones de los órganos vegetales; especialmente en el momento de la floración y emisión del fruto, que en el caso del plátano asciende a través del pseudotallo (Sotomayor y Mendoza, 2015).

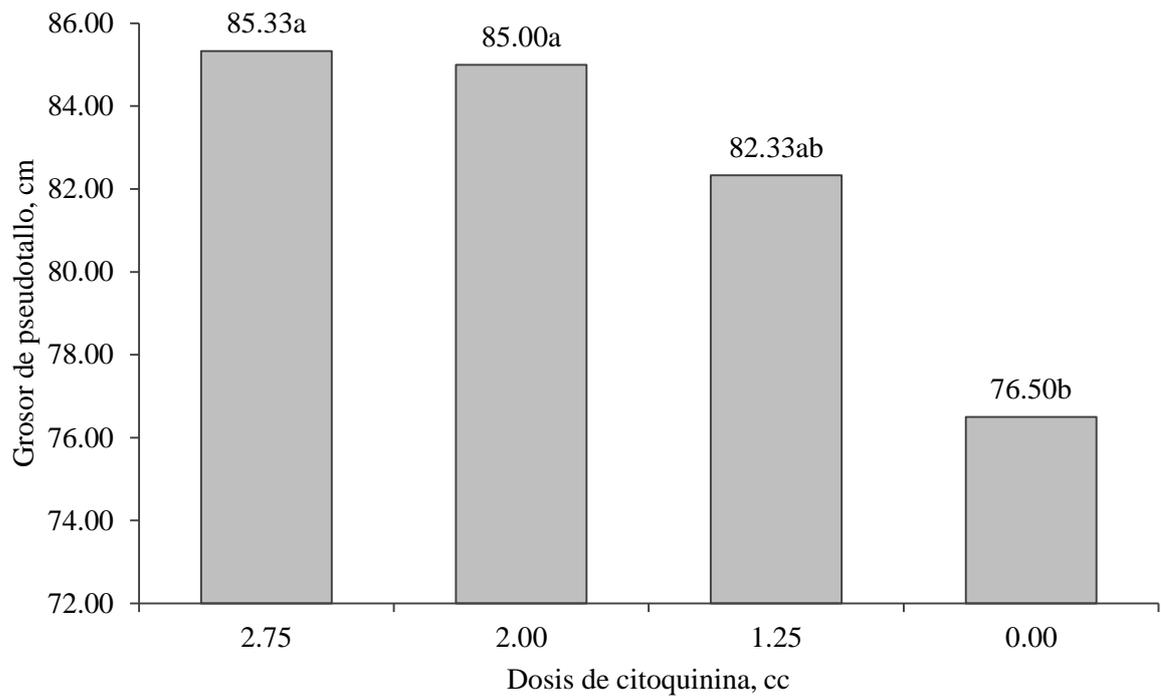


Figura 4. Grosor del pseudotallo de cuatro dosis de citoquinina al momento de la cosecha del cultivo.

4.3 Cormo

4.3.1 Peso del cormo

La respuesta del peso del cormo a las dosis de citoquinina no presenta diferencias significativas ($p > 0,05$) en todas las etapas del cultivo, esto es similar en cuanto al factor variedad del plátano en la tampoco hay diferencias estadísticas, sin embargo, en la fase del belloteo las variedades de plátano muestran diferencias estadísticas (Figura 5) en esta variable.

Tabla 8. Respuesta de las variedades y dosis de citoquinina en el peso del cormo en la hoja 20, 30, belloteo y cosecha.

Variedad	Citoquinina	Hoja 20	Hoja 30	Belloteo*	Cosecha
Dominico Hartón	T1	1,75 a	8,32 a	26,45 b	33,36 a
Dominico Hartón	T2	2,09 a	14,52 a	28,58 b	37,59 a
Dominico Hartón	T3	1,98 a	11,70 a	31,23 b	38,78 a
Dominico Hartón	T4	2,36 a	16,51 a	20,55 b	30,76 a
Barraganete	T5	2,32 a	10,49 a	32,33 a	41,87 a
Barraganete	T6	1,06 a	12,70 a	25,51 a	36,31 a
Barraganete	T7	1,43 a	12,98 a	31,44 a	38,71 a
Barraganete	T8	1,23 a	10,50 a	24,94 a	36,11 a

La variedad Barraganete alcanzó un peso más alto por encima del promedio obtenido por el dominico Hartón.

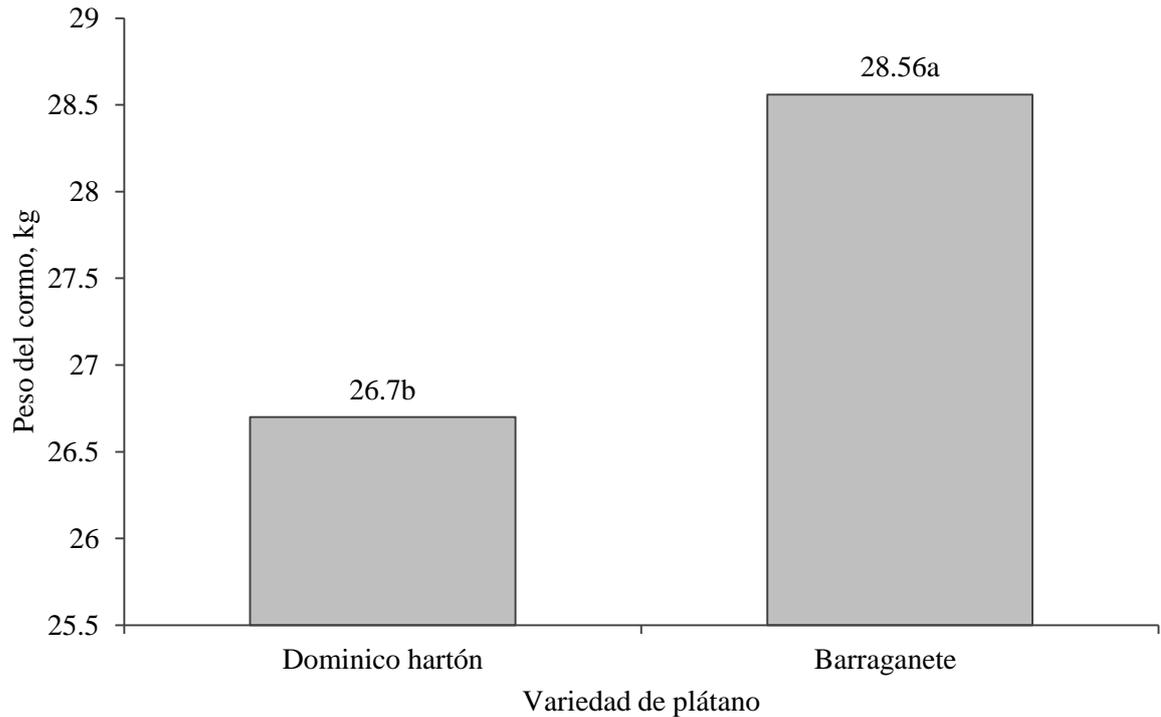


Figura 5. Peso del corno de dos variedades de plátano al belloteo del cultivo.

Las diferencias del peso del corno en cuanto a las variedades se deben a que el contenido de materia seca de esta parte vegetal varía de acuerdo al cultivar de musácea empleado, un caso es el banano, que considerando el peso total de la planta el corno representa el 45% en materia seca al momento de la floración, mientras que en los cultivares del plátano en la emisión de la bellota el corno representa el 25% del peso total de la planta (Cayón *et al.*, 2016).

El efecto de las citoquininas aunque estadísticamente no difieren en esta variable, se aprecia un incremento del peso en las dosis más altas, lo que permite deducir que la acumulación de B en las raíces como componente de ayuda a la síntesis de citoquina mejora el desarrollo del corno a través de la diferenciación y división celular Alarcón, (2019)

Sin embargo, otro factor determinante que puede estar vinculado a esta diferencia estadística en el corno es la concentración de Cu, la cual fue superior en el plátano Barraganete (tabla 15) y su función sobre la activación de enzimas relacionadas a la síntesis de lignina, componente esencial de los tejidos de las plantas, especialmente en el tallo verdadero del plátano (Bloodnick, 2021).

4.4 Hoja del plátano

4.4.1 Número de hojas

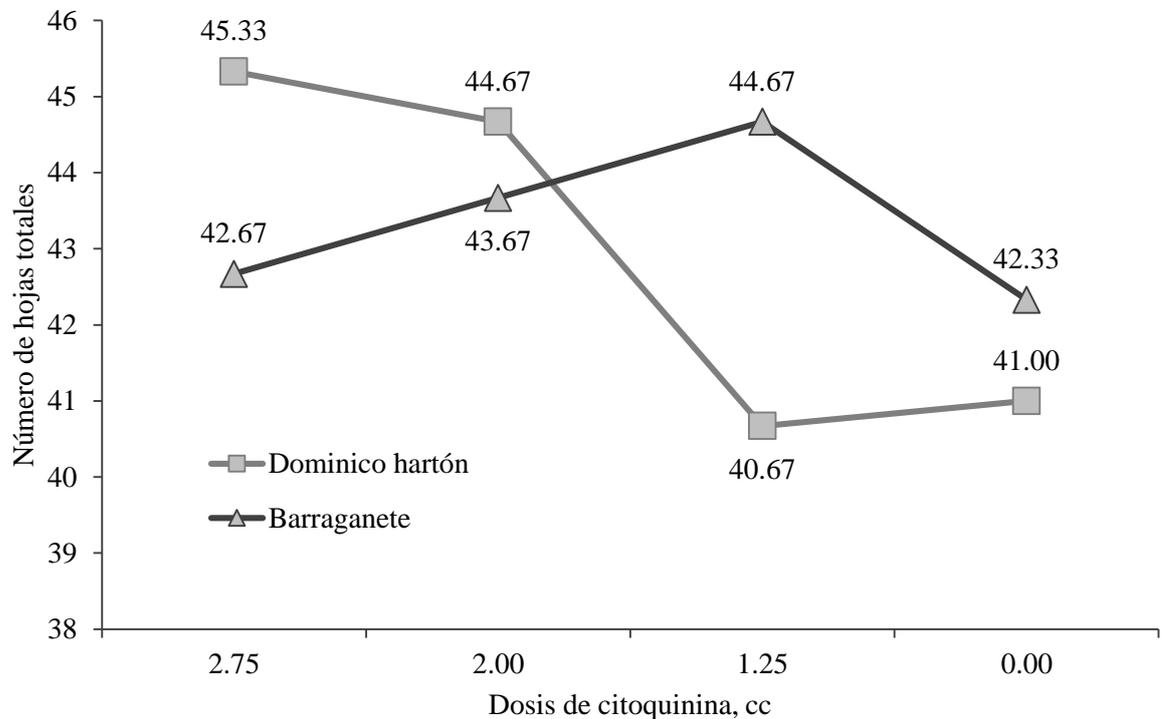


Figura 6. Interacción de las variedades y dosis de citoquinina en la emisión de hojas totales del plátano.

El análisis de la varianza determinó que existe diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los promedios de la interacción de los factores, variedad de plátano y dosis de citoquinina en la cantidad total de hojas emitidas por el cultivo de plátano hasta la cosecha; en la figura 6 se observa el efecto de la interacción entre las variedades de plátano y la citoquinina, en la que se determina que el plátano dominico Hartón disminuye la producción de hojas con la disminución de las dosis de citoquinina, mientras que en el Barraganete la cantidad de hojas incrementa con las dosis bajas. La interacción mantiene un comportamiento descendente en la cantidad de hojas en las dosis más bajas y testigo de citoquinina, mostrando un mayor número en las dosis altas, posiblemente se debe a la función de la citoquinina como estimulador de la división celular que produce una mayor cantidad de hojas (Bermúdez *et al.*, 2019).

4.4.2 Peso de la hoja

El análisis de los resultados determinó que existe diferencias significativas ($p < 0,05$) entre la media de las variedades de plátano en el peso de las hojas al momento de la cosecha (figura 6) y las dosis de citoquinina en la fase de la emisión de la bellota (figura 7); para las

demás etapas del cultivo los factores ni la interacción mostraron diferencias estadísticas entre las medias obtenidas en esta variable (tabla 9).

Tabla 9. Respuesta de las variedades y dosis de citoquinina en el peso de las hojas de plátano.

Variedad	Citoquinina	Hoja 20	Hoja 30	Bellota*	Cosecha
Dominico Hartón	T1	0,69 a	3,32 a	6,05 a	4,65 a
Dominico Hartón	T2	0,92 a	3,54 a	5,47 a	4,03 a
Dominico Hartón	T3	0,76 a	3,46 a	6,74 a	5,01 a
Dominico Hartón	T4	0,97 a	5,01 a	6,17 a	3,13 a
Barraganete	T5	0,85 a	2,55 a	5,72 a	7,36 a
Barraganete	T6	0,34 a	3,37 a	5,04 a	5,10 a
Barraganete	T7	0,87 a	2,93 a	7,68 a	6,99 a
Barraganete	T8	0,92 a	3,09 a	6,84 a	4,81 a

Al momento de la cosecha las variedades presentaron diferencias estadísticas (figura 7) en la que el plátano Barraganete tuvo un mayor peso de las hojas en comparación con la variedad dominico Hartón, en cuanto a las dosis de citoquinina suministrada el nivel de $1,25 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ se obtuvo el mayor peso de las hojas, mientras que la dosis de $2 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ fue el tratamiento de menor peso en las hojas del plátano; en la investigación de Albán, (2014) en el que se evaluó el uso de citoquinina y carboroot en el cultivo de banano y no encontraron diferencias significativas entre los productos, sin embargo, en cuanto al uso de dosis en ambos productos tuvieron cambios estadísticos.

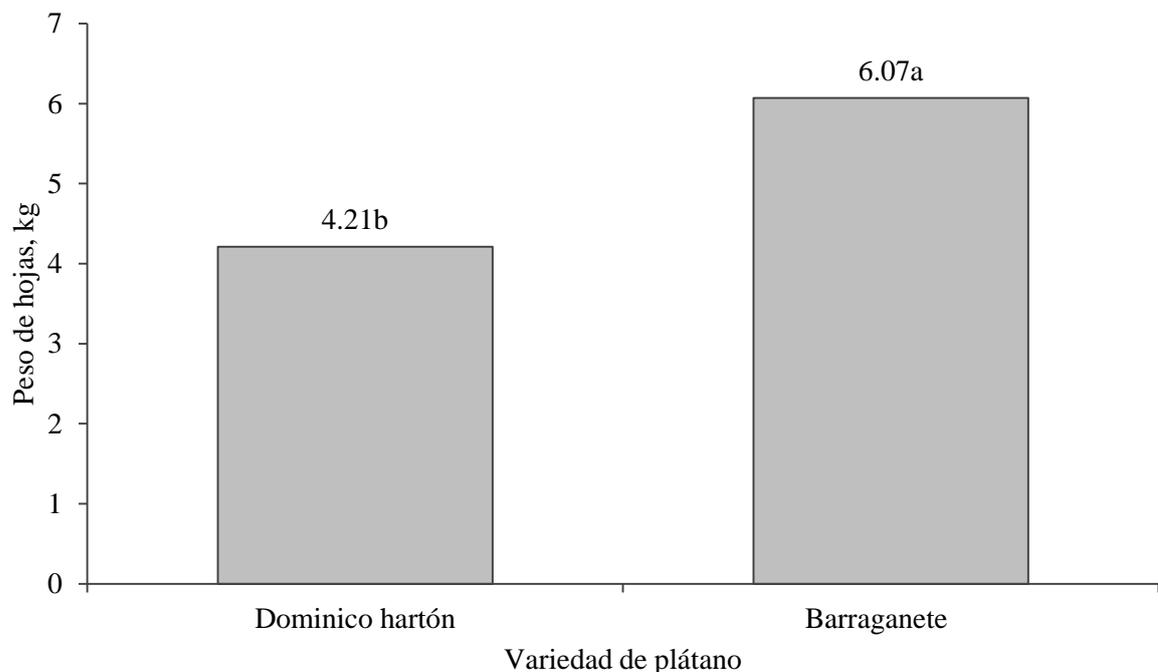


Figura 7. Peso de las hojas de dos variedades de plátano al momento del belloteo del cultivo.

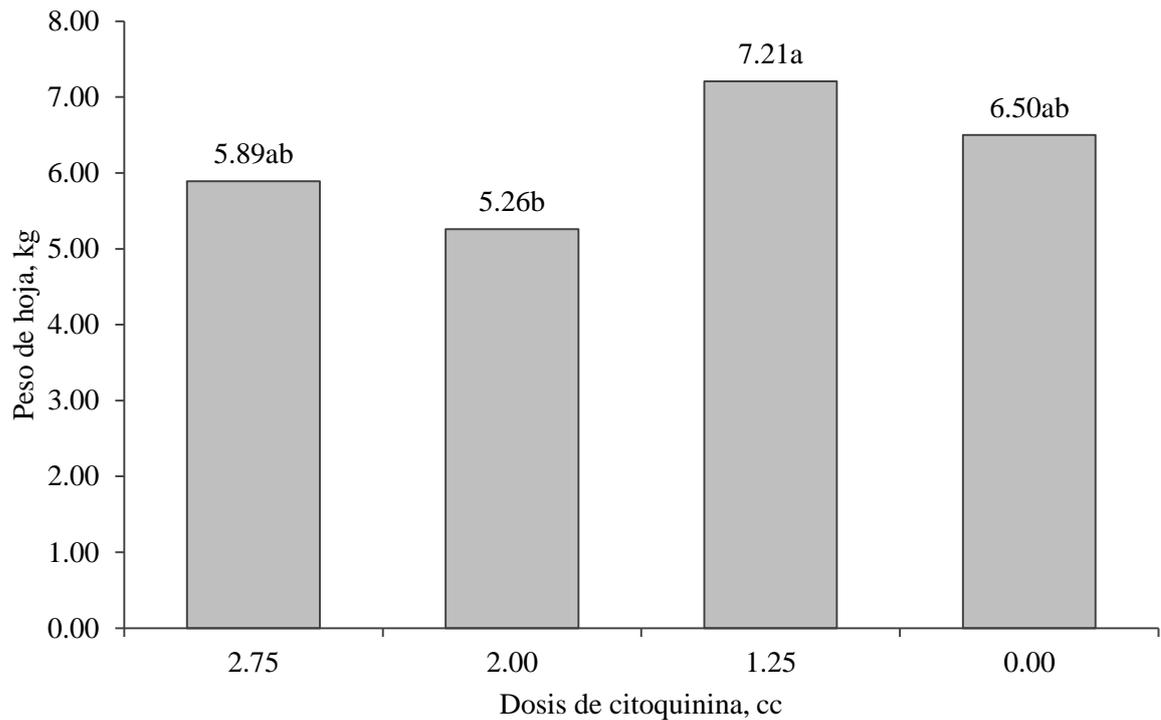


Figura 8. Peso de las hojas del plátano bajo cuatro dosis de citoquinina al momento de la emisión de la bellota.

Las características de las hojas según lo mencionado por de Cedeño *et al.*, (2022) es que las emisiones de hojas al finalizar el desarrollo vegetal del cultivo suelen ser de menor tamaño y volumen, lo que disminuye el área foliar, sin embargo, el uso de la citoquinina logra producir un efecto retardante en el envejecimiento de los tejidos foliares, lo que explica porque bajo el efecto de la citoquinina el peso de la hoja del tratamiento 3 es superior a la del testigo (Bermúdez *et al.*, 2019).

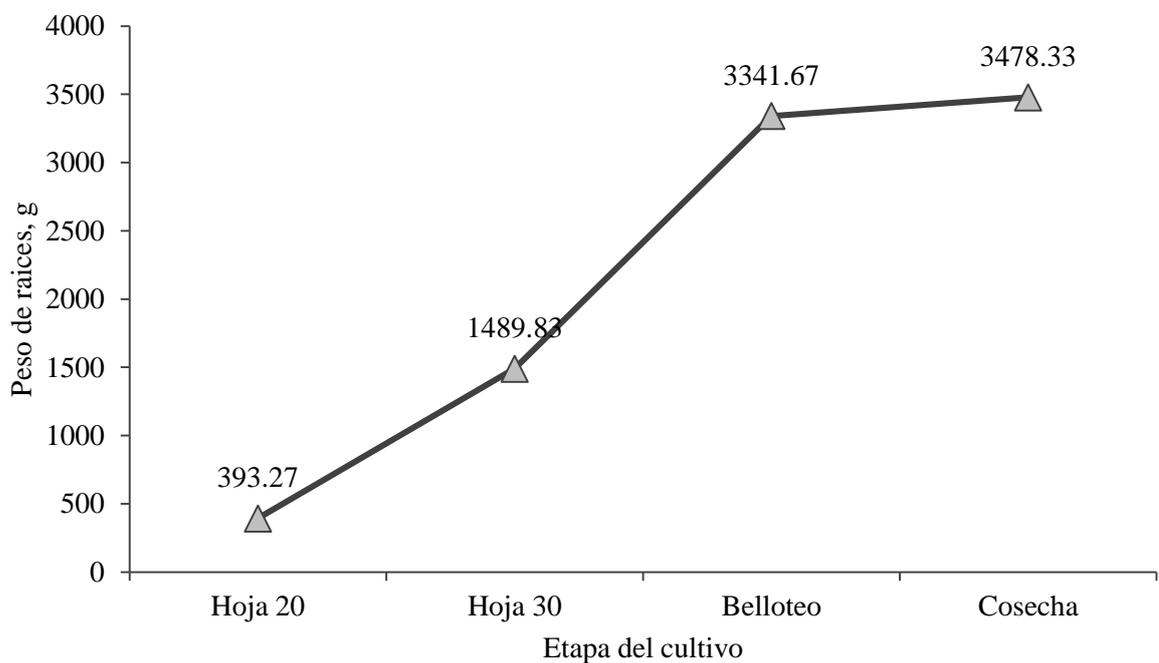
4.5 Raíces del plátano

4.5.1 Peso de las raíces

En el análisis de la varianza los resultados encontrados determinaron que no existe diferencias significativas ($p > 0,05$) entre la media de los tratamientos, tampoco entre las variedades establecidas, las dosis de citoquininas suministrada y en la interacción de los factores; en promedio las raíces tienen una ganancia de peso lineal hasta la emisión de la bellota (figura 8). El desarrollo acelerado de las raíces desde la hoja 30 hasta la cosecha se puede entender mediante la acumulación elevada del boro al finalizar el desarrollo de la planta y su función en la síntesis de citoquinina Alarcón (2001), misma que ayuda en el crecimiento y desarrollo radicular.

Tabla 10. Respuesta de las variedades y dosis de citoquinina en el peso de las raíces de plátano.

Variedad	Citoquinina	Hoja 20	Hoja 30	Belloteo	Cosecha
Dominico Hartón	1	380,22 a	536,99 a	2573,33 ab	3513,33 a
Dominico Hartón	2	425,97 a	1251,67 a	2545,00 ab	3996,67 a
Dominico Hartón	3	459,31 a	1806,67 a	3286,67 ab	3513,33 a
Dominico Hartón	4	575,21 a	1648,33 a	2283,33 b	2530,00 a
Barraganete	5	318,96 a	1450,00 a	5200,00 a	4106,67 a
Barraganete	6	280,37 a	1828,33 a	4408,33 ab	3070,00 a
Barraganete	7	319,35 a	1868,33 a	3213,33 ab	3953,33 a
Barraganete	8	386,73 a	1528,33 a	3223,33 ab	3143,33 a

**Figura 9.** Peso de raíces del cultivo de plátano en diferentes etapas de las plantas.

4.5.2 Longitud de raíces

En esta variable el análisis de los resultados tuvo diferencias no significativas ($p > 0,05$) entre la media obtenida de los tratamientos, tampoco se encontró diferencias estadísticas en el factor variedad de planta, dosis de citoquinina e interacción de los factores en estudio, en la tabla 11 se puede observar los resultados obtenidos en los tratamientos aplicados.

Tabla 11. Respuesta de las variedades y dosis de citoquinina en la longitud de las raíces de plátano.

Variedad	Citoquinina	Hoja 20	Hoja 30	Belloteo	Cosecha
Dominico Hartón	T1	22,44 a	30,59 a	39,57 a	40,19 a

Dominico Hartón	T2	19,75 a	31,15 a	40,77 a	33,12 a
Dominico Hartón	T3	24,56 a	33,52 a	33,71 a	37,4 a
Dominico Hartón	T4	24,79 a	30,46 a	43,52 a	35,51 a
Barraganete	T5	18,28 a	30,83 a	24,98 a	38,27 a
Barraganete	T6	19,53 a	35,96 a	37,34 a	42,58 a
Barraganete	T7	18,13 a	30,43 a	40,65 a	45,46 a
Barraganete	T8	21,45 a	38,36 a	32,01 a	44,74 a

En la figura 9 se observa el crecimiento de la longitud promedio de las raíces de plátano de todos los tratamientos, el desarrollo de las raíces desde la hoja 20 hasta la 30 es superior a los 10 cm, sin embargo, desde la hoja 30 hasta la cosecha el crecimiento longitudinal de las raíces no supera los 8 cm en estas etapas de desarrollo.

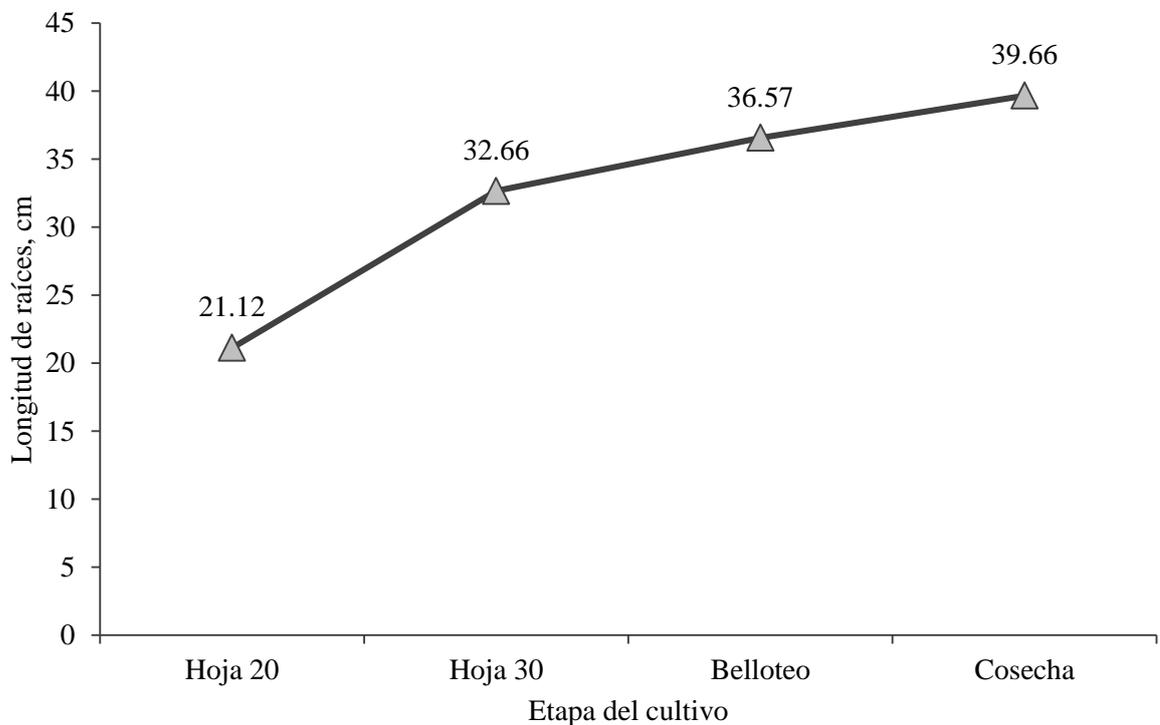


Figura 10. Longitud de raíces del cultivo de plátano en diferentes etapas de las plantas bajo la aplicación de citoquinina.

4.5.3 Grosor de raíces

Las variedades de plátano, las diferentes dosis de citoquinina suministradas y la interacción de los factores no influyeron en el grosor de las raíces, lo que determina que no existió diferencias significativas ($p > 0,05$) en esta variable en estudio; en la tabla 12 se encuentran los promedios obtenidos de los diferentes tratamientos.

Tabla 12. Respuesta de las variedades y dosis de citoquinina en el grosor de las raíces de plátano.

Variedad	Citoquinina	Hoja 20	Hoja 30	Belloteo	Cosecha
Dominico Hartón	T1	0,48 a	0,4 a	0,58 a	0,61 a
Dominico Hartón	T2	0,4 a	0,38 a	0,61 a	0,6 a
Dominico Hartón	T3	0,46 a	0,47 a	0,57 a	0,54 a
Dominico Hartón	T4	0,57 a	0,5 a	0,57 a	0,55 a
Barraganete	T5	0,5 a	0,5 a	0,82 a	0,47 a
Barraganete	T6	0,34 a	0,53 a	0,71 a	0,47 a
Barraganete	T7	0,42 a	0,5 a	0,54 a	0,58 a
Barraganete	T8	0,5 a	0,62 a	0,55 a	0,56 a

El grosor de las raíces en promedio bajo las diferentes etapas fenológicas (figura 11) indica que las raíces se desarrollan en baja medida a partir de la hoja 20 hasta la 30, mientras que hasta el belloteo el grosor incrementa considerablemente, pero hasta la cosecha estas pierden grosor según el análisis de los resultados encontrados.

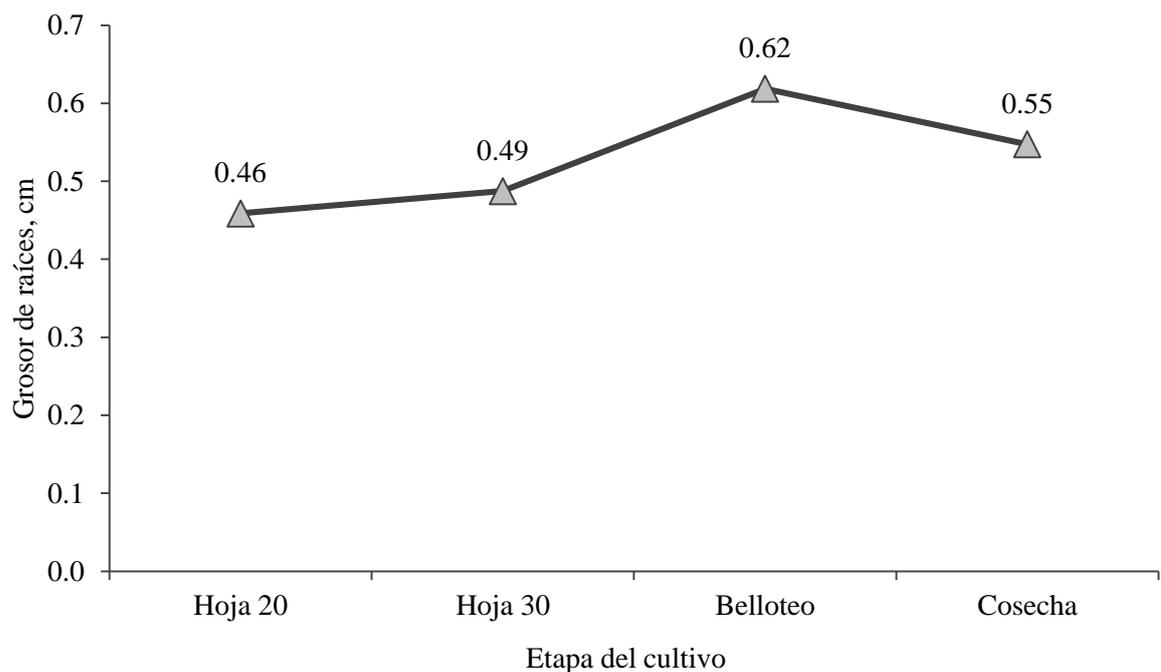


Figura 11. Grosor de las raíces del cultivo de plátano en diferentes etapas de las plantas bajo la aplicación de citoquinina.

4.6 Días a la cosecha

En el análisis de los resultados se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las variedades de plátano cultivadas, para el factor dosis de citoquinina y la interacción los promedios obtenidos no presentaron diferencias estadísticas ($p > 0,05$); la media de días a la

cosecha del plátano Barraganete fue mayor que en el dominico Hartón con una media de 8 días de diferencias entre un cultivar y otro (figura 12).

En lo referente al número de días a la floración no fue posible realizar el análisis estadístico por la igualdad de los valores en la mayoría de tratamientos y repeticiones; en la investigación de Albán, (2014) a diferencia de los resultados estadísticos encontrados en esta variable, reportó diferencias significativa en cuanto al número de días a la floración en relación a las dosis de citoquinina suministrado.

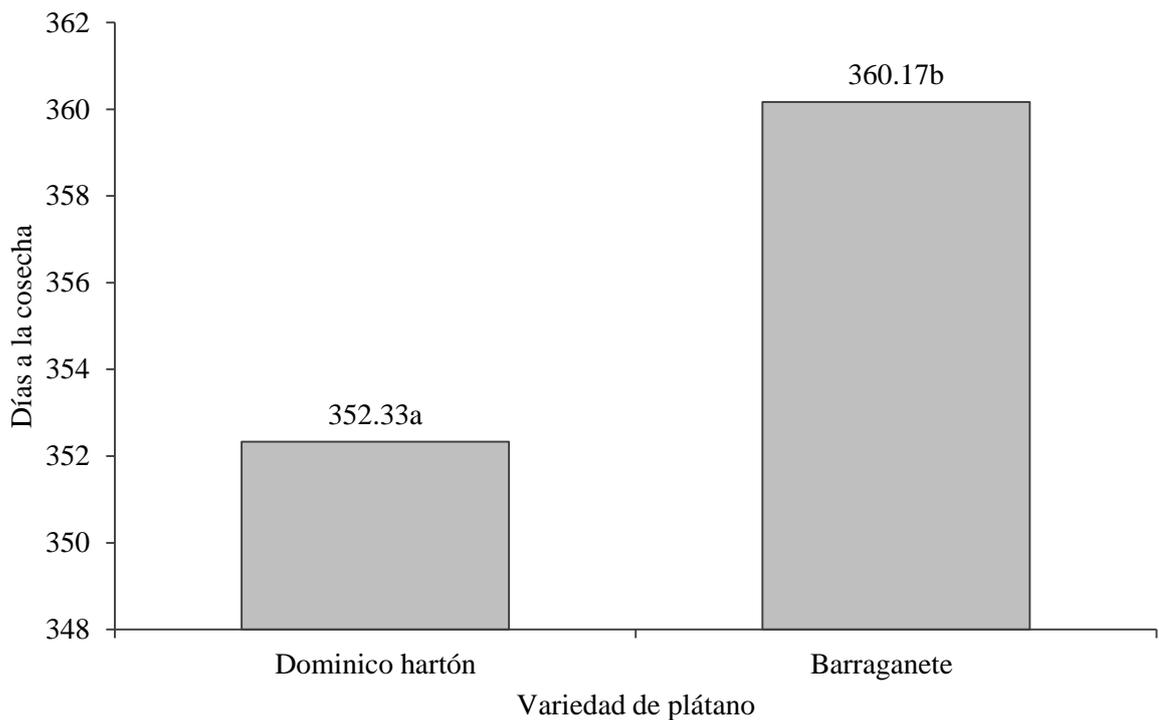


Figura 12. Número de días a la cosecha de dos variedades de plátano con aplicación de citoquinina.

4.7 Producción

4.7.1 Rendimiento de los dedos

En cuanto a las variables sobre los dedos del plátano no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) en el número de dedos exportables, no exportables y el peso de dedos no exportables, en los factores variedades de plátano y dosis de citoquinina, así como entre las interacciones de los factores; en el caso del peso de los dedos exportables existió diferencias estadísticas en la dosis de citoquinina y la interacción de los factores (tabla 13).

Tabla 13. Respuesta de las variedades y dosis de citoquinina en los parámetros productivos de los dedos del plátano.

Variedad	Citoquinina	N° dedos exportables #	Peso de dedos exportables* g	N° dedos no exportables #	Peso de dedos no exportables g
Dominico Hartón	T1	25,00 a	356,70 ab	4,33 a	305,24 a
	T2	23,00 a	392,84 a	5,67 a	264,37 a
	T3	23,67 a	403,98 a	4,33 a	353,85 a
	T4	23,67 a	291,86 b	9,33 a	437,20 a
	T5	29,00 a	362,22 ab	2,33 a	251,66 a
Barraganete	T6	27,33 a	362,44 ab	1,67 a	377,77 a
	T7	26,33 a	354,84 ab	1,67 a	307,39 a
	T8	28,33 a	363,69 ab	2,33 a	298,40 a

El peso de los dedos exportables más altas se obtuvo en la variedad del Dominico hartón en las dosis de 1,25 y 2,00 $\text{cm}^3 \text{L}^{-1}$ (figura 13);esto difiere a los expuesto por Sotomayor y Mendoza, (2015) en donde manifiesta que existe poca influencia de la citoquinina en el fruto del plátano, ya que durante la cosecha se produce citoquinina pero con la finalidad de mantener el desarrollo de las raíces y no para mejorar el rendimiento del fruto.

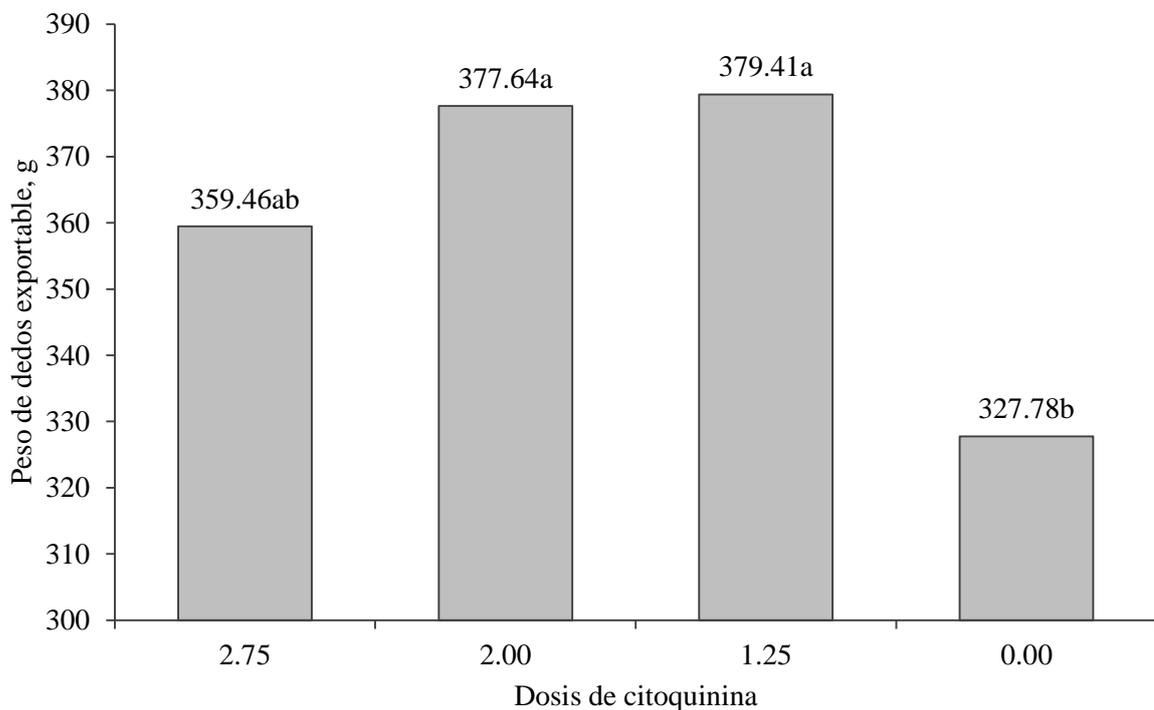


Figura 13. Peso de dedos exportables con aplicación de cuatro dosis de citoquininas en dos variedades de plátano.

El efecto de la citoquinina no produce un efecto significativo en el peso de los dedos, este comportamiento del fruto a la acción de hormonas vegetales difiere a la registrada por

Aristizábal *et al.*, (2008) en las que evaluó el efecto del ácido giberélico en el racimo del dominico Hartón y no encontró diferencias significativa, sin embargo, los pesos promedios encontrados fueron 345 g.

4.7.2 Rendimiento del racimo

En las variables del rendimiento del racimo, número de dedos por racimo, número de manos por racimo y peso del racimo no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre la media de los factores variedad de plátano, dosis de citoquinina y la interacción de estos; estos resultados difieren a los reportados por Albán, (2014) en el uso de citoquinina en el banano, en el cual las dosis influyen en el peso del racimo, y la dosis más alta de 3 ml alcanzó un peso de racimo de 38,53 kg en promedio, este resultado también fue significativo en el número de manos por racimo.

Tabla 14. Respuesta de las variedades y dosis de citoquinina en los parámetros productivos del racimo del plátano.

Variedad	Citoquinina	N° manos por racimo	N° dedos por racimo	Peso de racimo
Dominico Hartón	T1	5,67 a	29,33 a	11,64 a
	T2	5,33 a	28,67 a	10,88 a
	T3	5,33 a	27,33 a	11,95 a
	T4	5,00 a	33,00 a	10,43 a
	T5	5,33 a	31,33 a	14,52 a
Barraganete	T6	5,33 a	29,00 a	11,41 a
	T7	5,00 a	28,00 a	10,51 a
	T8	5,33 a	30,67 a	11,79 a

El uso de las citoquininas según Cano, (2004) las fitohormonas como la citoquinina y las auxinas cumplen una función más importante en la multiplicación y enraizamiento de las plantas, sin embargo, Mok y Mok, (2001) mencionan que las citoquininas tienen una acción más importante sobre el desarrollo de los tallos, que en el caso del plátano sería el cormo o rizoma, otra de las funciones de las citoquininas son la apertura de los estomas y la disminución de la senescencia de las hojas.

Para Meza, (2013) la aplicación de las citoquininas más que una fertilización es una alternativa eficiente para la generación de nuevas plántulas, esto por su efecto sobre la división celular que ayuda a la propagación de las plantas, en el caso de las musáceas las citoquininas actúan sobre el desarrollo de las yemas;

4.8 Contenido de nutriente en raíces

Tabla 15. Resumen de concentración de macro y micronutrientes en las raíces de dos variedades de plátano y cuatro dosis de citoquina en diferentes fenologías del cultivo.

Nutriente	Fenología	Dominico Hartón				Barraganete			
		2,75	2,00	1,25	0,00	2,75	2,00	1,25	0,00
N	Hoja 20	1,21	1,19	1,20	1,17	1,31	1,32	1,43	1,30
	Hoja 30	2,25	2,28	1,89	1,80	2,13	2,00	2,12	1,93
	Belloteo	1,04	0,88	0,92	0,82	0,83	0,82	1,05	0,80
	Cosecha	0,99	0,80	0,94	0,66	1,30	0,97	0,96	0,86
P	Hoja 20	0,13	0,12	0,11	0,10	0,12	0,12	0,11	0,10
	Hoja 30	0,15	0,12	0,09	0,08	0,10	0,11	0,10	0,08
	Belloteo	0,07	0,07	0,08	0,06	0,07	0,08	0,07	0,06
	Cosecha	0,08	0,07	0,08	0,06	0,11	0,09	0,09	0,07
K	Hoja 20	4,61	5,46	4,22	4,18	5,46	5,56	5,14	4,93
	Hoja 30	8,95	8,85	7,56	7,10	7,20	8,36	7,15	7,10
	Belloteo	5,24	4,53	4,27	4,16	6,29	7,56	7,69	6,10
	Cosecha	5,28	4,97	5,26	4,37	5,36	5,50	5,69	4,42
Ca	Hoja 20	2,57	2,50	2,60	2,38	2,60	2,32	2,19	2,15
	Hoja 30	2,17	2,01	2,30	1,92	2,20	2,14	2,17	2,10
	Belloteo	0,30	0,34	0,29	0,27	0,60	0,52	0,47	0,45
	Cosecha	0,65	0,75	0,60	0,50	1,20	1,50	1,70	0,58
Mg	Hoja 20	0,27	0,21	0,22	0,18	0,22	0,19	0,18	0,17
	Hoja 30	0,25	0,28	0,27	0,21	0,29	0,28	0,26	0,22
	Belloteo	0,20	0,21	0,21	0,18	0,25	0,28	0,28	0,23
	Cosecha	0,31	0,24	0,24	0,32	0,51	0,41	0,44	0,47
S	Hoja 20	0,04	0,08	0,09	0,06	0,09	0,08	0,06	0,05
	Hoja 30	0,08	0,07	0,08	0,06	0,08	0,08	0,07	0,06
	Belloteo	0,09	0,09	0,08	0,07	0,08	0,09	0,08	0,06

	Cosecha	0,07	0,05	0,05	0,04	0,05	0,02	0,03	0,03
Cu	Hoja 20	21,00	22,00	19,00	18,00	22,00	19,00	18,00	17,00
	Hoja 30	18,00	15,00	14,00	12,00	20,00	17,00	15,00	13,00
	Belloteo	9,00	8,00	7,00	6,00	10,00	10,00	8,00	8,00
	Cosecha	27,00	25,00	23,00	18,00	117,00	100,00	25,00	20,00
B	Hoja 20	21,25	25,58	23,85	21,25	32,09	33,82	29,48	28,50
	Hoja 30	24,05	26,95	24,95	23,92	20,87	19,06	23,14	18,60
	Belloteo	7,69	5,88	5,70	5,30	17,03	16,24	14,65	18,22
	Cosecha	43,47	28,95	29,73	27,32	53,32	38,50	31,46	28,70
Fe	Hoja 20	180,00	353,00	266,00	258,00	226,00	288,00	305,00	230,00
	Hoja 30	210,00	213,00	218,00	207,00	211,00	250,00	248,00	209,00
	Belloteo	430,00	321,00	248,00	236,00	320,00	328,00	246,00	240,00
	Cosecha	390,00	332,00	239,00	180,00	310,00	414,00	315,00	230,00
Zn	Hoja 20	16,00	14,00	12,00	11,00	13,00	14,00	12,00	10,00
	Hoja 30	24,00	22,00	16,00	15,00	37,00	39,00	25,00	22,00
	Belloteo	25,00	26,00	30,00	23,00	30,00	34,00	29,00	26,00
	Cosecha	37,00	24,00	30,00	22,00	34,00	26,00	36,00	21,00
Mn	Hoja 20	20,00	19,00	24,00	16,00	18,10	18,00	15,00	14,00
	Hoja 30	18,00	17,00	28,00	16,00	34,00	35,00	29,00	27,00
	Belloteo	69,00	37,00	37,00	34,00	55,00	50,00	47,00	45,00
	Cosecha	49,00	41,00	43,00	35,00	48,00	45,00	38,00	31,00

En cuanto al contenido de nitrógeno en las raíces del plátano en las variedades del plátano son similares entre el Barraganete y dominico Hartón, el máximo contenido de este elemento se registró al momento que las plantas emitieron la hoja 30, mientras que en el belloteo y la cosecha disminuyó su valor; en relación con las dosis de citoquininas se registraron respuestas similares con una ligera diferencia entre el testigo y la dosis más altas, que al momento de la cosecha a 2,75 cm³ de citoquinina la concentración de N llega a 2,29% en la raíz.

En la tabla 15 se puede observar el comportamiento de la concentración P en las raíces del plátano, entre las hojas 20 hasta la etapa del belloteo disminuye gradualmente, sin embargo, en la cosecha la presencia de este nutriente se mantiene como en el caso del plátano Barraganete, y se eleva como en el dominico Hartón.

Las variedades de plátano mostraron diferencia de concentración de K en las raíces al momento del belloteo de las plantas, mientras que en las demás fases del cultivo mantuvieron valores similares, ambas variedades alcanzaron la mayor concentración de este nutriente durante la hoja 30, sin embargo, en el belloteo la variedad Barraganete apenas bajó en poca medida su concentración de K en las raíces mientras que el dominico Hartón tuvo un valor más bajo.

En cuanto las dosis de citoquinina sobre la concentración de K en las raíces de plátano, todos los tratamientos tuvieron un ascenso desde la hoja 20 hasta la 30 y volvieron a descender gradualmente hasta la cosecha; las dosis de 2 cm³ de citoquina fue el tratamiento con mayor concentración en este nutriente, mientras que el testigo sin aplicación de citoquinina mantuvo los porcentajes más bajos de concentración de K en las raíces.

El calcio en las raíces del plátano mantuvo una alta concentración en la hoja 20 mientras que para la hoja 30 hasta el belloteo este porcentaje disminuyó considerablemente por debajo del 1%, sin embargo, para la cosecha el contenido de Ca en la variedad Barraganete alcanzó el 1,25% mientras que el dominico Hartón apenas obtuvo el 0,63% de este nutriente en las raíces; este comportamiento entre las variedades fue similar en las dosis de citoquininas suministradas, en el cual los tratamientos con citoquinina tuvieron las concentraciones más elevadas al momento de la cosecha, por el contrario el testigo mostró el porcentaje más bajo en esta etapa.

Los macronutrientes se caracterizan por ser más requeridos por las plantas especialmente en las primeras etapas de desarrollo de los cultivos productivos, en el caso de las raíces las concentraciones de este tipo de nutrientes son alta en las primeras fases pero descendiende al momento de la emisión de la bellota, esto debido a que las raíces y el corno crecen y

desarrollan en gran medida durante las primeras etapas del cultivo y requieren mayores cantidades de macronutrientes (Cayón, 2004).

A diferencias de los demás nutrientes el Mg incrementa ligeramente su concentración en las raíces del plátano desde la hoja 20 hasta la cosecha, aunque entre la hoja 30 y la emisión de la bellota existe un valor similar en el Barraganete y disminución en el dominico Hartón, la diferencia entre las variedades es del 0,18% en el cual el Barraganete tuvo el valor más alto; en cuanto a las dosis de citoquinina el nivel más alto y el testigo presentaron los porcentajes más elevados de Mg en las raíces.

La concentración de S en las raíces en cuanto las variedades tienden ascender hasta la emisión de la bellota en valores semejantes tanto para el Barraganete como en el dominico Hartón, sin embargo, en la cosecha la cantidad en las raíces de este nutriente disminuye en mayor proporción en las plantas de Barraganete, aunque las concentraciones se mantienen por debajo de los 0,10% de S.

En relación con los niveles de citoquininas aplicados en los cultivos en 2 y 1,25 cm³ desde la hoja 20 a la 30 la concentración de S disminuye en cierta medida; el testigo mantiene las concentraciones más bajas hasta la emisión de la bellota, aunque en la etapa de la cosecha las dosis medias, bajas y testigo desciende en gran medida el porcentaje de S mientras que la dosis alta disminuye, pero se mantiene por encima de los demás tratamientos.

Las concentraciones de Cu en las raíces del plátano Barraganete en ambos factores de estudio a partir de la hoja 20 hasta la emisión de la bellota tiende a disminuir constantemente, pero al llegar a la cosecha el contenido de Cu en las raíces del plátano Barraganete asciende de 9 ppm a 65,5 ppm mientras que en el dominico Hartón el nivel de Cu llega a 23,25 ppm; en los niveles de citoquinina las dosis altas y media superaron los 125 ppm de concentración de Cu en las raíces, y la dosis baja y el testigo no superaron los 50 ppm en la cosecha.

El comportamiento de la concentración de B en las raíces entre el Barraganete y el dominico Hartón es variada hasta la emisión de la bellota, sin embargo, en la cosecha ambas variedades establecidas alcanzan niveles altos de este nutriente (38 ppm en el Barraganete y 32,37 ppm en el dominico Hartón); para las dosis de citoquinina todos los tratamientos descienden en el contenido de B en las raíces hasta la bellota y suben sus niveles para la cosecha, aunque en la dosis alta de citoquinina el B se encuentra en 96,79 ppm en las raíces mientras que los demás tratamientos no superan los 68 ppm de concentración.

En ambos factores de estudio la concentración de B incrementa considerablemente al finalizar la etapa productiva del cultivo, esto se entiende debido a que según la FAO, (2016) en la fase de la cosecha el transporte de los glúcidos es más frecuente que pasan desde la raíz a través del pseudotallo.

El Barraganete mantiene una ligera disminución en la concentración de Fe hasta la hoja 30 y asciende linealmente hasta la cosecha llegando a 317,25 ppm en las raíces, para el dominico Hartón la línea de concentración de Fe desciende en la hoja 30 y aumenta para la emisión de la bellota y vuelve a disminuir en la cosecha; el comportamiento de las cantidades de este nutriente en las raíces con relación a las dosis de citoquinina es similar que en las variedades, los niveles de 2 y 2,75 cm³ obtuvieron los valores más altos de hierro en las raíces.

La concentración de Zn en el cultivo de plátano Barraganete incrementan de la hoja 20 hasta la 30 y mantiene un mismo nivel hasta la cosecha; por otra parte, en el dominico Hartón los contenidos de Zinc en las raíces ascienden linealmente hasta el belloteo y continua en menor grado hasta la cosecha igualando al Barraganete en 28,75 ppm en promedio entre los dos; en cuanto a los niveles de citoquinina las dosis de 2,75 y 1,25 cm³ alcanzaron las concentraciones más elevadas de Zn en las raíces.

Las variedades de plátano mantienen los mismos niveles de Mn en las raíces al momento de la cosecha ascendiendo la cantidad de este nutriente desde la hoja 20; en relación con las dosis de citoquinina las aplicaciones de 2 cm³, 1,25 cm³ y testigo incrementan la concentración de Mn en las raíces hasta el belloteo y mantienen este nivel hasta la cosecha a excepción del testigo, sin embargo, la dosis alta de citoquinina de 2,75 cm³ incrementa el contenido de Mn en las raíces al belloteo.

La concentración de nutrientes en el plátano según Barbazán, (2015) depende de varios factores como la fenología del cultivo, la variedad cultivada, el desarrollo radicular y el potencial productivo, esto explica las diferencias encontradas en algunos nutrientes entre el Barraganete y dominico Hartón, sin embargo, en el uso de hormonas no se registran investigaciones que indiquen la influencia sobre la concentración de nutriente en las plantas.

CONCLUSIONES

El desarrollo radicular de las plantas de plátano, el peso, longitud y grosor de las raíces no presentaron diferencias significativas entre las variedades establecidas con el uso de diferentes dosis de citoquinina.

Con relación a las variables de área foliar, peso de pseudotallo y número de hojas totales la interacción de los factores (variedades y dosis de citoquinina) mostraron diferencias estadísticas, en el dominico Hartón la dosis baja determinó mayor área foliar, mientras que en el Barraganete esta misma dosis alcanzó mayor peso en el pseudotallo.

En cuanto al número de hojas en el plátano Barraganete con dosis baja de citoquinina se muestra un incremento en la cantidad de emisión foliar, mientras que en el dominico Hartón en esta dosis la cantidad de hojas producida disminuye.

RECOMENDACIONES

En los resultados obtenidos se puede recomendar el uso de citoquinina, las cuales, a pesar de no incidir en el desarrollo radicular del plátano, tiene efecto sobre otros parámetros del cultivo.

Con los análisis estadísticos se recomienda el uso de la citoquinina en dosis baja en el plátano Barraganete para mejorar la emisión foliar y la masa del pseudotallo hasta la hoja 20.

Se recomienda seguir realizando investigaciones con citoquinina en cultivos establecidos y en varios ciclos de producción, para determinar el efecto de este sobre las raíces y demás órganos de la planta.

BIBLIOGRAFÍA

- Abasolo, F., & 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. [Grado, Universidad Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3283>
- Alarcón, A. L. (2001). El boro como nutriente esencial. *Tecnología de producción*, 36(155), 11.
- Alarcón, G. L. (2019). Evaluación del comportamiento agromorfológico de cuatro clones de *Theobroma cacao* L.(cacao) con tres distanciamientos de siembra. [Grado, UNESUM]. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1550>
- Albán, E. E. (2014). Evaluación de la eficacia de citoquinina (Cytokin) y un inductor carbónico (Carboroot) en tres dosis y en dos épocas en el rendimiento de banano de exportación, en una plantación en producción variedad gran enana, cantón Quinde de la provincia de Esmeraldas [Grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3297>
- Alcántara, J. S., Acero, J., Alcántara, J. D., & Sánchez, R. M. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *NOVA*, 17(32), Art. 32. <https://doi.org/10.25058/24629448.3639>
- Álvarez, E. L., León, S. A., Sánchez, M. L., & Cusme, B. L. (2020). Evaluación socioeconómica de la producción de plátano en la zona norte de la Provincia de los Ríos. *Journal of business and entrepreneurial studie*, 4(2), Art. 2. <https://doi.org/10.37956/jbes.v4i2.78>
- Arinaitwe, G., Rubaihayo, P. R., & Magambo, M. J. S. (2000). Proliferation rate effects of cytokinins on banana (*Musa* spp.) cultivars. *Scientia Horticulturae*, 86(1), 13–21. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(00\)00124-2](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(00)00124-2)

- Aristizábal, M., Osorio, C. A., & Cardona, L. F. (2008). Efectos del ácido giberélico y el desmane sobre las características del racimo en plátano Dominico Hartón. *Acta Agronómica*, 57(4), 253–257.
- Asociación de Exportadores de Banano del Ecuador. (2018, octubre). El banano del Ecuador en el mundo. *Bananotas*, XIII(132), 98.
- Avellán, L. E., Estévez, S. T., Vaca, D. A., Zambrano, M. E., Cedeño, T. A., & Sánchez, A. B. (2021). Root distribution according to phenology in plantain cultivars (Musa AAB), Ecuador. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 43(2), 703. <https://doi.org/10.1590/0100-29452021703>
- Barbazán, M. (2015). Análisis de plantas y síntomas visuales de deficiencia de nutrientes. Facultad de Agronomía. <http://www.fagro.edu.uy/fertilidad/publica/AnPlantas.pdf>
- Bermúdez, I., Rodríguez, M., Reyes, M., & Jiménez, A. (2019). Efecto del uso combinado de dos citoquininas en la multiplicación y regeneración de yemas adventicias de banano cv. ‘Gros Michel’ (Musa AAA). *Biotecnología Vegetal*, 19(2), 139–146.
- Bloodnick. (2021, noviembre 9). La función del cobre en el cultivo de plantas | PRO-MIX [Comercial]. Centro de Formación. <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/la-funcion-del-cobre-en-el-cultivo-de-plantas/>
- Cano, C. G. (2004). *Biotecnología y propiedad intelectual en el agro*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/30003>
- Castaño, Á. M., Aristizabal, M., & González, H. (2012). Requerimientos hídricos del plátano dominico- hartón (Musa aab simmonds) en la región Santágueda (Palestina, Caldas). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 15(2), 331–338.
- Cayón, D. G. (2004). *Ecofisiología y productividad del plátano (Musa AAB Simmonds)*. Publicación Especial, 172–181. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/19331>

- Cayón, G., Ligarreto, G., & Martínez, C. (2016). Composición química y distribución de materia seca del fruto en genotipos de plátano y banano. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 17(2), 217–227.
- Cedeño, G., Guzmán, Á., Zambrano, H., Vera, L., Valdivieso, C., & López, G. (2020). Efecto de la densidad de siembra y riego complementario en la morfo-fenología, rendimiento, rentabilidad y eficiencia de la fertilización del plátano. *Scientia Agropecuaria*, 11(4), 483–492. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.04.03>
- Cedeño, G., Soplin, H., Helfgott, S., Cedeño, G., & Sotomayor, I. (2016). Aplicación de biorreguladores para la macropropagación del banano cv. Williams en cámara térmica. *Agronomía Mesoamericana*, 27, 397. <https://doi.org/10.15517/am.v27i2.24390>
- Cedeño, J. R., García, J. V., Solórzano, C. M., Javier, L. A., Ulloa, S. M., López, F. X., Avellán, L. E., Bracho, B. Y., & Sánchez, A. B. (2022). Fertilización con magnesio en plátano ‘Barraganete’ (Musa AAB) Ecuador. *La Granja*, 35(1), Art. 1. <https://doi.org/10.17163/lgr.n35.2022.01>
- Checca, J. (2018). Efecto de la aplicación de citoquininas en el rendimiento y la calidad del melón (*Cucumis melo* L.) [Grado, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano]. <https://bdigital.zamorano.edu/items/a5a5f9fd-c400-4967-8df9-d1b4cdbcad66e>
- Criado, M., Caputo, C., & Roberts, I. (2021). Nutrición no mineral. Nutrición no tradicional. Las citocininas. Nueva herramienta para mejorar la removilización de carbono y nitrógeno en trigo y la eficiencia de fertilización. *Revista Fertilizar*, 15, 25–26.
- del Puerto, A. M., Suárez, S., & Palacio, D. E. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52(3), 372–387.
- Delgado, A. M. (2019). Maceración del pseudotallo en banano utilizando microorganismos de montaña en combinación con fertilizantes químicos para estimular el crecimiento del retorno [Universidad Técnica de Machala]. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/13844>

- Díaz, D. (2017). Las Hormonas Vegetales en las Plantas (Artículos Técnicos Núm. 88; Serie Nutrición Vegetal, p. 4). INTAGRI. <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/las-hormonas-vegetales-en-las-plantas>
- FAO. (2016). Capítulo 9: Macronutrientes: Carbohidratos, grasas y proteínas. NUTRICIÓN HUMANA EN EL MUNDO EN DESARROLLO. <https://www.fao.org/3/w0073s/w0073s0d.htm>
- FAO. (2020). Plagas y Enfermedades del Cultivo de Plátano en El Salvador. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova”. <https://1library.co/document/y8xdwvrq-plagas-y-enfermedades-del-cultivo-de-platano-en-el-salvador.html>
- Galan, V., Rangel, A., Lopez, J., Hernandez, J. B. P., Sandoval, J., & Rocha, H. S. (2018). Propagación del banano: Técnicas tradicionales, nuevas tecnologías e innovaciones. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 40(4). <https://doi.org/10.1590/0100-29452018574>
- Gómez, M. F. (2017). Efectos de la suma térmica en el desarrollo de racimos de banano (*Musa acuminata* AAA) en dos zonas productoras distintas. [Grado, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/7714>
- Google Maps. (2022). Google Maps. Google Maps. <https://www.google.com.ec/maps/place/Univ+Laica+De+Manabi+Carrera+De+Agropecuaria/@-0.2601188,-79.428094,17.25z/data=!4m5!3m4!1s0x0:0xbd1e270f1ca28b26!8m2!3d-0.2595662!4d-79.427288?hl=es>
- Guerrero, S. P. (2016). Características morfométricas de cultivares de musáceas establecidos en la finca Experimental “La María”. [Grado, Universidad Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3259>
- INAMHI. (2022). Información meteo e hidro [Red de Estaciones Meteorológicas e Hidrológicas]. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. <https://inamhi.wixsite.com/inamhi/novedades>

- INEC. (2022). Estadísticas Agropecuarias (Estadístico Núm. 2021). Instituto Nacional de Estadística y Censos. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- Medina, O. (2018). Implementación de un cultivo de plátano hartón (*Musa paradisiaca*) fundamentado en el desarrollo de un plan de manejo agronómico tecnificado en el municipio de Puerto Asís Putumayo [Grado, Universidad La Salle]. https://ciencia.lasalle.edu.co/ingenieria_agronomica/91
- Mejía, G. (2018). Guía Técnica Cultivo de Plátano. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. <https://www.centa.gob.sv/download/guia-tecnica-cultivo-de-platano/>
- Meza, J. E. (2013). Propagación vegetativa de plátano dominique (*musa paradisiaca*) bajo dos porcentajes de sombra con la aplicación de cuatro dosis de benzilaminopurina (bap) en el cantón El Empalme provincia del Guayas [Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/2551>
- Mok, D. W., & Mok, M. C. (2001). CYTOKININ METABOLISM AND ACTION. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 52, 89–118. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.52.1.89>
- Mondragón, J. M., Serna, J. A., García, L. S., & Jaramillo, L. M. (2018). Caracterización fisicoquímica de los subproductos cáscara y vástago del plátano Dominic harton. *Revista ION: Investigación, Optimización y Nuevos Procesos en Ingeniería*, 31(1), 21–24.
- Moreno, A., García, V., Reyes, J. L., Vásquez, J., & Cano, P. (2018). Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal: Una alternativa de biofertilización para la agricultura sustentable. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 20(1), Art. 1. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v20n1.73707>
- Naciones Unidas. (2017). Facilitación del acceso a los mercados mundiales de los pequeños productores y elaboradores de productos básicos de los países en desarrollo. UNCTAD. https://unctad.org/es/system/files/official-document/c1em32d2_sp.pdf

- Naqqash, T., Hameed, S., Imran, A., Hanif, M. K., Majeed, A., & van Elsas, J. D. (2016). Differential Response of Potato Toward Inoculation with Taxonomically Diverse Plant Growth Promoting Rhizobacteria. *Frontiers in Plant Science*, 7(144), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00144>
- Ngomuo, M., Mneney, E., & Ndakidemi, P. (2013). The Effects of Auxins and Cytokinin on Growth and Development of (*Musa sp.*) Var. “Yangambi” Explants in Tissue Culture. *American Journal of Plant Sciences*, 4(11), Art. 11. <https://doi.org/10.4236/ajps.2013.411269>
- Ordoñez, V. (2021). Evaluación de la actividad radicular del cultivo de banano (*Musa acuminata* AAA) mediante el uso de enraizadores, El Triunfo, Guayas [Grado]. Universidad Agraria del Ecuador.
- Osuna, H., Osuna, A., & Fierro, A. (2017). Manual de Propagación de Plantas Superiores (Primera). Universidad Autónoma Metropolitana. <https://cerlalc.org/rilvi/manual-de-propagacion-de-plantas-superiores-1949/>
- Ozambela, L. (2017). Efecto de tres enraízantes sintéticos en la producción de hijuelos de plátano (*Musa paradisiaca* L.) bajo condiciones de la cámara térmica [Grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1238>
- Porta, H., & Jiménez, G. (2019). Papel de las hormonas vegetales en la regulación de la autofagia en plantas. *TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 22(e166). <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2018.0.160>
- Redagráfica. (2018, marzo 7). Fitohormonas: Reguladores de crecimiento y bioestimulantes. Redagráfica Perú. <https://www.redagricola.com/pe/fitohormonas-reguladores-de-crecimiento-y-bioestimulantes/>
- Rodríguez, J. (2018). El cultivo de plátano (*Musa paradisiaca*) como modelo de producción agrícola para el fortalecimiento de la vereda Monte Adentro, municipio de Saravena [Grado, Universidad La Salle]. https://ciencia.lasalle.edu.co/ingenieria_agronomica/94

- Romero, R. (2017). Estrategia conjunta para mejorar los procesos de emprendimiento y manejo agronómico del cultivo de plátano (*Musa paradisiaca*) variedad hartón en el municipio de Mesetas—Meta [Grado, Universidad La Salle]. https://ciencia.lasalle.edu.co/ingenieria_agronomica/69
- Saavedra, J. B. (2017). Efectos de las malas prácticas agrícolas sobre el retorno en plantas de banano *musa x paradisiaca* l subgrupo cavendish [Grado, Universidad Técnica de Machala]. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/11346>
- Simba, L., & Álvarez, Y. (2018). Determinación de los costos de producción y rentabilidad del cultivo del plátano dominico-hartón (*Musa aab*) vs cultivo del plátano barraganete (*Musa sp*) en la parroquia el Vergel, Cantón Valencia. [Universidad Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3633>
- Sotomayor, I., & Mendoza, E. (2015). Eficiencia de la aplicación de bioestimulantes por medio de inyección, al drench de la planta y nivel foliar en el cultivo de banano (*Musa sp.*) Valencia, Provincia de Los Ríos. [Universidad Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/1280>
- Torres, S. (2012). Guía práctica para el manejo de banano orgánico en el valle del Chira (Primera edición). Hidalgo Impresores E.I.R.L. <https://docplayer.es/36778738-Guia-practica-para-el-manejo-de-banano-organico-en-el-valle-del-chira.html>
- Vargas, A., Acuña, P., & Valle, H. (2015). La emisión foliar en plátano y su relación con la diferenciación floral. *Agronomía Mesoamericana*, 26(1), 120–128.
- Venkatachalam, L., Sreedhar, R. V., & Bhagyalakshmi, N. (2007). Micropropagation in banana using high levels of cytokinins does not involve any genetic changes as revealed by RAPD and ISSR markers. *Plant Growth Regulation*, 51(3), 193–205. <https://doi.org/10.1007/s10725-006-9154-y>
- Zahid, M., Abbasi, M. K., Hameed, S., & Rahim, N. (2015). Isolation and identification of indigenous plant growth promoting rhizobacteria from Himalayan region of Kashmir

and their effect on improving growth and nutrient contents of maize (*Zea mays* L.).

Frontiers in Microbiology, 6(207), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.00207>

ANEXOS

Anexo 1. ADEVA del peso del pseudotallo en la hoja 20.

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	0,55	2	0,27	0,37	0,7282 ns
Factor A	2,36	1	2,36	3,22	0,2144 ns
Factor B	1,59	3	0,53	0,31	0,8208 ns
Factor A*Factor B	2,03	3	0,68	0,39	0,7643 ns
Error	10,39	6	1,73		
Total	21,62	23			
Coefficiente de variación	22,28%				

Anexo 2. ADEVA del grosor del pseudotallo en la hoja 20.

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	99,15	2	49,57	1,4	0,4165 ns
Factor A	4,17	1	4,17	0,12	0,7642 ns
Factor B	228,54	3	76,18	0,85	0,5147 ns
Factor A*Factor B	286,42	3	95,47	1,07	0,4305 ns
Error	536,9	6	89,48		
Total	1284,46	23			
Coefficiente de variación	33,83%				

Anexo 3. ADEVA del peso del cormo en la hoja 20.

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	6,05	2	3,02	4,15	0,1941 ns
Factor A	1,71	1	1,71	2,35	0,2649 ns
Factor B	0,67	3	0,22	0,63	0,62 ns
Factor A*Factor B	2,76	3	0,92	2,62	0,1454 ns
Error	2,1	6	0,35		
Total	18,24	23			
Coefficiente de variación	33,28%				

Anexo 4. ADEVA del peso de las hojas en la hoja 20.

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	0,04	2	0,02	0,2	0,8309 ns
Factor A	0,05	1	0,05	0,57	0,5276 ns
Factor B	0,3	3	0,1	1,64	0,2765 ns
Factor A*Factor B	0,52	3	0,17	2,82	0,1294 ns
Error	0,37	6	0,06		
Total	1,79	23			
Coefficiente de variación	31,40%				

Anexo 5. ADEVA del peso de las raíces en la hoja 20.

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	32451,25	2	16225,63	0,58	0,6327 ns
Factor A	107454,78	1	107454,78	3,84	0,189 ns

Factor B	67336,52	3	22445,51	0,38	0,7742 ns
Factor A*Factor B	12645,52	3	4215,17	0,07	0,9736 ns
Error	358612,49	6	59768,75		
Total	803615,27	23			
Coefficiente de variación	26,56%				

Anexo 6. ADEVA del área foliar en la hoja 20.

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	0,04	2	0,02	1,16	0,464 ns
Factor A	2,1	1	2,1	131,65	0,0075 **
Factor B	0,67	3	0,22	11,62	0,0065 **
Factor A*Factor B	0,82	3	0,27	14,16	0,0039 **
Error	0,12	6	0,02		
Total	3,81	23			
Coefficiente de variación	25,65%				

Anexo 7. ADEVA de la longitud de las raíces en la hoja 20.

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	37,93	2	18,96	0,88	0,532 ns
Factor A	75,08	1	75,08	3,48	0,203 ns
Factor B	40,89	3	13,63	0,35	0,788 ns
Factor A*Factor B	29,7	3	9,9	0,26	0,8535 ns
Error	230,6	6	38,43		
Total	641,37	23			
Coefficiente de variación	29,36%				

Anexo 8. ADEVA del grosor de las raíces del plátano en la hoja 20.

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	0,02	2	0,01	0,16	0,86 ns
Factor A	0,01	1	0,01	0,14	0,7442 ns
Factor B	0,09	3	0,03	0,94	0,4766 ns
Factor A*Factor B	0,01	3	0,0028	0,09	0,9634 ns
Error	0,19	6	0,03		
Total	0,46	23			
Coefficiente de variación	38,96%				

Anexo 9. ADEVA del peso del pseudotallo en la hoja 30.

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	27,98	2	13,99	0,26	0,7964 ns
Factor A	36,26	1	36,26	0,66	0,5011 ns
Factor B	157,46	3	52,49	0,92	0,485 ns
Factor A*Factor B	15,76	3	5,25	0,09	0,9616 ns
Error	341,46	6	56,91		
Total	775,89	23			
Coefficiente de variación	23,05%				

Anexo 10. ADEVA del grosor del pseudotallo en la hoja 30.

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	410,45	2	205,23	2,43	0,2918 ns
Factor A	16,34	1	16,34	0,19	0,7032 ns
Factor B	1006,61	3	335,54	1,41	0,3276 ns
Factor A*Factor B	126,21	3	42,07	0,18	0,908 ns
Error	1423,36	6	237,23		
Total	4549,84	23			
Coefficiente de variación	25,29%				

Anexo 11. ADEVA del peso del cormo en la hoja 30.

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	16,44	2	8,22	0,13	0,8887 ns
Factor A	7,19	1	7,19	0,11	0,772 ns
Factor B	69,24	3	23,08	0,6	0,6361 ns
Factor A*Factor B	61,55	3	20,52	0,54	0,6741 ns
Error	229,31	6	38,22		
Total	594,28	23			
Coefficiente de variación	22,85%				

Anexo 12. ADEVA del peso de las hojas en la hoja 30.

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	2,99	2	1,5	1,25	0,4449 ns
Factor A	4,3	1	4,3	3,58	0,1988 ns
Factor B	4,11	3	1,37	0,57	0,6547 ns
Factor A*Factor B	2,57	3	0,86	0,36	0,7868 ns
Error	14,4	6	2,4		
Total	37,83	23			
Coefficiente de variación	19,25%				

Anexo 13. ADEVA del peso de las raíces en la hoja 30.

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	330416,36	2	165208,18	0,43	0,7008 ns
Factor A	768282,48	1	768282,48	1,99	0,2942 ns
Factor B	2276666,71	3	758888,9	2,67	0,1417 ns
Factor A*Factor B	1008228,37	3	336076,12	1,18	0,3929 ns
Error	1708034,75	6	284672,46		
Total	7253814,44	23			
Coefficiente de variación	35,81%				

Anexo 14. ADEVA del área foliar en la hoja 30.

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	0,13	2	0,06	0,69	0,5927 ns
Factor A	0,01	1	0,01	0,1	0,7836 ns
Factor B	0,02	3	0,01	0,06	0,9813 ns
Factor A*Factor B	0,07	3	0,02	0,2	0,895 ns
Error	0,74	6	0,12		

Total	1,49	23
Coefficiente de variación	17,72%	

Anexo 15. ADEVA de la longitud de las raíces en la hoja 30.

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	7,41	2	3,7	0,04	0,9601 ns
Factor A	36,38	1	36,38	0,41	0,5883 ns
Factor B	48,92	3	16,31	0,15	0,9272 ns
Factor A*Factor B	106,25	3	35,42	0,32	0,81 ns
Error	660,62	6	110,1		
Total	1471,7	23			
Coefficiente de variación	32,13%				

Anexo 16. ADEVA del grosor de las raíces del plátano en la hoja 30.

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	0,03	2	0,01	0,83	0,5454 ns
Factor A	0,06	1	0,06	4,24	0,1757 ns
Factor B	0,05	3	0,02	2,05	0,2088 ns
Factor A*Factor B	0,01	3	0,0037	0,48	0,7078 ns
Error	0,05	6	0,01		
Total	0,27	23			
Coefficiente de variación	18,11%				

Anexo 17. ADEVA del peso del pseudotallo en el belloteo.

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	224,18	2	112,09	0,5	0,6658 ns
Factor A	284,14	1	284,14	1,27	0,3764 ns
Factor B	480,36	3	160,12	2,89	0,1245 ns
Factor A*Factor B	1501,75	3	500,58	9,03	0,0121 *
Error	332,49	6	55,42		
Total	3897,18	23			
Coefficiente de variación	10,66%				

Anexo 18. ADEVA del grosor del pseudotallo en el belloteo.

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	44,33	2	22,17	0,33	0,7519 ns
Factor A	32,67	1	32,67	0,49	0,5577 ns
Factor B	373,5	3	124,5	1,19	0,3893 ns
Factor A*Factor B	66,33	3	22,11	0,21	0,8848 ns
Error	626,67	6	104,44		
Total	2265,83	23			
Coefficiente de variación	12,08%				

Anexo 19. ADEVA del peso del corno en el belloteo.

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	25,23	2	12,61	14,59	0,0641 ns
Factor A	20,59	1	20,59	23,82	0,0395 *

Factor B	246,27	3	82,09	2,26	0,1817 ns
Factor A*Factor B	74,42	3	24,81	0,68	0,5941 ns
Error	217,87	6	36,31		
Total	745,54	23			
Coefficiente de variación	21,81%				

Anexo 20. ADEVA del peso de las hojas en el belloteo.

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	0,81	2	0,41	1,43	0,4119 ns
Factor A	0,27	1	0,27	0,95	0,4323 ns
Factor B	12,59	3	4,2	4,82	0,0487 *
Factor A*Factor B	2,15	3	0,72	0,82	0,5268 ns
Error	5,23	6	0,87		
Total	30,36	23			
Coefficiente de variación	15,02%				

Anexo 21. ADEVA del peso de las raíces en el belloteo.

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	2216852,08	2	1108426,04	1	0,4999 ns
Factor A	10760204,17	1	10760204,17	9,71	0,0894 ns
Factor B	4018733,33	3	1339577,78	2,17	0,1924 ns
Factor A*Factor B	6130345,83	3	2043448,61	3,31	0,0987 ns
Error	3701010,42	6	616835,07		
Total	34231983,33	23			
Coefficiente de variación	23,50%				

Anexo 22. ADEVA del número de hojas al belloteo.

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	6,58	2	3,29	79	0,0125 *
Factor A	0,67	1	0,67	16	0,0572 ns
Factor B	6,17	3	2,06	0,33	0,8057 ns
Factor A*Factor B	45,67	3	15,22	2,43	0,1633 ns
Error	37,58	6	6,26		
Total	143,83	23			
Coefficiente de variación	5,88%				

Anexo 23. ADEVA del área foliar en el belloteo.

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	0,02	2	0,01	0,97	0,5078 ns
Factor A	0,03	1	0,03	3,27	0,2123 ns
Factor B	0,28	3	0,09	5,68	0,0347 *
Factor A*Factor B	0,03	3	0,01	0,63	0,6224 ns
Error	0,1	6	0,02		
Total	0,69	23			
Coefficiente de variación	9,14%				

Anexo 24. ADEVA de la longitud de las raíces en el belloteo.

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	48,67	2	24,34	0,16	0,8632 ns
Factor A	191,48	1	191,48	1,25	0,3803 ns
Factor B	158,61	3	52,87	0,42	0,7437 ns
Factor A*Factor B	416,38	3	138,79	1,11	0,4158 ns
Error	750,35	6	125,06		
Total	2391,19	23			
Coefficiente de variación	30,58%				

Anexo 25. ADEVA del grosor de las raíces del plátano en el belloteo.

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	0,02	2	0,01	0,24	0,807 ns
Factor A	0,03	1	0,03	0,92	0,438 ns
Factor B	0,1	3	0,03	1,07	0,4298 ns
Factor A*Factor B	0,07	3	0,02	0,77	0,5511 ns
Error	0,18	6	0,03		
Total	0,74	23			
Coefficiente de variación	28,03%				

Anexo 26. ADEVA del peso del pseudotallo a la cosecha.

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	1420,78	2	710,39	3,05	0,2468 ns
Factor A	118,41	1	118,41	0,51	0,5497 ns
Factor B	2156,55	3	718,85	1,49	0,3087 ns
Factor A*Factor B	472,91	3	157,64	0,33	0,8061 ns
Error	2888,4	6	481,4		
Total	8468,51	23			
Coefficiente de variación	23,72%				

Anexo 27. ADEVA del grosor del pseudotallo a la cosecha.

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	126,58	2	63,29	1,41	0,4144 ns
Factor A	247,04	1	247,04	5,52	0,1433 ns
Factor B	300,79	3	100,26	7,98	0,0162 *
Factor A*Factor B	48,46	3	16,15	1,29	0,3619 ns
Error	75,42	6	12,57		
Total	1382,96	23			
Coefficiente de variación	4,31%				

Anexo 28. ADEVA del peso del cormo a la cosecha.

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	21,45	2	10,72	0,09	0,9163 ns
Factor A	58,56	1	58,56	0,5	0,5533 ns
Factor B	94,53	3	31,51	0,4	0,7592 ns
Factor A*Factor B	95,53	3	31,84	0,4	0,7565 ns
Error	474,3	6	79,05		

Total	1255,16	23
Coefficiente de variación	24,24%	

Anexo 29. ADEVA del peso de las hojas a la cosecha.

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	0,93	2	0,46	1,49	0,4019 ns
Factor A	20,79	1	20,79	66,92	0,0146 *
Factor B	19,09	3	6,36	2,87	0,126 ns
Factor A*Factor B	2,11	3	0,7	0,32	0,8129 ns
Error	13,32	6	2,22		
Total	65,18	23			
Coefficiente de variación	29,01%				

Anexo 30. ADEVA del peso de las raíces a la cosecha.

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	935408,33	2	467704,17	0,21	0,8268 ns
Factor A	194400	1	194400	0,09	0,7957 ns
Factor B	3538733,33	3	1179577,78	4,51	0,0557 ns
Factor A*Factor B	2476400	3	825466,67	3,15	0,1075 ns
Error	1570175	6	261695,83		
Total	15467333,33	23			
Coefficiente de variación	14,71%				

Anexo 31. ADEVA del número de hojas a la cosecha.

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	5,25	2	2,63	0,29	0,775 ns
Factor A	1,04	1	1,04	0,12	0,7666 ns
Factor B	25,13	3	8,38	4,34	0,06 ns
Factor A*Factor B	37,79	3	12,6	6,53	0,0256 *
Error	11,58	6	1,93		
Total	142,63	23			
Coefficiente de variación	3,22%				

Anexo 32. ADEVA del número de días a la cosecha.

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	181,75	2	90,88	4,65	0,177 ns
Factor A	368,17	1	368,17	18,84	0,0492 *
Factor B	62,83	3	20,94	0,69	0,5921 ns
Factor A*Factor B	62,83	3	20,94	0,69	0,5921 ns
Error	182,92	6	30,49		
Total	976,5	23			
Coefficiente de variación	1,55%				

Anexo 33. ADEVA del peso de racimos.

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	5,08	2	2,54	0,38	0,7265 ns
Factor A	4,14	1	4,14	0,61	0,5154 ns

Factor B	16,58	3	5,53	0,87	0,5059 ns
Factor A*Factor B	14,52	3	4,84	0,76	0,5546 ns
Error	38,04	6	6,34		
Total	105,25	23			
Coefficiente de variación	21,63%				

Anexo 34. ADEVA del número de dedos exportables a la cosecha.

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	131,58	2	65,79	11,87	0,0777 ns
Factor A	92,04	1	92,04	16,61	0,0553 ns
Factor B	15,13	3	5,04	0,48	0,7075 ns
Factor A*Factor B	3,46	3	1,15	0,11	0,9512 ns
Error	62,92	6	10,49		
Total	389,96	23			
Coefficiente de variación	12,56%				

Anexo 35. ADEVA del número de dedos no exportables a la cosecha.

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	12,33	2	6,17	0,61	0,6224 ns
Factor A	92,04	1	92,04	9,05	0,095 ns
Factor B	29,46	3	9,82	0,46	0,7224 ns
Factor A*Factor B	22,13	3	7,38	0,34	0,7957 ns
Error	129	6	21,5		
Total	478,96	23			
Coefficiente de variación	22,31%				

Anexo 36. ADEVA del peso de dedos exportables a la cosecha.

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	24,89	2	12,45	3,55	0,2196 ns
Factor A	12,17	1	12,17	3,48	0,2033 ns
Factor B	3,9	3	1,3	3,34	0,0971 ns
Factor A*Factor B	11,26	3	3,75	9,66	0,0103 *
Error	2,33	6	0,39		
Total	82,35	23			
Coefficiente de variación	6,71%				

Anexo 37. ADEVA del peso de dedos no exportables a la cosecha.

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	0,83	2	0,41	2,13	0,3193 ns
Factor A	5,79	1	5,79	29,82	0,0319 *
Factor B	0,29	3	0,1	0,15	0,9252 ns
Factor A*Factor B	0,08	3	0,03	0,04	0,9867 ns
Error	3,88	6	0,65		
Total	16,32	23			
Coefficiente de variación	39,54%				

Anexo 38. ADEVA del número de manos por racimo a la cosecha.

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	0,33	2	0,17	0,25	0,8 ns
Factor A	0,04	1	0,04	0,06	0,8259 ns
Factor B	0,46	3	0,15	1,38	0,3376 ns
Factor A*Factor B	0,46	3	0,15	1,38	0,3376 ns
Error	0,67	6	0,11		
Total	4,96	23			
Coefficiente de variación	6,30%				

Anexo 39. ADEVA del número de dedos por racimo a la cosecha.

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	210,08	2	105,04	3,41	0,2267 ns
Factor A	0,17	1	0,17	0,01	0,948 ns
Factor B	59	3	19,67	1,52	0,3017 ns
Factor A*Factor B	14,83	3	4,94	0,38	0,7692 ns
Error	77,42	6	12,9		
Total	521,33	23			
Coefficiente de variación	12,11%				

Anexo 40. ADEVA del área foliar a la cosecha.

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	0,02	2	0,01	0,28	0,7829 ns
Factor A	0,45	1	0,45	11,05	0,0798 ns
Factor B	0,21	3	0,07	3,45	0,0919 ns
Factor A*Factor B	0,25	3	0,08	4,1	0,067 ns
Error	0,12	6	0,02		
Total	1,4	23			
Coefficiente de variación	14,65%				

Anexo 41. ADEVA de la longitud de raíces a la cosecha.

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	91,12	2	45,56	0,83	0,5457 ns
Factor A	231,38	1	231,38	4,23	0,1761 ns
Factor B	40,9	3	13,63	0,53	0,678 ns
Factor A*Factor B	133,76	3	44,59	1,73	0,2591 ns
Error	154,29	6	25,72		
Total	1290,96	23			
Coefficiente de variación	12,79%				

Anexo 42. ADEVA del grosor a las raíces a la cosecha.

Fuente de variación	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	0,0025	2	0,0013	0,98	0,5049 ns
Factor A	0,02	1	0,02	15,06	0,0604 ns
Factor B	0,0031	3	0,001	0,35	0,7919 ns
Factor A*Factor B	0,04	3	0,01	4,58	0,0539 ns
Error	0,02	6	0,003		

Total	0,13	23
Coefficiente de variación	9,93%	

Anexo 43. Establecimiento inicial de los cultivos.



Anexo 44. Aplicación de las dosis de citoquinina.



Anexo 45. Peso de los órganos de las plantas de plátano.**Anexo 46.** Cultivo en etapa de belloteo

Anexo 47. *Extracción de raíces para análisis radicular.*

