



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES
CARRERA DE AGRONOMÍA

Proyecto de Investigación previo a la
obtención del título de Ingeniera
Agrónoma

Título del Proyecto de Investigación

“Activadores del sistema radicular en el cultivo de banano (*Musa paradisiaca*) variedad
Gran Williams”

Autora

Jeniffer Lizeth Buste Rodríguez

Director del Proyecto de Investigación

Ing. Freddy Javier Guevara Santana, MSc.

Mocache – Los Ríos – Ecuador

2023

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y SESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Jeniffer Lizeth Buste Rodríguez** declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, y por la normatividad institucional vigente.

Jeniffer Lizeth Buste Rodríguez

C.I: 0951766500

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, Ing. Freddy Javier Guevara Santana MSc. de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la Srta. Jeniffer Lizeth Buste Rodríguez, realizó el proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo titulado “**Activadores del sistema radicular en el cultivo de banano (*Musa paradisiaca*) variedad Gran Williams**” bajo mi dirección, habiendo cumplido con todas las disposiciones reglamentarias establecidas.

Ing. Freddy Javier Guevara Santana, MSc
Director del Proyecto de Investigación

REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito **Ing. Freddy Javier Guevara Santana MSc.** Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en calidad de Director del Proyecto de Investigación “**Activadores del sistema radicular en el cultivo de banano (*Musa paradisiaca*) variedad Gran Williams**”, perteneciente a la estudiante de la carrera de agronomía **Jeniffer Lizeth Buste Rodríguez**, **Certifica:** el cumplimiento de los parámetros establecidos por el SENESCYT, y se evidencia el reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico (URKUND) con un porcentaje de coincidencia del 3%.



Document Information

Analyzed document	TESIS Jeniffer Buste - copia.docx (D167334267)
Submitted	5/17/2023 5:16:00 PM
Submitted by	
Submitter email	fguevara@uteq.edu.ec
Similarity	3%
Analysis address	fguevara.uteq@analysis.urkund.com

Sources included in the report

Ing. Freddy Javier Guevara Santana, MSc
Director del Proyecto de Investigación



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES
CARRERA DE AGRONOMÍA

Proyecto de Investigación

Título:

“Activadores del sistema radicular en el cultivo de banano (*Musa paradisiaca*) variedad Gran Williams”

Presentado al Consejo Académico como requisito previo a la obtención del título de Ingeniera Agrónoma.

Aprobado por:

Biol. Fernando Abasolo Pacheco, PhD

Presidente del Tribunal

Ing. Paula Plaza Zambrano, PhD

Miembro del Tribunal

Ing. Favio Herrera Eguez, PhD

Miembro del Tribunal

Mocache -Los Ríos – Ecuador

2023

AGRADECIMIENTO

Mi profunda gratitud a Dios, por darme la fortaleza y bendición, en poder culminar mis estudios y a las personas que hicieron este logro posible.

Mis sinceros agradecimientos a mi Director del Proyecto de Investigación Ing. Freddy Guevara Santana, por impartirme sus conocimientos, apoyo y amistad, permitiendo culminar de manera exitosa el trabajo de investigación.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales por permitirme formar parte de esta institución, impartíendome conocimientos para mi formación profesional.

A la empresa Agro Aéreo por abrirme las puertas permitiéndome realizar el trabajo de investigación, conjunto al Ing. Abel Macías quien me impartió sus conocimientos y apoyo.

La empresa Traverser por brindarme su apoyo con el material implementado en la elaboración de la investigación.

También agradezco infinitamente a mis amigas: Emily Reasco, Gema Chila y Carla Loor, quienes en cierto momento de la carrera las conocí y desde ese entonces se han convertido en un apoyo incondicional, por creer en mí y hacer que la etapa universitaria sea llena de vivencias.

Finalmente quiero expresar mis sinceros agradecimientos a los miembros de mi tribunal conformado por: Dr. Fernando Abasolo Pacheco, Dra. Paula Plaza Zambrano, Dr. Favio Herrera Eguez, por su tiempo y sugerencias.

DEDICATORIA

Este logro se lo dedico a Dios por ser mi guía para poder cumplir con este objetivo, a mis padres Victoriano Buste y Yeni Rodríguez por apoyarme e incentivarme en llegar a cada meta que me propongo, a mi hermana quien ha estado apoyándome emocionalmente, a mis seres queridos por sus consejos en seguir superándome cada día, sobre todo a mi enamorado por ser una persona especial en mi vida brindándome su apoyo incondicional día a día.

Con cariño.

Jeniffer Lizeth Buste Rodríguez.

RESUMEN

El banano es uno de los principales cultivos que se desarrolla a nivel mundial, proporcionando ingresos económico y fuentes de trabajo, contribuyendo a la seguridad alimentaria de millones de personas; los activadores han demostrado efectos positivos en el desarrollo del cultivo, ayudando a la planta a tener una mayor asimilación de nutrientes y un mejor sistema radicular. El objetivo principal de esta investigación es evaluar el comportamiento de los activadores del sistema radicular en el cultivo de banano variedad Gran Williams, empleando el diseño de bloques completamente al azar (DBCA), para evaluar el efecto de activadores en el sistema radicular con cuatro tratamientos, tres repeticiones y cinco unidades experimentales. Los resultados obtenidos en el desarrollo fisiológico en el tratamiento 2 (1,875g de urphos +150g de ácido bórico) se obtuvieron un mayor resultado en base a los tratamientos evaluados presentando al inicio un diámetro de 39.9cm y finalizando a los 90 días con 62.9 cm, las respuestas a las diversas dosis de aplicaciones de activadores vía drench se dieron en el tratamiento 3 (3,750g de urphos + 150g de ácido) obteniendo un peso de 81.07g, los activadores del sistema radicular más eficaces fueron el tratamiento 2 con un peso final de 15.60g, como resultado en variable altura de la planta, arrojó un mayor promedio en el tratamiento T2 de 2.21 (30dda), 2.41(60dda), y 2.57 (90dda). Estos resultados expuestos en este experimento causan efectos eficaces para una mejor producción.

Palabras claves: Retoños, fertilización al drench, masa radicular.

ABSTRACT

Banana is one of the main crops grown worldwide, providing economic income and sources of work, contributing to the food security of millions of people; activators have shown positive effects on crop development, helping the plant to have a greater assimilation of nutrients and a better root system. The main objective of this research is to evaluate the behavior of root system activators in the Gran Williams variety banana crop, using the completely randomized block design (DBCA), to evaluate the effect of activators on the root system with four treatments, three replications and five experimental units. The results obtained in the physiological development in treatment 2 (1,875g of urphos +150g of boric acid) obtained a greater result based on the treatments evaluated, presenting a diameter of 39.9 cm at the beginning and ending at 90 days with 62.9 cm, the responses to the various doses of applications of activators via drench were given in treatment 3 (3,750g of urphos + 150g of acid) obtaining a weight of 81.07g, the most effective activators of the root system were treatment 2 with a final weight of 15.60g, as a result in variable plant height, yielded a higher average in the treatment T2 of 2.21 (30dda), 2.41(60dda), and 2.57 (90ddia). These results exposed in this experiment cause effective effects for a better production.

Keywords: Activators, Urphos, Boric acid, Gran Williams, Edaphic, Root system.

TABLA DE CONTENIDO

PORTADA.....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y SESIÓN DE DERECHOS.....	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.....	iv
CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
CÓDIGO DUBLÍN.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.1. <i>Planteamiento del Problema</i>	4
Diagnóstico del Problema.....	4
Formulación del Problema.....	4
Sistematización del Problema.....	4
1.2. Justificación.....	5
1.3. Objetivos.....	6
1.3.1. <i>Objetivo General</i>	6
1.3.2. <i>Objetivos Específicos</i>	6
2.1. Marco Conceptual.....	8
2.1.1. <i>Banano</i>	8
2.1.2. <i>Sistema Radicular</i>	8
2.1.3. <i>Activadores del Sistema Radicular</i>	8
2.1.4. <i>Beneficios</i>	8
2.2. Marco Referencial.....	9
2.2.1. <i>Banano (Variedad Williams)</i>	9
2.2.1.4. Características Agronómicas.....	10
2.2.1.5. Sistema Radicular.....	11
2.2.1.6. Factores que Afectan el Desarrollo de la Raíz.....	11

2.2.2.	<i>Nutrición del Banano</i>	12
2.2.2.1.	Análisis del Suelo.	13
2.2.2.2.	Fertilización al Drench.....	14
2.2.2.3.	Fertilizantes para el Sistema Radicular.....	14
2.2.2.3.1.	Fertilización Nitrogenada.	15
	a. Nitrógeno N (17%)	15
	b. Deficiencias de Nitrógeno	16
2.2.2.3.2.	Fertilización Fosforada.	16
	a. Fósforo.....	17
	b. Función del Fósforo P ₂ O ₅ (44%)	17
	c. Deficiencia de Fósforo.....	17
2.2.2.3.3.	Urea Fosfato (Urphos).....	18
	a. Características de Urphos	19
2.2.2.3.4.	Fertilización con Boro.	19
	a. Ácido Bórico.....	20
	b. Características del Ácido Bórico	20
2.2.3.	Revisión Histórica del Tema en Estudio.....	21
CAPÍTULO III		23
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		23
3.1.	Localización.....	24
3.2.	Tipo de Investigación.....	24
3.3.	Métodos de Investigación	24
3.4.	Fuentes de Recopilación de Información.....	25
3.5.	Diseño de la Investigación	25
3.5.1.	<i>Factores de Estudio</i>	25
3.5.2.	<i>Tratamientos</i>	25
3.5.3.	<i>Diseño Experimental</i>	26
3.5.4.	<i>Características del Área de la Investigación</i>	26
3.6.	Instrumentos de Investigación	27
3.6.1.	<i>Manejo del Experimento</i>	27
3.6.1.1.	Demarcación de los Tratamientos.....	27
3.6.1.2.	Análisis de Suelo.....	27
3.6.1.3.	Análisis Foliar.....	27
3.6.1.4.	Aplicación de los Activadores.	27

3.6.1.5.	Labores Culturales.	28
3.6.1.6.	Riego.	28
3.6.2.	<i>Variables a Evaluar</i>	28
3.6.2.1.	Altura de las Plantas Hijos (m).	28
3.6.2.2.	Diámetro de Pseudotallo (cm).	28
3.6.2.3.	Número de Hojas.	29
3.6.2.4.	Emisión Foliar.	29
3.6.2.5.	Peso Radicular Inicio.	29
3.6.2.6.	Peso Radicular Final.	29
3.6.2.7.	Número de Raíces Inicio.	30
3.6.2.8.	Número de Raíces Final.	30
3.8.	Recursos Humanos y Materiales	30
3.8.1.	<i>Recursos Humanos</i>	30
3.8.2.	<i>Materiales de Campo</i>	31
CAPÍTULO IV		32
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		32
4.1.1.	<i>Altura de las Plantas Hijos (m)</i>	33
4.1.2.	<i>Diámetro de Pseudotallo (cm)</i>	33
4.1.3.	<i>Número de Hojas</i>	34
4.1.5.	<i>Peso Radicular (g)</i>	36
4.1.6.	<i>Número de Raíces</i>	37
4.2.	Discusión	38
CAPÍTULO V		41
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		41
5.1.	Conclusiones	42
5.2.	Recomendaciones	43
CAPÍTULO VI		44
BIBLIOGRAFÍA		44
6.1.	Bibliografía.....	45
CAPÍTULO VII.....		50
ANEXOS		50
7.1.	Anexos	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación Taxonómica del Banano	9
Tabla 2. Características agrometeorológicas de la zona de estudio de la investigación ...	24
Tabla 3. Activadores del sistema radicular en el cultivo de banano (<i>Musa paradisiaca</i>) variedad Gran Williams.....	25
Tabla 4. Esquema para el Análisis de Varianza.....	26
Tabla 5. Características de las Unidades Experimentales.....	26
Tabla 6. Efecto de los activadores radiculares en la altura de banano (<i>Musa paradisiaca</i>), bajo dos esquemas de dosificación durante 90 días.	33
Tabla 7. Efecto de los activadores radiculares en el diámetro del pseudotallo de banano (<i>Musa paradisiaca</i>), bajo dos esquemas de dosificación durante 90 días.	34
Tabla 8. Efecto de los activadores radiculares en el número de hojas de banano (<i>Musa paradisiaca</i>), bajo dos esquemas de dosificación durante 90 días.	35
Tabla 9. Efecto de los activadores radiculares en la emisión foliar de banano (<i>Musa paradisiaca</i>), bajo dos esquemas de dosificación durante 90 días.	36
Tabla 10. Efecto de los activadores radiculares en el peso radicular de banano (<i>Musa paradisiaca</i>), bajo dos esquemas de dosificación durante 90 días.	36
Tabla 11. Efecto de los activadores radiculares en el número de raíz de banano (<i>Musa paradisiaca</i>), bajo dos esquemas de dosificación durante 90 días.	37

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Altura de Plantas Hijo (inicio)	51
Anexo B. Altura de Plantas Hijo (30 días).....	51
Anexo C. Altura de Plantas Hijo (60 días).....	52
Anexo D. Altura de Plantas Hijo (90 días).....	52
Anexo E. Diámetro de Pseudotallo (Inicio)	53
Anexo F. Diámetro de Pseudotallo (30 días)	53
Anexo G. Diámetro de Pseudotallo (60 días)	54
Anexo H. Diámetro de Pseudotallo (90 días)	54
Anexo I. Número de Hojas (inicio)	55
Anexo J. Número de Hojas (30 días)	55
Anexo K. Número de Hojas (60 días).....	56
Anexo L. Número de Hojas (90 días)	56
Anexo M. Emisión Foliar (EF. P)	57
Anexo N. Emisión Foliar (EF. A)	57
Anexo O. Peso Radicular (Inicio)	58
Anexo P. Peso Radicular (Final).....	58
Anexo Q. Número de Raíz (inicio)	59
Anexo R. Número de Raíz (final)	59
Anexo S. Identificación y delimitación del sitio del experimento	60
Anexo T. Raíces inicio.....	60
Anexo U. Reporte de análisis de suelo.....	61
Anexo V. Reporte de análisis foliar	62
Anexo W. Aplicación.....	63
Anexo X. Toma de datos.....	64
Anexo Y. Raíces finales: a) Recolección de raíces b) Peso en gramera	65

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	“Activadores del sistema radicular en el cultivo de banano (<i>Musa paradisiaca</i>) variedad Gran Williams”
Autora:	Buste Rodríguez, Jeniffer Lizeth
Palabras clave:	Retoños, fertilización al drench, masa radicular.
Fecha de publicación:	
Editorial:	Quevedo: UTEQ 2023
Resumen:	El banano es uno de los principales cultivos que se desarrolla a nivel mundial, proporcionando ingresos económico y fuentes de trabajo, contribuyendo a la seguridad alimentaria de millones de personas; los activadores han demostrado efectos positivos en el desarrollo del cultivo, ayudando a la planta a tener una mayor asimilación de nutrientes y un mejor sistema radicular. El objetivo principal de esta investigación es evaluar el comportamiento de los activadores del sistema radicular en el cultivo de banano variedad Gran Williams, empleando el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) (...)
Abstract:	Banana is one of the main crops grown worldwide, providing economic income and sources of work, contributing to the food security of millions of people; the activators have shown positive effects on the development of the crop, helping the plant to have a greater assimilation of nutrients and a better root system. The main objective of this research is to evaluate the behavior of activators of the root system in the Gran Williams variety banana crop, using the completely randomized block design (DBCA) (...)
Descripción:	87 hojas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162
URI:	

INTRODUCCIÓN

El cultivo de banano (*Musa paradisiaca*) es una planta de gran valor alimenticio, económico y sociocultural. Entre las variedades de banano del Ecuador, la variedad Gran Williams posee características particulares en donde estas promueven un amplio sistema radicular para así aumentar su resistencia al volcamiento de la planta, además que obtienen altas producciones y una mejor calidad de la fruta (1).

El comercio del banano representa para el país, después del petróleo, el segundo recurso de ingresos para su economía. Actualmente existen aproximadamente 180.000 hectáreas de plantaciones de banano, que se concentran en las Provincias de Guayas, Los Ríos, El Oro, Manabí y Esmeraldas de la región costa, el sector bananero representa el 12% de los puestos de trabajo en el país (2).

La disminución de la fertilidad de los suelos restringe la disponibilidad de los nutrientes esenciales necesarios para el crecimiento de las plantas. Estas limitaciones causan deficiencias nutricionales en los pequeños brotes que provienen de la planta madre, incluso si provienen de una línea de primera calidad. Esto resulta en desequilibrios en la producción y en el aspecto económico. Para mejorar el anclaje, el suministro de agua y nutrientes, el sistema de raíces de las plantas de banano se extiende a más de 0.60 m. Por lo tanto, es necesario aplicar una fertilización siguiendo las recomendaciones y medidas correctas para obtener altos rendimientos (3).

La aplicación de fertilizantes hidrosolubles para el sistema radicular mejora el estado fisiológico de la planta promoviendo mayor masa radicular, debido a que su fácil absorción es inducido intracelular en periodo de 10-12 minutos (4).

Según Pérez (40), los productos con altas concentraciones de fósforo ayudan en la división celular, en combinación de fuentes nitrogenadas mejorando la síntesis de proteínas en la planta, especialmente a los retoños (hijos) que necesitan en gran cantidad. Sin embargo, estas fuentes nutricionales en mezclas de ácido bórico, permite generar aminoácidos que son aprovechados por la planta en la participación de reacciones metabólicas, fundamentando un correcto inicio y desarrollo a las plantas hijos (5).

Por otra parte, el empleo del activador urphos que se compone de: Nitrógeno (17%) nutriente esencial en forma de ion nitrato, promotor de aminoácido, amidas y proteínas; induce diversos complejos metabólicos del banano, fósforo (44%) promueve un rizoma sano y un sistema radicular fuerte, siendo un componente de coenzimas. Además, el uso de ácido bórico permite que la planta asimile con más rapidez los nutrientes empleados y a su vez aplicar sus efectos como nutriente influyente en el rendimiento.

La presente investigación busca obtener resultados en el mejoramiento de la masa radicular de los retoños, empleando activadores tales como urphos más ácido bórico con la finalidad de aumentar el estado fisiológico de la planta, que permita demostrar una fruta de calidad para la exportación.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

Las raíces son uno de los órganos más vitales de las plantas, permitiendo absorber nutrientes para obtener un buen estado fisiológico; por ende, si existe poca masa radicular la planta no presentara un crecimiento y desarrollo adecuado, viéndose afectado al final de la producción, generando daños y pérdidas a los productores.

El sector bananero emplea productos químicos para la nutrición y fortalecimiento del mismo; la deficiencia del manejo inadecuado minimiza el proceso de absorción de los fertilizantes en la planta ocasionando la limitación del crecimiento radicular, compactación y erosión en el suelo.

Diagnóstico del Problema

La deficiencia radicular en el cultivo de banano puede ser causada por varios factores que limitan el desarrollo y funcionamiento óptimo del sistema de raíces lo que puede dar lugar al volcamiento de las plantas debido a la falta de nutrientes. Cuando el sistema radicular no puede absorber adecuadamente los nutrientes esenciales, como el nitrógeno, el fósforo y el potasio, las plantas se vuelven débiles y tienen dificultades para mantener su equilibrio y estabilidad. A medida que la deficiencia nutricional persiste, las raíces se debilitan y no pueden proporcionar un anclaje sólido para las plantas de banano, lo que aumenta el riesgo de que se vuelquen.

Formulación del Problema

¿Cuál sería el comportamiento de los activadores para el sistema radicular en el cultivo de banano (*Musa paradisiaca*) variedad Gran Williams?

Sistematización del Problema

¿Al aplicar se activará el sistema radicular en el cultivo de banano variedad Gran Williams?

¿Cuál sería el comportamiento del desarrollo fisiológico bajo la aplicación de los activadores?

¿Cómo ha impactado las dosis de los activadores de raíces en el cultivo de banano?

1.2. Justificación

El presente trabajo experimental sobre los fertilizantes activadores urphos y ácido bórico en diferentes dosificaciones en el cultivo de banano es fundamental debido a la necesidad de mejorar la eficiencia y el rendimiento del cultivo de banano. El banano es una planta que requiere una nutrición adecuada para su crecimiento óptimo, y la aplicación de fertilizantes es una práctica común para suplir los requerimientos nutricionales. Sin embargo, existe la necesidad de explorar alternativas que maximicen la absorción de nutrientes por parte de las raíces de las plantas de banano, y los activadores como urphos y ácido bórico se presentan como opciones prometedoras.

Mediante esta investigación, se busca determinar las dosificaciones más efectivas de estos fertilizantes para estimular el crecimiento radicular, mejorar la absorción de nutrientes y, en última instancia, incrementar el rendimiento y la calidad de los frutos de banano.

El cultivo de banano es una de las principales fuentes de ingreso no petroleras para el Ecuador, que ocupa grandes extensiones de terreno con una superficie de siembra aproximada de 230.000 hectáreas, mayormente se concentra en tres provincias del litoral, como Guayas, Los Ríos y El Oro (92%) y entre otras 7 provincias (8%).

La aplicación de activadores como (urphos más ácido bórico) contribuye a mejorar la parte radicular de la planta del cultivo de banano porque contiene nitrógeno, fósforo y boro, siendo productos solubles que ingresan más rápido a la planta, sin pérdidas por fijación de estos nutrientes, permitiendo darle un mejor vigor y anclaje a la planta.

El trabajo de investigación permitirá comprender la aplicación de los dos activadores descritos anteriormente en diferentes dosis, logrando obtener un mejor resultado en la masa radicular, consiguiendo que la planta presente un mejor vigor y desarrollo, ayudando a los agricultores de manera eficaz en los rendimientos de producción.

1.3. Objetivos

1.3.1. *Objetivo General*

Evaluar el comportamiento de los activadores del sistema radicular en el cultivo de banano variedad Gran Williams.

1.3.2. *Objetivos Específicos*

- Determinar el desarrollo fisiológico de la variedad Gran Williams bajo la aplicación de activadores en el sistema radicular.
- Determinar el incremento de masa radicular en cada tratamiento de estudio.
- Identificar la dosificación de los activadores que origine mayor crecimiento del sistema radicular.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco Conceptual

2.1.1. *Banano*

El banano es una de las frutas más cultivadas y consumidas a nivel mundial debido a su valor nutricional y comercial. El cultivo de banano tiene un impacto socioeconómico significativo en muchas regiones, generando empleo y contribuyendo a la economía local (6).

2.1.2. *Sistema Radicular*

El sistema radicular del banano es fundamental para el crecimiento y desarrollo de la planta, ya que es responsable de la absorción de nutrientes, agua y anclaje al suelo. Un sistema radicular saludable y vigoroso es crucial para garantizar el rendimiento y la calidad de los racimos de banano (7).

2.1.3. *Activadores del Sistema Radicular*

Los activadores del sistema radicular son sustancias o técnicas que estimulan el crecimiento y desarrollo de las raíces en las plantas de banano. Estos activadores pueden incluir tratamientos químicos, biológicos o culturales que promueven la elongación y ramificación de las raíces, aumentando así la capacidad de absorción de nutrientes y agua (7).

2.1.4. *Beneficios*

El uso de activadores del sistema radicular en el cultivo de banano puede tener varios beneficios, como mejorar la resistencia de las plantas a condiciones ambientales adversas, incrementar la eficiencia de absorción de nutrientes, y aumentar el rendimiento y la calidad de los racimos. Además, los activadores del sistema radicular pueden ayudar a reducir el uso de fertilizantes y pesticidas, promoviendo prácticas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente en la producción de banano (9).

2.2. Marco Referencial

2.2.1. Banano (*Variedad Williams*)

El banano (*Musa paradisiaca*) es la fruta tropical más cultivada y una de las cuatro más importantes en términos globales, existen más de 190 mil dedicadas a la producción de banano de exportación en el Ecuador. Siendo el banano la segunda fuente de ingresos al estado (36).

2.2.1.1. Origen y Descripción.

La variedad Williams por sus características del cultivo, manifiesta una alta producción y la calidad en el fruto que produce, además, es una planta semi enana de pseudotallo vigoroso y amplio sistema radicular, que le da mayor resistencia al volcamiento por vientos. (34).

Esta variedad es la segunda en importancia, su sistema de plantación es de manera triangular, sus hojas están en posición ligeramente erguida por consiguiente tiene un menor potencial fotosintético y se adapta a las condiciones adversas (37).

2.2.1.2. Taxonomía.

Tabla 1

Clasificación Taxonómica del Banano

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Zingiberales
Familia:	Musaceae
Género:	Musa
Especie:	<i>M. acuminata</i>

Fuente: (6)

2.2.1.3. Fisiología de la Planta.

El cormo, una vez plantado inicia su brotamiento mediante la emisión de hojas, cuyas vainas van a formar el pseudotallo, cuando se han formado alrededor de 20 hojas y quedan algunas por salir en la zona superior del cormo se produce la diferenciación o inicio del tallo floral y este se abre paso por el centro del pseudotallo. Al terminar este proceso se inicia la yema floral en forma de un domo, el mecanismo que induce a este cambio parece ser la llegada de la planta a un determinado desarrollo vegetativo, (34).

En condiciones normales de crecimiento en los trópicos, esto ocurre 7-8 meses después de la siembra, con inflorescencias o brotes que aparecen después de 20 días, apareciendo en las regiones terminales del pseudotallo. Una vez que comience la emisión visible de las flores, el ramo aparecerá completamente estirado con todas las flores visibles durante un período de 12 a 14 días, (50).

Los frutos que por efecto del doblaje del racimo quedan apuntando hacia abajo o colgando, se van volteando para quedar apuntando hacia arriba a los 8- 12 días de la emisión. De la emisión floral a la cosecha transcurren entre 80 a 90 días usualmente, aunque en condiciones no óptimas esto puede prolongarse a 120- 150 días. Para un buen desarrollo de los frutos se requiere que la planta tenga un mínimo de 8 hojas funcionales, aunque normalmente hay 10 a 15 (50).

2.2.1.4. Características Agronómicas.

Según Vargas (37), manifiesta las características agronómicas de banano cultivar Williams:

- Presenta un sistema radicular alcanzando un largo de 50 a 150 centímetros.
- Alcanza una longitud de inflorescencia de 75 a 150 centímetros.
- El pseudotallo alcanza una altura que oscila entre los 2 a 3 metros. El diámetro del mismo es de 35 a 50 centímetros, siendo de un color verde.

2.2.1.5. Sistema Radicular.

La raíz es un órgano de vital importancia para las plantas de banano, este órgano sirve no solamente de sostén, sino que a través de él las plantas toman agua y nutrimentos. Por esta razón, la adecuada nutrición mineral del cultivo depende totalmente del buen estado, esto a la vez repercute directamente en el estado del racimo y consecuentemente en la producción del sistema radical (7).

El sistema radicular de las musáceas es fasciculado y fibroso, las cuales se encuentran conformadas por raíces primarias, secundarias y terciarias. Según León (49) las raíces superiores se extienden en sentido horizontal hasta cinco metros; las inferiores pueden penetrar hasta 1.5m de profundidad.

Las raíces del banano requieren de las mejores condiciones del suelo para un crecimiento normal, el suelo debe ser poroso y profundo con adecuada aireación y con una buena fertilidad natural. Cualquier barrera física o química que limite el crecimiento de la raíz reduce significativamente el potencial productivo de la planta (7).

2.2.1.6. Factores que Afectan el Desarrollo de la Raíz.

Son muchos los factores que afectan el desarrollo de la raíz, sin embargo, aquellos considerados más importantes se analizan a continuación.

2.2.1.7. Suelo.

La dirección del crecimiento de la raíz está regulada por la acción de procesos denominados tropismos, estos procesos están básicamente relacionados con las propiedades del suelo tales como profundidad efectiva, textura, estructura, niveles freáticos y fertilidad. Las deficiencias minerales del suelo, los ácidos húmicos y la aplicación excesiva de productos químicos, pueden retardar el crecimiento de las raíces o inducir a un mal desarrollo de las mismas (8).

2.2.1.8. Plagas y Enfermedades.

Existen muchas plagas que afectan el cultivo de banano que se clasifican dependiendo hacia el punto de ataque, por ejemplo: Insectos de las raíces se encuentra el picudo negro (*Cosmopolites sordidus*), picudo rayado (*Matamasius hemípteru*), cucarrón (*Eutheola bidentata*), nematodos (*Radopholus similis*; *Helicotylenchus multicintus*) (9).

2.2.1.9. Excesos de Humedad.

La acumulación de agua por falta de drenaje reduce el espacio con aire del suelo, esto limita el intercambio gaseoso reduciendo la entrada de oxígeno atmosférico (O₂) y evitando la salida de dióxido de carbono (CO₂), en ausencia de oxígeno las raíces puede sufrir daños severos e incluso morir (7).

El nitrógeno es un constituyente clave de enzimas fotosintéticas, especialmente en la enzima Rubisco. Alrededor del 75% del nitrógeno de las hojas está contenido en los cloroplastos. Bajo deficiencia de nitrógeno se produce degradación de clorofilas lo que conduce a pérdidas de color verde en las hojas. El potasio es activador de muchas enzimas fotosintéticas, está involucrado en la asimilación de CO₂; en la regulación del transporte de azúcares en el floema, es un osmolito importante relacionado la expansión de tejidos de la planta y es importante para la regulación hídrica de la planta (10).

2.2.2. Nutrición del Banano

Esta práctica generalmente se realiza con la intención de devolver al suelo los nutrientes extraídos por la planta. La nutrición de la planta de banano si es abonada orgánicamente se debe emplear cada 2 meses aplicando materiales como sulfato de potasio, compost, roca fosfórica (11).

El grado de respuesta del plátano a la fertilización, de igual manera que otros muchos cultivos, no es uniforme en todos los suelos, sino que depende del contenido inicial o potencial nutricional de estos, el pH óptimo para una absorción eficiente es entre 5,5 a 6,5 (4).

Con pH altos el Fósforo (P), Hierro (Fe), Zinc (Zn), Magnesio (Mg), Cobre (Cu) y Boro (B) bajan notablemente su disponibilidad, con pH bajo el cultivo puede sufrir toxicidad de Aluminio (Al), Manganeso (Mn) o de algunos metales pesados, además de baja disponibilidad de Fósforo (P) (4).

En el manejo de fertilizantes según Silva (8), recomienda aplicar nutrientes a la planta hasta un poco antes de la floración, para luego concentrar los esfuerzos en el hijo de sucesión. Se ha estudiado también la forma de aplicar los nutrientes y se ha demostrado que la mejor opción, dentro de varios tratamientos.

Esta forma es de colocar el fertilizante frente al hijo de sucesión en un área concentrada, considerándose que existe una adecuada cantidad de raíces en un anillo que se localiza de 30 hasta 60 cm de distancia de la planta, por lo que se recomienda fertilizar frente al hijo de sucesión en una semiluna de un ancho de 30 cm. En este tipo de plantaciones la fertilización está orientada hacia la nutrición del hijo, y no tanto hacia la nutrición de la planta madre (7).

Actualmente, se cuenta con diversas herramientas para determinar el contenido de los minerales en las plantas y el suelo, tal es el caso de los análisis foliares y los análisis de suelos, importantes a la hora de diseñar un plan de fertilización balanceado (12).

2.2.2.1. Análisis del Suelo.

Un análisis de suelo es una parte esencial de cualquier programa de manejo agronómico en la producción agrícola. Todo manejo de riego y nutrición debe tener como punto de partida un análisis de suelo además de análisis de agua de riego, así se podrá tener acceso a la información que nos permita ejecutar el mejor programa de riego y abonado posible para nuestras condiciones (13).

Por lo general un análisis de suelo se lo hace con el fin de conocer la cantidad de nutrientes disponibles para poder implementar programas de fertilización acorde a los requerimientos nutricionales que tenga el cultivo, tomando en cuenta que es un proceso costoso por lo que no se debe hacer un mal uso de ella (14).

2.2.2.2. Fertilización al Drench.

Drench significa mojado y es considerado como una técnica de fertilización que consiste en aplicar sobre la superficie del suelo, la mezcla de fertilizantes tradicionales disueltos en agua, a diferencia de la técnica del fertin que es inyectada (3).

Esta técnica consiste en la aplicación de nutrientes disueltos en agua con la ayuda de una bomba de mochila y se lleva a cabo con la aplicación del fertilizante sobre el suelo, para que sean absorbidos por las raíces de las plantas (15).

Drench es muy beneficioso en la producción intensiva del cultivo de banano, ya que ayuda a mejorar los ciclos productivos gracias a la composición de los productos como el Biobonb3, Eslabón raíz y H2H, pues estos estimulan, fortalecen y aportan a la planta nutrientes necesarios para su desarrollo y producción, facilitando así la rentabilidad de la producción, acortando ciclos en los cultivos y haciendo la producción más vigorosa, además de aportar de una manera más soluble los minerales y nutrientes requeridos para la plantación (16).

En la investigación realizada por (38), sostiene que con el uso del sistema Drench, se visualiza efectos positivos en el desarrollo fisiológico de las plantas, además en su investigación se asienta que mejora el crecimiento y desarrollo del sistema radicular.

2.2.2.3. Fertilizantes para el Sistema Radicular.

La aplicación de fertilizantes al sistema radicular es de potencializar la raíz induciendo la inmediata absorción por tejidos subterráneos, presentar porcentajes del 50% del nitrógeno asimilable en un periodo de tan solo de 10-12 minutos. Estimula el desarrollo radicular, mejora la resistencia de estrés hídrico y además a la salinidad de los fertilizantes, aumentando la presencia de microorganismos eficientes, generando un aumento en el estado fisiológico en base a la capacidad fotosintética (39).

2.2.2.3.1. Fertilización Nitrogenada.

La respuesta del cultivo de banano al N, está asociada a su contenido en el suelo, a la dosis, fuente y época de aplicación de fertilizantes minerales. Además, se debe considerar que las raíces pueden absorber formas orgánicas del nitrógeno, en cantidades que se consideran insignificantes, tales como: péptidos, urea y aminoácidos, estos transportadores se presentan en células de raíces en mayor o menor medida (17).

Orozco & Pérez (40), realizaron un ensayo en donde encontraron que la planta respondía bien a niveles de fertilización de N entre 290 y 300 kg ha⁻¹, pero siempre y cuando las condiciones de humedad del suelo se mantuvieran iguales o inferiores a -10 en capacidad de campo.

La translocación de nitrógeno es un proceso importante en la vida de las plantas, alimentando rápidamente con aminoácidos a las hojas jóvenes, dependiendo del modo de empleo del nitrógeno es aprovechable por la planta, de hecho, se prevé que cuando existe un suministro inadecuado de nitrógeno, este mineral presente en las hojas viejas se moviliza hacia hojas jóvenes con la finalidad de cubrir la demanda nutricional de planta, sin embargo, dicho evento metabólico representa una hidrólisis de las proteínas, surgiendo el estado proteólisis. Síntomas que se presentan como clorosis, amarillamiento de las hojas viejas (11).

a. Nitrógeno N (17%)

El nitrógeno (N) es considerado uno de los nutrimentos de mayor importancia en el manejo de la fertilización del cultivo del banano, debido a que las necesidades de este nutrimento en la planta de banano son altas, ya que participa en la fotosíntesis, en la respiración y muchos otros procesos metabólicos y fisiológicos. Además, es un componente importante de la estructura de proteínas, ácidos nucleicos, vitaminas, reguladores de crecimiento y muchos otros componentes (18).

La fertilización del nitrógeno es esencial en la formación de proteínas, aminoácidos, ácidos nucleicos, etc. En banano es esencial para obtener una planta vigorosa y fruta grande y bien formada. Si sufre de deficiencia se observa en la planta un crecimiento lento, pequeña, hojas amarillas y fruta pequeña, por último, los niveles óptimos en la hoja son 2.5- 3% (18).

b. Deficiencias de Nitrógeno

Según Price (41), menciona que el diagnóstico visual de deficiencia nutricional provee uno de los medios más valiosos para evaluar, identificando los siguientes síntomas:

- Tasa de crecimiento muy pobre
- Colapso de los cloroplastos (clorosis en las hojas)
- Hojas amarillentas y verde-pálidas
- Reducción de la etapa de crecimiento vegetativo

2.2.2.3.2. Fertilización Fosforada.

El fósforo (P) ayuda a producir un rizoma sano y un sistema de raíces fuerte, además tiene influencia en la fijación de las flores y en el crecimiento vegetativo general. El comportamiento de este elemento en las musáceas ha sido muy discutido (19).

Según Párraga (42), determinó que el fósforo es importante en la formación de raíces y del racimo, sus deficiencias son difíciles de detectar en campo; sin embargo, disminuye el ritmo de producción de hojas, las cuales se presentan muy verdes con clorosis marginal, seguida de una necrosis, ocurre un acaparamiento de la planta, y posteriormente su muerte prematura, recomienda que en una plantación se le debe aplicar de 25 a 50 kg de fósforo por hectárea cada año. Las fuentes de fertilización son varias, sin embargo, cuando comparamos DAP y urphos 44 las diferencias en eficiencia son grandes pese a que proporcionan el mismo elemento.

La absorción del fósforo se realiza por medio del sistema radicular en concentraciones muy bajas, Generalmente el contenido de fosfato de las células de raíz y la savia de la xilema es aproximadamente de 100 a 1000 veces más altas que la de la solución de suelo. Cuando la planta absorbe definitivamente este elemento es accionado en las actividades metabólicas de la planta, ya que es muy móvil intracelular (20).

a. Fósforo

El fósforo ayuda a producir un rizoma sano y un sistema de raíces fuerte. Además, tiene influencia en la fijación de las flores y en el crecimiento vegetativo general. Es uno de los tres nutrientes primarios y es absorbido por las raíces de la planta de banana, principalmente en la forma de ortofosfato (H_2PO_4). Es un componente del azúcar-fosfato, de los ácidos nucleicos, coenzimas, fosfolípidos, ácido fítico, entre otros. Juega un rol central en las reacciones que involucran a la ATP. Este elemento resulta necesario para los diversos procesos vitales tales como la fotosíntesis, el metabolismo de los carbohidratos, y la transferencia de energía dentro de la planta. Ayuda a las plantas a acumular y a utilizar la energía de la fotosíntesis, a desarrollar las raíces, acelerar la madurez y resistir el estrés (21).

b. Función del Fósforo P_2O_5 (44%)

Su función es como buffer de pH de la célula; control de la síntesis de almidones, en la respiración climatérica durante la madurez del fruto; conductor de energía (ATP); reducción de NADP a NADPH liberando energía para la respiración, glicólisis y fijación de CO_2 ; requerido para la síntesis de sucrosa; síntesis de fosfolípidos y formación de celulosa. La acidez aumenta la eficiencia en la captación de nutrientes por la planta, la cual produce más clorofila en la hoja y mayor fotosíntesis neta, en consecuencia, una productividad más alta del cultivo. Para aplicación en fertiirrigación, aplicación foliar o en banda (22).

c. Deficiencia de Fósforo

Según Besford (43), indica que cuando se presenta deficiencias en las plantas de este nutriente se presenta los siguientes síntomas:

- Crecimiento retardado y la relación de peso seco entre la parte aérea/raíz.
- Tasas reducidas de crecimiento de los nuevos retoños.
- Disminución de la formación frutos y semillas.
- Aparición en las hojas viejas de clorosis en sus bordes.
- Manchas marrones y purpúreas.
- La deficiencia de P provoca un completo cese en la elongación, a una altura de 60 cm las hojas se hace tipo roseta y las más viejas se vuelven irregularmente necrótica.
- La producción de hojas se reduce y aparece una clorosis marginal. Y en los casos severos a dichos problemas le sigue una muerte prematura.

2.2.2.3.3. Urea Fosfato (Urphos).

La urea fosfato es un fertilizante inorgánico soluble con un compuesto de nitrógeno y fósforo. Nitrógeno (N) 17%; Fósforo (P₂O₅) 44% es ideal en las primeras fases vegetativas de cualquier cultivo, ya que es un momento en el que las plantas necesitan grandes cantidades de P para desarrollar un sistema radicular potente, y a su vez N para potenciar el crecimiento vegetativo. En cultivos que tienden a mostrar carencias de P, o en fases fenológicas críticas, la urea fosfato soluble proporciona una fuente rápida de P para eliminar de manera casi inmediata deficiencias mediante la aplicación foliar (44).

La interacción entre el Nitrógeno y el Fosforo aporta a la sustentabilidad del sistema productivo, siendo una opción conveniente para la fertilización, la concentración total P en los cultivos generalmente varía de 0.1 a 0.5 %, una vez en el interior de las raíces, el P puede almacenarse o transportarse a las partes superiores de la planta, la dosis puede variar desde 50 kg a 300 kg por hectárea (45).

En los últimos años (2012 a 2022) el uso urea fosfato UP, ha ido en aumento ya que es un fertilizante soluble en agua con una alta concentración de nitrógeno ureico y fósforo, en forma cristalina y de alta pureza. Se recomienda el uso de UP al comienzo del crecimiento vegetativo cuando la planta requiere grandes cantidades de fósforo para desarrollar un sistema radicular, siendo ideal para sus necesidades. Su fórmula especial presenta una fuerte acción acidificante que ayuda a mantener el sistema de riego limpio de costras y desmoviliza los oligoelementos fijados en los coloides del suelo que son útiles para la planta (23).

a. Características de Urphos

La urea de fosfato es un compuesto químico de fórmula $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$. Se encuentra en mayor proporción en la orina, en el sudor y en la materia fecal. Es el principal producto terminal del metabolismo de las proteínas en los mamíferos, como los humanos. Es uno de los pocos compuestos orgánicos que no tienen enlaces C-C o C-H. Se obtuvo originalmente mediante la síntesis de Wöhler, que fue diseñada en 1828 por el químico alemán Friedrich Wöhler (45).

Una forma eficiente de sintetizar, en alto rendimiento, una nueva familia de ligandos bifuncionales que llevan un intercambiador catiónico basado en un grupo fosfórico similar al HDEHP y un grupo donante-solvente basado en una fracción de óxido de fosfina similar al TOPO del sistema sinérgico URPHOS. El sistema sinérgico URPHOS. Estas moléculas "autosinérgicas" presentan una mayor eficacia de extracción de U(VI) hacia Fe (III) a partir de una solución concentrada de ácido fosfórico en comparación con el uso de dos moléculas en una proporción sinérgica (47).

2.2.2.3.4. Fertilización con Boro.

El boro (B) es esencial para el desarrollo de las flores, para la fijación de los frutos, la traslocación de los azúcares, absorción y movimiento del calcio, debido a que el boro es requerido para el desarrollo de la raíz y la fortaleza de la planta, la deficiencia de boro se presenta en suelos ácidos. Sin embargo, pese a que es un ácido hay que recordar que es un ácido débil de Lewis y se tiene que acidificar para que suba a la planta se debe de realizar en conjunto con Fósforo, y recomendación necesaria para el suelo y el cultivo, los productos comerciales Granubor, Ácido Bórico, Bórax, Solubor, entre otros (19).

La deficiencia de boro no es común en bananas., los síntomas de la deficiencia de boro son: curvado y deformación de la hoja y rayas blancas en forma perpendicular a las venas en la parte inferior de la lámina, la tasa de absorción de B en el campo es constante desde la aparición de los retoños hasta la cosecha – 40 mg/planta/mes (19).

a. Ácido Bórico

El Ácido Bórico es un fertilizante hidrosoluble con una composición del 17%, con alta concentración de boro y de reacción ácida utilizado como corrector de carencia o fuente de boro, es el elemento fundamental para los cultivos debido a que es requerido en pequeñas cantidades, actúa en el transporte de azúcares, síntesis de la pared celular, desarrollo y crecimiento de procesos reproductivos, en el metabolismo de las plantas, etc. (12).

Se debe aplicar el Boro antes de la floración debido a que es el momento idóneo cuando la planta de banano lo asimila, lo utiliza en su totalidad en el desarrollo del fruto ya que influye en el cuajado del fruto, así como también en la formación de nuevas hojas antes de la aparición de la bellota (11).

b. Características del Ácido Bórico

El ácido bórico (H_3BO_3) son compuestos comunes que contienen boro. El ácido bórico y sus sales de borato sódico son ingredientes activos de productos plaguicidas utilizados como insecticidas, acaricidas, alguicidas, herbicidas, fungicidas y conservantes de la madera (24). El ácido bórico y las sales de borato existen de forma natural en las rocas, el suelo, las plantas y el agua como formas del elemento natural boro (24).

Actualmente es conocido que el ácido bórico se trata de un componente químico que viene derivado del boro combinado con el agua, gracia a sus características, este ácido se considera de carácter débil, con una pureza casi completa cuando se encuentra en estado sólido y fácil de manejar y almacenar gracias a su estabilidad. El ácido bórico es un aliado excelente para la producción de otros compuestos, debido a su capacidad catalizadora (25).

En el área agrícola industrial, el ácido bórico se utiliza para diversos fines u objetivos, entre ellos podemos encontrar:

- Sirve para dispersión de diversos fertilizantes mediante el sistema de riego.
- Cuando se trata de aguas duras, este químico actúa sobre ella, mejorándolas.
- Corrige el agua como agente limpiador de las instalaciones.
- Se emplea en abono y fertilizante (25).

2.2.3. Revisión Histórica del Tema en Estudio

El primer fertilizante industrial de la historia, el superfosfato simple se hizo en Inglaterra en 1842. Hacia la mitad del siglo diecinueve el fósforo era el principal nutriente que limitaba la producción agrícola. El origen de la industria de fertilizantes fosfatados proviene de los residuos de la industria frigorífica, cuando Sir John Bennet Lawes de Rothamstead procesó con ácido sulfúrico los restos de las carcasas para transformar el fosfato tricálcico de los huesos, la urea de fosfato fue producido por primera vez en 1916. El fósforo junto a otros nutrientes de origen mineral, comenzaron a extraerse en gran escala a nivel mundial en 1940, lo que marca el inicio de la moderna industria de los abonos químicos (15).

La dinámica de los últimos veinte años, en que la producción de granos y carnes aumentó desde 35 hasta casi 80 millones de toneladas, fruto en parte de la entrada en producción de nuevas tierras como de la intensificación agrícola que elevó los rendimientos unitarios aceleró el ciclo de depleción como de reconstrucción. El principal destino de los fertilizantes son los cultivos de granos, de los que los cereales comprenden el 50 %. La práctica agronómica indica que debe contarse con una buena disponibilidad de P a la siembra que se logra con dosis entre 40 y 80 kg/ha de P₂O₅ en la línea de siembra de todos los cultivos y pasturas (15).

La investigación realizada por Him *et al.*, (19), en plántulas de onoto con la aplicación de urphos en 3 dosis diferentes, tratamiento con la dosis de 0,5 g. planta⁻¹ aplicada cada 15 días, dio mejor resultado en altura de planta (40 cm), diámetro del tallo (6,28 mm), biomasa fresca, seca aérea y radical (1,4 y 1,39 g), siendo la adecuada para el buen desarrollo del cultivo de onoto durante la fase de vivero.

Para el mayor crecimiento del cultivo de banano (*Musa paradisiaca*) es necesario una buena fertilización basada en componentes de nitrógeno y fósforo (26). A mayor dosis de componentes nitrogenados la altura de la plantación se incrementará significativamente (27). Los activadores ejercen un papel fundamental en el sistema radicular de las plantas (53). La utilización de fertilizantes químicos para la estimulación de crecimiento en banano da respuesta a la altura de la planta integrando que uno de ellos es el ácido bórico el cual tiene una funcionalidad de crecimiento y desarrollo de la planta (28). El uso de fertilizantes translaminares compuesto por NPK + EM fue de índices altos, dicho por Rivas (29) en el cultivo de alta densidad en diferentes dosis de compuesto nitrogenado se da gracias a la fertilización en pseudotallo como lo indica (30).

La aplicación de urphos, reduce el pH de los suelos alcalinos, disuelve los micronutrientes que normalmente precipitan al usar fertilizantes que generan pH altos ($\text{pH} > 7$) además es una forma eficiente de suministrar el fósforo a través de los sistemas de irrigación y se puede mezclar con urea granular o perlada, lo cual ayuda a evitar la pérdida de NH_3 proveniente de la descomposición de la urea, cuando ésta se aplica superficialmente al suelo. Los fertilizantes de alta solubilidad y pureza como urphos 44 se aplican en el riego en cantidades que van de 0,1% a 1,0% (100 gr a 1 Kg por cada 100 litros de agua) (31).

La aplicación de B (ácido bórico 17%) en plantas vid para el incremento a nivel foliar y crecimiento de raíces, aplicando dosis de 0, 1, 2 y 4 kg/ha en el suelo con un sistema de riego por goteo, las dosis de 2 y 4 kg/ha tuvieron mejores resultados en el peso y largo de raíces, sin embargo, con una sola aplicación no se puede observar las diferencias en el sistema radicular (32).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

El proyecto de investigación se realizó en la empresa “Agro Aéreo”, siendo propietario el Sr. Omar Javier Juez Zambrano, ubicado en el km 12 vía Quevedo – Valencia, en el cantón Valencia provincia Los Ríos, con las coordenadas 0° 57’ 09’’ de latitud sur y 79° 21’ 11’’ de longitud oeste, a una altura de 60 metros sobre el nivel del mar. Las cuales se observan en la tabla 2.

Tabla 2

Características agrometeorológicas de la zona de estudio de la investigación

Parámetros	Promedio
Temperatura	26°C
Humedad relativa, %	87%
Precipitación Anual mm	2136 mm
Topografía	Irregular

Fuente: (33).

Elaborado: Autora.

3.2. Tipo de Investigación

La investigación se realizó en campo, siendo de tipo experimental donde se evaluó los tratamientos de activadores para el sistema radicular en el cultivo de banano. Lo que permitió obtener los datos de las variables de respuesta para luego ser tabulados y comparados estadísticamente.

3.3. Métodos de Investigación

En la investigación se empleó el método deductivo para llegar a conclusiones lógicas después de la aplicación de los activadores, el método analítico permitiendo evaluar las variables, también el método de observación e interpretación logrando la recolección de los datos en cada tratamiento para lograr interpretar los resultados obtenidos.

3.4. Fuentes de Recopilación de Información

La recopilación de información primaria se realizó por medio de las observación y recolección directa de datos registrados en la evaluación de las variables delimitadas, mientras que la información secundaria se la obtuvo por medio de libros, revistas, publicaciones en línea, tesis etc.

3.5. Diseño de la Investigación

3.5.1. Factores de Estudio

Se estudió un solo factor constituido por los activadores del sistema radicular durante 90 días de evaluación después de la aplicación.

3.5.2. Tratamientos

Se realizaron cuatro tratamientos, en los cuales se llevaron a cabo diferentes dosis de urphos mezclado con ácido bórico, tal como se observa en la tabla 3.

Tabla 3

Activadores del sistema radicular en el cultivo de banano (Musa paradisiaca) variedad Gran Williams

Tratamientos	Dosis/ha	Dosis/tra
T1	0	0
T2	25kg/ha+2kg/ha	1,875g+150g
T3	50kg/ha+2kg/ha	3,750g+150g
T4	75kg/ha+2kg/ha	5,625g+150g

Elaborado: Autor.

3.5.3. *Diseño Experimental*

Se empleó el diseño bloques completamente al azar (DBCA), para evaluar el efecto de activadores en el sistema radicular con cuatro tratamientos, tres repeticiones y cinco unidades experimentales, en parcelas de 15 x 15m. Como se observa en la tabla 4.

Tabla 4

Esquema para el Análisis de Varianza

Fuente de variación	Grados de libertad
Total (n-1)	11
Tratamientos (t-1)	3
Error Experimental	8

Elaborado: Autor.

3.5.4. *Características del Área de la Investigación*

A continuación, se indica de manera más explícita las características del área donde se llevó a cabo la investigación. Las cuales se observan en la tabla 5.

Tabla 5

Características de las Unidades Experimentales

Número de tratamientos	4
Número de repeticiones	3
Número total de parcelas	12
Largo y ancho de la parcela	15 x 15 m
Número de plantas por parcela	30
Número de plantas útiles	5

Elaborado: Autor.

3.6. Instrumentos de Investigación

3.6.1. Manejo del Experimento

3.6.1.1. Demarcación de los Tratamientos.

Se identificaron las parcelas de 15m x 15m con la ayuda de un cabo, cada tratamiento se conformó de 30 plantas y para la evaluación de los parámetros se estudió 5 plantas al azar dentro del cuadro útil identificándolas con cintas de color negro (Anexo S).

3.6.1.2. Análisis de Suelo.

Se recolectaron 10 submuestras en área de estudio, 1kg de suelo al inicio y al final de la investigación, posteriormente las muestras fueron evaluadas en laboratorios de INIAP-Pichilingue; en donde se determinó un análisis de macro y micronutrientes más el estado de pH del suelo (Anexo U).

3.6.1.3. Análisis Foliar.

Se recolectaron 10 submuestras de hojas perteneciente a la hoja tres de la planta hijo; al inicio y al final de la investigación, posteriormente las muestras fueron evaluadas en laboratorios de INIAP-Pichilingue; en donde se determinó un análisis de macro y micronutrientes. Las muestras se transfirieron en fundas de papel (Anexo V).

3.6.1.4. Aplicación de los Activadores.

Se aplicó Urphos + Ácido bórico mezclado en las dosis ya establecidas presente en la tabla 3, con la ayuda de una bomba de mochila (capacidad 20 L), utilizando 15 litros de agua para la disolución del producto requerido en cada tratamiento, el cual posteriormente fue aplicado al hijo en media luna vía drench (Anexo W).

3.6.1.5. Labores Culturales.

Las labores culturales como cirugía de hoja, deshoje, descapotado de planta, desbellote, desmane, quitado de flor y embolsado de racimo son de gran importancia para mantener la sanidad, productividad y calidad en la producción del plátano. Estos trabajos rutinarios, son sencillos de efectuar y de bajo costo, los cuales fueron realizados anteriormente por los trabajadores.

3.6.1.6. Riego.

El banano es un cultivo exigente en agua por el tamaño de la planta y por el contenido que posee, en cambio lo que hay que aplicar agua es en el verano, el 85% de su constitución es agua. Los sistemas más utilizados de riego son goteo, por aspersión y por gravedad. En verano la necesidad alcanza 350 m³ aproximados de agua por semana/ha en las plantaciones de banano para obtener el rendimiento adecuado de las fincas.

Se mantuvo el riego a las plantas de banano de variedad Gran Williams en evaluación, para mantener la humedad del suelo, el tiempo de riego fue establecido de acuerdo al programa planeado por la hacienda (90 minutos dos veces en el día), asegurando la productividad y calidad de la fruta.

3.6.2. Variables a Evaluar

3.6.2.1. Altura de las Plantas Hijos (m).

Para la toma de los datos se escogieron 5 plantas al azar del área útil a evaluar, midiendo con un flexómetro a una altura del suelo de 0.20 m hasta el comienzo de la hoja, los datos se midieron cada mes hasta los 90 días después de implementado el ensayo (Anexo X).

3.6.2.2. Diámetro de Pseudotallo (cm).

Para la toma de este dato se procedió a escoger 5 plantas de banano completamente al azar del área útil a investigar, midiendo con una cinta métrica y la unidad se expresó en

centímetros, los datos se tomaron cada mes hasta los 90 días después de implementado el ensayo (Anexo X).

3.6.2.3. Número de Hojas.

Este parámetro se realizó cada mes hasta los 90 días después de implementado el ensayo a las plantas hijos, para la toma de este dato se escogieron 5 plantas al azar del área útil de la parcela (Anexo X).

3.6.2.4. Emisión Foliar.

Se registró este dato un día antes a la aplicación de los activadores (Anexo X), desde ese punto se tomaron los datos semanalmente hasta los 90 días después de implementado el ensayo. Se determinó con el siguiente cálculo matemático de la escala de Brun (54).

$$EF= FA - FP.$$

Donde:

EF: Emisión foliar.

FA: Emisión foliar actual.

FP: Emisión foliar pasada.

3.6.2.5. Peso Radicular Inicio.

Se recolectaron las raíces con la ayuda de un barreno, herramienta que la cual se efectuó diversas excavaciones, desde el corno del retoño se dejó unos 10 cm donde se procedió a realizar un cuadro de 13 x 26cm y 30 cm de profundidad, por consiguiente, se lavaron las raíces secándolas con toallas absorbentes. Para este dato se tomará 5 plantas por tratamiento (Anexo T).

3.6.2.6. Peso Radicular Final.

Se recolectaron las raíces con la ayuda de un barreno, herramienta que la cual se efectuó diversas excavaciones, desde el corno del retoño se dejó unos 10 cm donde se procedió a realizar un cuadro de 13 x 26cm y 30 cm de profundidad, por consiguiente, se lavaron las

raíces secundarias con toallas absorbentes. Para este dato se tomará 5 plantas por tratamiento (Anexo Y).

3.6.2.7. Número de Raíces Inicio.

Para esta variable se procedió a contabilizar el número de raíces que fueron escogidas para el peso inicial, se lavaron las raíces con el fin de eliminar los residuos de tierra y determinar el promedio de esta variable (Anexo T).

3.6.2.8. Número de Raíces Final.

Se contabilizó el número de raíces que fueron escogidas para el peso final, se realizó el mismo procedimiento especificado en la variable anterior para proceder a determinar el promedio de la variable (Anexo Y).

3.7. Tratamiento de Datos

Se realizó el análisis de varianza (ANOVA). Para el estudio de las dosis se realizó un análisis de varianza de la regresión por las variables diámetro del pseudotallo, altura de la planta, número de hojas y se empleó la prueba de Tukey al 95% de probabilidad para establecer la diferencia entre las medias de los tratamientos, de las variables emisión foliar, peso radicular y número de raíces, llevándose a cabo con el Software estadístico libre Infostat versión 2020, para el correspondiente procesamiento.

3.8. Recursos Humanos y Materiales

3.8.1. Recursos Humanos

- Docente director del Proyecto de Investigación
- Estudiante responsable de la investigación

3.8.2. *Materiales de Campo*

- Palilla
- Cinta métrica
- Flexómetro
- Cinta
- Gramera
- Botas
- Balde
- Fundas plásticas
- Etiquetas
- Bomba de mochila
- Urphos 17- 44
- Ácido bórico

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Altura de las Plantas Hijos (m)

Se registran los promedios de la variable altura de la planta de banano de variedad Gran Williams, donde sí se encontraron diferencias significativas. Entre los 30 y 60 días, el tratamiento 2 obtuvo mayor con 2.21 m y 2.41 m, se mantuvo el promedio alto hasta la finalización a los 90 días el tratamiento 1 y tratamiento 2 superando a los demás tratamientos dejando con menor promedio al tratamiento 4.

Los coeficientes de variación se presentaron de esta manera: Inicio, 30, 60 y 90 días con el 1.88, 2.99, 5.10, 6.84 % respectivamente (Tabla 6).

Tabla 6

Efecto de los activadores radiculares en la altura de banano (Musa paradisiaca), bajo dos esquemas de dosificación durante 90 días.

Tratamientos	Altura de las plantas hijo (m)			
	Inicio	30 días	60 días	90 días
T1: Testigo	1,79 a ± 0,04	2,18 a ± 0,06	2,40 a ± 0,03	2,57 a ± 0,11
T2: Urphos + Ácido bórico 1,875g+150g	1,82 a ± 0,06	2,21 a ± 0,06	2,41 a ± 0,06	2,57 a ± 0,11
T3: Urphos + Ácido bórico 3,750g+150g	1,84 a ± 0,04	2,19 a ± 0,05	2,39 a ± 0,13	2,52 a ± 0,20
T4: Urphos + Ácido bórico 5,625g+150g	1,80 a ± 0,06	2,14 a ± 0,11	2,35 a ± 0,15	2,53 a ± 0,18
CV (%)	1,88	2,99	5,10	6,84

4.1.2. Diámetro de Pseudotallo (cm)

El uso de los activadores en el cultivo de banano, en el diámetro del pseudotallo muestran que sí existieron significativas, en el tratamiento 3 al inicio se obtuvo mayor promedio de 40.9 cm de diámetros, mientras que después de los 30, 60 y 90 días el tratamiento 2 obtuvo el promedio más alto entre los demás tratamientos expuestos, los promedios más bajos de 38.5, 46.7, 56.5 y 61.5 se registraron al tratamiento testigo (Tabla 7).

Los coeficientes de variación se presentaron de esta manera: Inicio, 30, 60 y 90 días con el 2.54, 2.38, 5.06 y 6.17% respectivamente.

Tabla 7

Efecto de los activadores radiculares en el diámetro del pseudotallo de banano (Musa paradisiaca), bajo dos esquemas de dosificación durante 90 días.

Tratamientos	Diámetro de pseudotallo (cm)			
	Inicio	30 días	60 días	90 días
T1: Testigo	38,5 a ± 0,75	46,7 a ± 1,82	56,5 a ± 3,56	61,5 a ± 4,39
T2: Urphos+Ácido bórico 1,875g+150g	39,9 a ± 1,14	48,0 a ± 0,90	58,1 a ± 1,60	62,9 a ± 1,25
T3: Urphos+Ácido bórico 3,750g+150g	40,9 a ± 1,46	47,9 a ± 0,80	57,9 a ± 1,64	62,1 a ± 3,22
T4: Urphos+Ácido bórico 5,625g+150g	40,2 a ± 2,03	47,9 a ± 1,71	58,0 a ± 4,08	62,3 a ± 4,15
CV (%)	2,54	2,38	5,06	6,17

4.1.3. Número de Hojas

Respecto al número de hojas, no existió diferencia significativa en la aplicación de los tratamientos, al inicio los tratamientos más altos fueron el tratamiento 1, tratamiento 3 y tratamiento 4 con valores igualitarios a 10 hojas, se logró observar en los resultados que al día 30 el tratamiento 4 y el testigo obtuvieron el mismo promedio 14 hojas, mientras que en los días 60 y 90 todos los tratamientos obtuvieron el mismo número de hojas.

Los coeficientes de variación se presentaron de esta manera: Inicio, 30, 60 y 90 días con el 6.39, 4.10, 3.56, 4.77% respectivamente (Tabla 8).

Tabla 8

Efecto de los activadores radiculares en el número de hojas de banano (Musa paradisiaca), bajo dos esquemas de dosificación durante 90 días.

Tratamientos	Número de hojas			
	Inicio	30 días	60 días	90 días
T1: Testigo	10 a ± 0,35	14 a ± 0,23	16 a ± 0,42	18 a ± 0,00
T2: Urphos+Ácido bórico 1,875g+150g	9 a ± 0,64	13 a ± 0,50	16 a ± 0,35	18 a ± 0,40
T3: Urphos+Ácido bórico 3,750g+150g	10 a ± 0,53	13 a ± 0,46	16 a ± 0,50	18 a ± 0,83
T4: Urphos+Ácido bórico 5,625g+150g	10 a ± 0,61	14 a ± 0,72	16 a ± 0,72	18 a ± 1,21
CV (%)	6,39	4,10	3,56	4,77

4.1.4. Emisión Foliar

Se evaluó la emisión foliar en las plantas de banano semanalmente, donde sí existió diferencia significativa en los resultados que expusieron los activadores referentes a la dosis utilizada en cada tratamiento, en la emisión foliar pasada mostraron que el tratamiento 2 y tratamiento 3 y el testigo obtuvieron promedios similares de 0.37 indicando un crecimiento foliar adecuado dejando al tratamiento 4 con el más bajo 0.30 (Tabla 9). En la emisión foliar actual el tratamiento que presento mayor promedio fue el tratamiento 2 con 0.50 siendo el tratamiento 4 el más inferior con 0.43.

Los coeficientes de variación se presentaron de esta manera: Emisión foliar pasada 14.29 y Emisión foliar actual con 11.85% respectivamente.

Tabla 9

Efecto de los activadores radiculares en la emisión foliar de banano (Musa paradisiaca), bajo dos esquemas de dosificación durante 90 días.

Tratamientos	Emisión foliar	
	EF. P	EF. A
T1: Testigo	0,37 a ± 0,06	0,47 a ± 0,06
T2: Urphos+Ácido bórico 1,875g+150g	0,37 a ± 0,06	0,50 a ± 0,06
T3: Urphos+Ácido bórico 3,750g+150g	0,37 a ± 0,06	0,47 a ± 0,06
T4: Urphos+Ácido bórico 5,625g+150g	0,30 a ± 0,06	0,43 a ± 0,06
CV (%)	14,29	11,85

4.1.5. Peso Radicular (g)

En la evaluación del peso radicular, sí existió diferencia significativa donde se demostró que el tratamiento 1 supero los demás tratamientos al inicio de la investigación con 18.67, el tratamiento 2 expuso un peso radicular semejante al tratamiento antes mencionado (Tabla 10), al final de la evaluación del peso radicular el tratamiento 3 con 81.07 mostro mayor resultado entre los demás tratamientos evaluados dejando en constancia como al más bajo al testigo con 44.27.

Los coeficientes de variación se presentaron de esta manera: Peso radicular inicio 14.29 y Peso radicular final con 11.85% respectivamente.

Tabla 10

Efecto de los activadores radiculares en el peso radicular de banano (Musa paradisiaca), bajo dos esquemas de dosificación durante 90 días.

Tratamientos	Peso Radicular	
	Inicio	Final.
T1: Testigo	18,67 a ± 0,25	44,27 a ± 20,03
T2: Urphos+Ácido bórico 1,875g+150g	18,23 a ± 1,68	67,00 a ± 8,19
T3: Urphos+Ácido bórico 3,750g+150g	16,17 a ± 1,50	81,07 a ± 8,21
T4: Urphos+Ácido bórico 5,625g+150g	15,07 a ± 0,55	77,33 a ± 2,25
CV (%)	7,81	15,05

4.1.6. Número de Raíces

Se observó que sí existen diferencias significativas, donde el mayor número de raíces al inicio de la investigación lo obtuvo el tratamiento 2 con 5.53, y el menor promedio el tratamiento 4 con 3.60 (Tabla 11). Al final de la investigación nuevamente el tratamiento 2 demostró que el efecto de los activadores con dosis de 1,875g de urphos + 150g de ácido bórico logró obtener 15.60 dejando al testigo con la media más baja referente a los demás tratamientos estudiados.

Los coeficientes de variación se presentaron de esta manera: Número de raíz inicio 13.94 y número de raíz final 18.90% respectivamente.

Tabla 11

*Efecto de los activadores radiculares en el número de raíz de banano (*Musa paradisiaca*), bajo dos esquemas de dosificación durante 90 días.*

Tratamientos	Número de raíz	
	Inicio	Final.
T1: Testigo	5,07 a b ± 0,46	12,07 a ± 3,70
T2: Urphos+Ácido bórico 1,875g+150g	5,53 a ± 0,76	15,60 a ± 2,88
T3: Urphos+Ácido bórico 3,750g+150g	4,67 a b ± 0,81	15,33 a ± 0,90
T4: Urphos+Ácido bórico 5,625g+150g	3,60 b ± 0,40	15,53 a ± 1,17
CV (%)	13,94	18,90

4.2. Discusión

En los componentes que integran al fertilizante urphos se encuentra una fuente concentrada de nitrógeno y fosforo que ayudan a la nutrición de la planta, esto hace referencia a los resultados de la variable altura de la planta, indicando que el tratamiento 2 superó a los demás tratamientos con 2.21m a los 30 días, 2.41m a los 60 días, y 2.57m a los 90 días. Exponiendo que el uso del nitrógeno ayuda a incrementar la altura en los cultivos. Investigaciones realizadas por Basantes (26), indican que para mayor crecimiento del cultivo es necesario una buena fertilización basada en componentes de nitrógeno y fosforo.

Así mismo menciona Gaibor (27), que a mayor dosis de componentes nitrogenados la altura de la plantación se incrementará significativamente. Ortiz (53), indica que los activadores radiculares ejercen un papel fundamental en el sistema radicular de las plantas, en especial plantaciones de banano, la absorción de elementos que nutren a la planta se produce por vía radicular, el ácido bórico es uno de los elementos químicos que interactúa en la nutrición de la misma, transportado por vía xilema, hasta llegar al tallo, hojas y ápice vegetativo.

La utilización del ácido bórico en combinación con el urphos establece un incremento de productividad, el cual se basa en el cuaje del fruto del banano y en la aparición de nuevas hojas cuando este es fertilizado antes de la floración con este micronutriente, Delgado (28), menciona que la utilización de activadores radiculares para la estimulación de crecimiento en banano da respuesta a la altura de la planta integrando que uno de ellos es el ácido bórico el cual tiene una funcionalidad de crecimiento y desarrollo de la planta.

La aplicación de componentes químicos, en este caso se refiere a los activadores del sistema radicular, en la variable diámetro del pseudotallo expresa que el tratamiento 2 con dosis de Urphos 1,875g +Ácido bórico 150g determinó que es el tratamiento con mayor promedio referente a los demás tratamientos superando al testigo con porcentajes más bajos en base a los tratamientos estudiados.

En comparación con Rivas (29), manifiesta que en su investigación el uso de fertilizantes hidrosolubles tiene exceso de nitrógeno que promueven un rápido crecimiento de la planta, pero también puede llevar a una acumulación desequilibrada de nutrientes en las raíces.

El desequilibrio NPK en las raíces del cultivo de banano puede ser causado por un exceso de nitrógeno, una deficiencia de fósforo y/o un desequilibrio en la presencia de potasio, lo cual afecta la absorción y transporte de nutrientes en las plantas de banano, lo cual se verifica en el compuesto por NPK + EM en respuesta a la variable presente que se obtuvo en la investigación con valores de 21.05 cm con diferencia a los días de evaluación que fueron a los 24 días, a diferencia sobre el estudio de Tigasi (30), en su investigación del cultivo de alta densidad en diferentes dosis de compuesto nitrogenado, mediante sus resultados en la segunda fertilización aplicada, expresa que el pseudotallo tuvo un promedio de 20.66 cm siendo superior a los demás tratamientos con promedios de 20.43, 20.31 cm a los 56 días de su evaluación.

En cuanto al efecto de los activadores se observó que el tratamiento 2 con dosis de Urphos 1,875g +Ácido bórico 150g fue el de mayor promedio en algunas variables evaluadas en la presente investigación como: altura de la planta hijos, diámetro del pseudotallo, emisión foliar, numero de raíz. Enriquez (51), menciona en su investigación que el uso de activadores radiculares como complemento en la nutrición en el cultivo de banano, en el peso de las raíces es uno de los compuestos integrados por macronutrientes los mismo que componen al urphos dio como resultado mayoritario 17.20g a los 60 días. Una planta con un buen sistema radicular equivale a una planta vigorosa, donde se puede determinar que al duplicar el nivel radicular la planta permitirá absorber el doble de agua y nutrientes.

El tratamiento que presentó mayor número de raíces fue el tratamiento 2 con 15.60 al final de la evaluación realizada, con dosis de urphos 1,875g +Ácido bórico 150g, debido a los componentes químicos Gavilanes (33), presenta que los activadores estimula la generación de nuevas raíces, de la misma forma Ordoñez (52), indica que al evaluar la actividad radicular del banano mediante el uso de enraizadores que contienen elementos químicos como el fosforo hace referencia a lo estipulado en la investigación realizada, en la cual la variable evaluada le dio un promedio mayor a las de más con 46.33 respectivamente al testigo evaluado.

La presente investigación hace referencia a la búsqueda de soluciones en cuanto a una producción favorable en banano, teniendo en cuenta que varios factores negativos como el estrés y la dificultad de asimilación de nutrientes impiden una buena producción, se opta por una mejor forma de ayudar a la plantación utilizando los activadores en el sistema radicular, los mismo que han demostrado resultados efectivos en cada una de las variables evaluadas en la presente investigación. Cabe mencionar que el uso de Urphos +Ácido bórico en diferentes concentraciones obtuvieron resultados favorables en comparación al testigo. Por lo tanto, podemos determinar que la utilización de los activadores genera una mejoría en la asimilación de los nutrientes edáficos que la planta necesita para tener un buen desarrollo y producción.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El mejor desarrollo fisiológico en cuanto al diámetro del pseudotallo se dio en el tratamiento 2 (1,875g de urphos +150g de ácido bórico) obtuvo el mayor resultado en base a los tratamientos evaluados presentando al inicio un diámetro de 39.9cm y finalizando a los 90 días con 62.9 cm, presentando plantas de banano con pseudotallos vigorosos que pueden soportar el peso del racimo.
- En respuesta a las aplicaciones realizadas con los activadores en diferentes dosis, se obtuvo como resultado que el tratamiento 3 (3,750g de urphos + 150g de ácido) fue el que obtuvo mayor peso radicular con un inicio de 18.23g y con una finalización de 81.07g obteniendo el peso radicular más alto, mientras tanto el testigo tuvo un peso final de 44.27g, tratamiento 2 (1,875g de urphos + 150g de ácido bórico) finalizó con 67.00g y por último el tratamiento 4 (5,625g de urphos + 150g de ácido bórico) con un peso de 77.33g.
- Referente a utilización de activadores del sistema radicular en el banano, se determinó que el variable; número de raíces el mejor tratamiento fue el tratamiento 2 (1,875g de urphos + 150g de ácido bórico) 5.53g al inicio y 15.60g al final de la evaluación superando al testigo con promedios más bajos, dejando en constancia que entre más raíces pueda obtener la planta mejor será su asimilación de los diferentes nutrientes que se encuentren el suelo, obteniendo un buen anclaje, previniendo que las mismas puedan tener problemas de volcamiento en cualquier fase de su estado fenológico.

5.2. Recomendaciones

- Realizar análisis de suelos periódicamente cada año para evaluar el desarrollo de fertilidad ya que esto permite conocer el nivel de los nutrientes del suelo permitiendo el seguimiento del desarrollo fisiológico a través de los años.
- Se recomienda la aplicación en el suelo extendida o localizada. Dado que las raíces de la planta de banano se ramifican rápidamente más allá de sus pseudotallos, los fertilizantes hidrosolubles deben mezclarse correctamente con agua para absorberse de mejor manera y la nutrigación (fertirrigación aplicación del fertilizante a través del riego) o vía drench son más eficientes cuando los nutrientes se aplican directamente en la zona de la raíz.
- Se recomienda aplicar los productos solo bajo condiciones de alta presión de inóculo (variedad susceptible, época de lluvias y temperatura >23 °C), con la supervisión de un profesional calificado para que se active el sistema radicular y posteriormente pueda asimilar los nutrientes.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía

1. Zambrano C. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Quevedo. UTEQ. [Online]. Quevedo; 2020. Available from: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6089>.
2. Ministerio de Comercio Exterior. Informe sector bananero ecuatoriano. [Online].; 2017. Available from: <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2019/06/Informe-sector-bananero-espa%C3%B1ol-04dic17.pdf>.
3. Caguana GIC. Universidad Agraria del Ecuador. [Online].; 2022. Available from: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CAGUANA%20CAGUANA%20GABRIEL%20IGNACIO.pdf>.
4. Furcal P, Barquero A. Respuesta del plátano a la fertilización con P, K y S durante el primer ciclo productivo. *Agronomía Mesoamericana*. 2013; 24(2): p. 317-327.
5. Palma J. Manual de Uso del Boro. SQM. 2019.
6. Simmonds N. Notes on Banana Taxonomy. *Kew Bulletin*. 2016; 2(14): p. 198-212.
7. López A, Espinosa J. Manual de nutrición y fertilización del banano. IPNI. 1995.
8. Silva JMB. Evaluación de tres variedades de banano (*Musa acuminata*) con tres densidades sobre su rendimiento. Valle del medio Piura. [Online]. Piura; 2018. Available from: <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1261>.
9. Cooman A. CoIdentificación y manejo integrado de plagas en Banano y. Platano Magdalena y Urabá Colombia. Impresos S.A. 2009.
10. Castillo JJM, Torres JDS. AgroSavia. [Online].; 2021. Available from: <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/19666>.
11. Mengel K, Kirkby E. Principios de nutrición vegetal Basilea: Instituto internacional de la Potasa; 2000.
12. Paz FMA. Estudio comparativo de un componente de nutrición en el cultivo de banano (*Musa sp*) variedad Cavendish. [Online]. Guayaquil; 2013. Available from: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/1486>.
13. Peralta AC. Fhia - Programa de banano variedad Gran Williams. [Online]. Guayaquil; 2021. Available from: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.fhia.org.hn/descargas/informes_tecnicos/inf_Programa_de_Banano_y_Platano-2003.pdf.

14. Gamboa SB. Scielo. [Online]. Chiquimula; 2017. Available from: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v28n3/43752453015.pdf>.
15. Castro G, Chiquillo H. Evaluación de tres alternativas de fertirriego en el establecimiento del cultivo de plátano (musa paradisiaca/harton cv) en el Yopal. Ingeniería y Región. 2016; XVI(2): p. 49-55.
16. Rios EML. Universidad Técnica de Machala. [Online].; 2021. Available from: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/16556#:~:text=Con%20la%20realizaci%C3%B3n%20del%20presente,ra%C3%ADz%20y%20H2H%2C%20pues%20estos>.
17. Exterior MdC. Absorción, distribución y acumulación de nitrógeno en banano variedad Williams en dos ciclos de producción en zona humedad tropical. [Online]. Bogotá; 2016. Available from: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2019/06/Informe-sector-bananero-espa%C3%B1ol-04dic17.pdf>.
18. Gauggel C, Arevalo G. Ipipotash. [Online].; 2018. Available from: [https://www.ipipotash.org/uploads/udocs/Gauggel and gauggel fertilizacion en banano.pdf](https://www.ipipotash.org/uploads/udocs/Gauggel%20and%20gauggel%20fertilizacion%20en%20banano.pdf).
19. Haifa. Recomendaciones nutricionales del banano. Pionering the Future. 2018.
20. Jackson P, Hagen C. Products of prthophosphate absorption by barley roots. Plant Physio. 1960;; p. 32-326.
21. Haifa Group. [Online].; 2022. Available from: https://www.haifa-group.com/sites/default/files/crop/Banana_Spanish.pdf.
22. Fertisa. [Online].; 2019. Available from: https://www.fertisa.com/pdf/portafolio_6.pdf.
23. EuroChem. EuroChem. [Online].; 2021. Available from: <https://www.eurochemiberia.com/advice/efectos-versatiles-y-mas-eficiencia-urea-fosfato-soluble/#:~:text=La%20urea%20fosfato%20soluble%20es%20un%20campe%C3%B3n%20multitalento%20entre%20los,y%20la%20calidad%20del%20producto>.
24. Gervais H, Stone K. n?ic National Pesticide Information. [Online].; 2012. Available from: <http://npic.orst.edu/factsheets/archive/borictech.html>.

25. Pascal P. Fertimax. [Online].; 2021. Available from: <https://fertimax.com.mx/ft/FICHA%20TECNICA%20ACIDO%20BORICO.pdf>.
26. Basantes MER. espe.edu.ec. [Online].; 2012. Available from: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/5344/T-ESPE-033305.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
27. Gaibor RFG. uce.edu.ec. [Online].; 2020. Available from: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/22835/1/T-UCE-0004-CAG-011-P.pdf>.
28. Delgado PAM. utmachala.edu.ec. [Online].; 2019. Available from: http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/13844/1/DE00003_TRABAJOD ETITULACION.pdf.
29. Rivas TKO. uteq.edu.ec. [Online].; 2020. Available from: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/5370/1/T-UTEQ-0266.pdf>.
30. Tigasi SCG. utc.edu.ec. [Online].; 2017. Available from: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4119/1/UTC-PIM-000084.pdf>.
31. Costales AMI. Universidad de Guayaquil. [Online].; 2016. Available from: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/25221/1/Mariela%20Izqui-%2020%20MAYO%20%202016.pdf>.
32. Soza DAD. Universidad de Chile. [Online]. Santiago; 2012. Available from: <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/147881/Desmartis-%20Efecto%20de%20aplicaciones%20%282012%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
33. INAMHI. [Online].; 2022. Available from: <https://www.inamhi.gob.ec/>.
34. Sabio C, Salgado C, Salgado V, Sáenz V. Manual del cultivo de banano. El Zamorano. 2000.
35. Cortes JSA, Godoy JA, Cortés JDA. Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. NOVA. 2019;; p. 109-129.
36. Ramírez C, Tapia A, Calvo P. Evaluación de calidad de fruta de banano de altura que se produce en el cantón de Turrialba, Costa Rica. InterSedes. 2010; XI(20): p. 107-127.
37. Vargas A, Watler W, Morales M, Vignola R. Cultivo de Banano. MAG. 2017.
38. Garrillo S. Interpretación de analisis de suelo. Ministeria de Agricultura Pesca y Alimentación. 1993.

39. López A, Vargas A, Espinoza J. Síntomas de deficiencia nutricionales y otros desordenes fisiológicos en el cultivo de banano. IPNI. 2001.
40. Orozco J, Pérez O. Tensión de humedad en el suelo y fertilización nitrogenada en plátano (Musa AAA Simmonds) cv. Gran Enano. Agrociencia. 2006;; p. 149-162.
41. Price C, Clark H, Funkhouse H. Funkhouser HE. Functions of micronutrients in plants, In: Micronutrients in Agriculture. Soil Sci Soc of America Madison. 1972;; p. 31-42.
42. Párraga J. Buena nutrición en banano es clave para el rendimiento. [Online].; 2010.
43. Besford R. A phosphatase as a potential indicator of the phosphorus status of the glasshouse cucumber (*Cucumis sativus*). Sci Fd Agri. 1978;; p. 87-91.
44. Pavone D, Pinto M, Pacheco R, Mora D, Andara C, Bello A. A simple method for harvesting *Trichoderma asperellum* spores. Microbiology. Biotechnology and Food Sciences. 2021;; p. 7-65.
45. Avellán L, Cobeña N, Estévez S, Zamora P, Vivas J, González I. Exportación y eficiencia del uso de fósforo en plátano 'Barraganete' (*Musa paradisiaca* L.). Fitotec. 2020;; p. 25-33.
46. Torres S. Guía práctica para el manejo orgánico en el valle del Chira Piura: Impresores EIRL; 2012.
47. Leydier A, Arrachart G, Turgis R, Bernier G, Marie C, Miguirditchian M, et al. HAL Open Science. [Online].; 2021. Available from: <https://hal.science/hal-02062519/document>.
48. Morales EJ, Arriaga MR, Sandoval JAL, Campos ÁRM, Rosales EJM. Scielo. [Online].; 2021. Available from: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342019000801875#:~:text=La%20urea%20como%20fertilizante%2C%20presenta,al%20ser%20aplicada%20al%20suelo.
49. León J. Botánica de los cultivos Tropicales. IICA. 1987;; p. 88-97.
50. Barrera J, Cardona C, Cayón D. El cultivo de plátano (Musa AAB Simmonds): ecofisiología y manejo cultural sostenible: Zenú; 2011.
51. Enriquez LEW. uagraria.edu.ec. [Online].; 2021. Available from: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ENRIQUEZ%20LE%20C3%93N%20EDDIE%20WILLIAM.pdf>.

52. Ordoñez CVJ. uagraria.edu.ec. [Online].; 2021. Available from: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ORDO%C3%91EZ%20CABRERA%20VICENTE%20JAIR.pdf>.
53. Ortiz M, Delatorre J, Sepulveda I, Low C, Ruiz K, Herrera J. Efectos de distintas concentraciones de boro y pH en el crecimiento de Zea mays var. Capia blanco, un maiz ancestral de Chile. Scielo. 2021; 2(39): p. 111-119.
54. Brun J. Flacsoandes. [Online].; 1963. Available from: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/43479.pdf>.
55. Lachira LZ. Scrib. [Online]. Gran Canaria; 2003. Available from: <https://es.scribd.com/document/317374397/densidad-sistema-siembra-banano-williams-pdf>.

CAPÍTULO VII
ANEXOS

7.1. Anexos

Anexo A. Altura de Plantas Hijo (inicio)

Antes

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Antes	12	0,70	0,48	1,88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,02	5	3,3E-03	2,81	0,1204
Bloque	0,01	2	0,01	5,12	0,0505
Tratamiento	4,4E-03	3	1,5E-03	1,27	0,3652
Error	0,01	6	1,2E-03		
Total	0,02	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,07384

Error: 0,0012 gl: 6

Bloque Medias n E.E.

III	1,65	4	0,02	A
I	1,82	4	0,02	B
II	1,77	4	0,02	B

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,09620

Error: 0,0012 gl: 6

Tratamiento Medias n E.E.

3	1,84	3	0,02	A
2	1,82	3	0,02	A
4	1,80	3	0,02	A
1	1,79	3	0,02	A

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

Anexo B. Altura de Plantas Hijo (30 días)

30dda

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
30dda	12	0,50	0,08	2,99

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,03	5	0,01	1,19	0,4135
Bloque	0,02	2	0,01	2,02	0,2134
Tratamiento	0,01	3	2,7E-03	0,63	0,6208
Error	0,03	6	4,2E-03		
Total	0,05	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,14121

Error: 0,0042 gl: 6

Bloque Medias n E.E.

III	2,23	4	0,03	A
I	2,18	4	0,03	A
II	2,13	4	0,03	A

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,18396

Error: 0,0042 gl: 6

Tratamiento Medias n E.E.

2	2,21	3	0,04	A
3	2,19	3	0,04	A
1	2,18	3	0,04	A
4	2,14	3	0,04	A

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

Anexo C. Altura de Plantas Hijo (60 días)

60dda

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
60dda	12	0,09	0,00	5,10

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,01	5	1,8E-03	0,12	0,9834
Bloque	1,4E-03	2	7,0E-04	0,05	0,9543
Tratamiento	0,01	3	2,5E-03	0,17	0,9160
Error	0,09	6	0,01		
Total	0,10	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,26434

Error: 0,0148 gl: 6

Bloque Medias n E.E.

I	2,40	4	0,06	A
II	2,38	4	0,06	A
III	2,38	4	0,06	A

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,34437

Error: 0,0148 gl: 6

Tratamiento Medias n E.E.

2	2,41	3	0,07	A
1	2,40	3	0,07	A
3	2,39	3	0,07	A
4	2,35	3	0,07	A

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

Anexo D. Altura de Plantas Hijo (90 días)

90dda

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
90dda	12	0,08	0,00	6,84

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,02	5	3,3E-03	0,11	0,9866
Bloque	0,01	2	0,01	0,17	0,8513
Tratamiento	0,01	3	2,1E-03	0,07	0,9748
Error	0,18	6	0,03		
Total	0,20	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,37823

Error: 0,0304 gl: 6

Bloque Medias n E.E.

I	2,58	4	0,09	A
III	2,56	4	0,09	A
II	2,51	4	0,09	A

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,49275

Error: 0,0304 gl: 6

Tratamiento Medias n E.E.

2	2,57	3	0,10	A
1	2,57	3	0,10	A
4	2,53	3	0,10	A
3	2,52	3	0,10	A

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

Anexo E. Diámetro de Pseudotallo (Inicio)

Antes

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Antes	12	0,76	0,56	2,54

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	19,25	5	3,85	3,75	0,0694
Bloque	10,02	2	5,01	4,87	0,0553
Tratamiento	9,23	3	3,08	3,00	0,1173
Error	6,17	6	1,03		
Total	25,42	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,19932

Error: 1,0276 gl: 6

Bloque Medias n E.E.

III	41,10	4	0,51	A
I	39,63	4	0,51	A
II	38,91	4	0,51	A

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,86520

Error: 1,0276 gl: 6

Tratamiento Medias n E.E.

3	40,93	3	0,59	A
4	40,17	3	0,59	A
2	39,90	3	0,59	A
1	38,51	3	0,59	A

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

Anexo F. Diámetro de Pseudotallo (30 días)

30dda

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
30dda	12	0,58	0,24	2,38

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10,79	5	2,16	1,68	0,2725
Bloque	7,43	2	3,72	2,89	0,1322
Tratamiento	3,36	3	1,12	0,87	0,5068
Error	7,72	6	1,29		
Total	18,50	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,46025

Error: 1,2859 gl: 6

Bloque Medias n E.E.

III	48,55	4	0,57	A
I	47,67	4	0,57	A
II	46,62	4	0,57	A

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,20513

Error: 1,2859 gl: 6

Tratamiento Medias n E.E.

2	47,99	3	0,65	A
4	47,90	3	0,65	A
3	47,85	3	0,65	A
1	46,70	3	0,65	A

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

Anexo G. Diámetro de Pseudotallo (60 días)

60dda

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
60dda	12	0,31	0,00	5,06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	23,42	5	4,68	0,55	0,7354
Bloque	18,05	2	9,02	1,06	0,4032
Tratamiento	5,37	3	1,79	0,21	0,8856
Error	51,05	6	8,51		
Total	74,47	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=6,32833

Error: 8,5079 gl: 6

Bloque	Medias	n	E.E.
III	59,08	4	1,46 A
I	57,71	4	1,46 A
II	56,08	4	1,46 A

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=8,24433

Error: 8,5079 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
2	58,08	3	1,68 A
4	58,03	3	1,68 A
3	57,90	3	1,68 A
1	56,47	3	1,68 A

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

Anexo H. Diámetro de Pseudotallo (90 días)

90dda

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
90dda	12	0,12	0,00	6,17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	11,78	5	2,36	0,16	0,9687
Bloque	8,62	2	4,31	0,29	0,7567
Tratamiento	3,16	3	1,05	0,07	0,9731
Error	88,50	6	14,75		
Total	100,29	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=8,33265

Error: 14,7505 gl: 6

Bloque	Medias	n	E.E.
I	62,83	4	1,92 A
III	62,78	4	1,92 A
II	61,01	4	1,92 A

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=10,85548

Error: 14,7505 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
2	62,93	3	2,22 A
4	62,29	3	2,22 A
3	62,10	3	2,22 A
1	61,49	3	2,22 A

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

Anexo I. Número de Hojas (inicio)

Antes

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Antes	12	0,37	0,00	6,39

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,34	5	0,27	0,70	0,6419
Bloque	0,09	2	0,04	0,11	0,8944
Tratamiento	1,25	3	0,42	1,10	0,4204
Error	2,29	6	0,38		
Total	3,63	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,33938

Error: 0,3811 gl: 6

Bloque Medias n E.E.

I	9,75	4	0,31	A
II	9,70	4	0,31	A
III	9,55	4	0,31	A

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,74490

Error: 0,3811 gl: 6

Tratamiento Medias n E.E.

1	10,00	3	0,36	A
3	9,80	3	0,36	A
4	9,73	3	0,36	A
2	9,13	3	0,36	A

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

Anexo J. Número de Hojas (30 días)

30dda

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
30dda	12	0,57	0,21	4,10

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,43	5	0,49	1,59	0,2921
Bloque	0,25	2	0,12	0,40	0,6848
Tratamiento	2,19	3	0,73	2,39	0,1679
Error	1,83	6	0,31		
Total	4,27	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,19929

Error: 0,3056 gl: 6

Bloque Medias n E.E.

I	13,65	4	0,28	A
III	13,45	4	0,28	A
II	13,30	4	0,28	A

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,56239

Error: 0,3056 gl: 6

Tratamiento Medias n E.E.

1	13,93	3	0,32	A
4	13,80	3	0,32	A
3	13,27	3	0,32	A
2	12,87	3	0,32	A

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

Anexo K. Número de Hojas (60 días)

60dda

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
60dda	12	0,26	0,00	3,56

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,65	5	0,13	0,41	0,8240
Bloque	0,26	2	0,13	0,42	0,6771
Tratamiento	0,39	3	0,13	0,41	0,7501
Error	1,87	6	0,31		
Total	2,52	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,21230

Error: 0,3122 gl: 6

Bloque Medias n E.E.

II 15,90 4 0,28 A

I 15,65 4 0,28 A

III 15,55 4 0,28 A

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,57935

Error: 0,3122 gl: 6

Tratamiento Medias n E.E.

4 16,00 3 0,32 A

3 15,67 3 0,32 A

2 15,60 3 0,32 A

1 15,53 3 0,32 A

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

Anexo L. Número de Hojas (90 días)

90dda

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
90dda	12	0,14	0,00	4,77

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,75	5	0,15	0,20	0,9507
Bloque	0,13	2	0,06	0,08	0,9199
Tratamiento	0,62	3	0,21	0,28	0,8397
Error	4,49	6	0,75		
Total	5,24	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,87614

Error: 0,7478 gl: 6

Bloque Medias n E.E.

II 18,25 4 0,43 A

III 18,10 4 0,43 A

I 18,00 4 0,43 A

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,44417

Error: 0,7478 gl: 6

Tratamiento Medias n E.E.

4 18,33 3 0,50 A

2 18,20 3 0,50 A

1 18,20 3 0,50 A

3 17,73 3 0,50 A

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

Anexo M. Emisión Foliar (EF. P)

Antes

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Antes	12	0,50	0,08	14,29

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,02	5	3,0E-03	1,20	0,4089
Bloque	0,01	2	2,5E-03	1,00	0,4219
Tratamiento	0,01	3	3,3E-03	1,33	0,3486
Error	0,02	6	2,5E-03		
Total	0,03	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,10848

Error: 0,0025 gl: 6

Bloque Medias n E.E.

I	0,38	4	0,03	A
III	0,35	4	0,03	A
II	0,33	4	0,03	A

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,14132

Error: 0,0025 gl: 6

Tratamiento Medias n E.E.

3	0,37	3	0,03	A
2	0,37	3	0,03	A
1	0,37	3	0,03	A
4	0,30	3	0,03	A

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

Anexo N. Emisión Foliar (EF. A)

Emi. Foliar

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Emi. Foliar	12	0,31	0,00	11,85

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,01	5	1,7E-03	0,55	0,7387
Bloque	1,7E-03	2	8,3E-04	0,27	0,7703
Tratamiento	0,01	3	2,2E-03	0,73	0,5720
Error	0,02	6	3,1E-03		
Total	0,03	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,11993

Error: 0,0031 gl: 6

Bloque Medias n E.E.

II	0,48	4	0,03	A
I	0,48	4	0,03	A
III	0,45	4	0,03	A

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,15624

Error: 0,0031 gl: 6

Tratamiento Medias n E.E.

2	0,50	3	0,03	A
3	0,47	3	0,03	A
1	0,47	3	0,03	A
4	0,43	3	0,03	A

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

Anexo O. Peso Radicular (Inicio)

Inicio

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Inicio	12	0,71	0,48	7,81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	26,47	5	5,29	2,99	0,1074
Bloque	0,29	2	0,14	0,08	0,9232
Tratamiento	26,18	3	8,73	4,93	0,0465
Error	10,62	6	1,77		
Total	37,09	11			

Medias ajustadas, error estándar y número de observaciones

Error: 1,7700 gl: 6

Bloque	Medias	n	E.E.
III	17,25	4	0,67
I	16,95	4	0,67
II	16,90	4	0,67

Medias ajustadas, error estándar y número de observaciones

Error: 1,7700 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
1	18,67	3	0,77
2	18,23	3	0,77
3	16,17	3	0,77
4	15,07	3	0,77

Anexo P. Peso Radicular (Final)

Final

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Final	12	0,83	0,68	15,05

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2925,72	5	585,14	5,68	0,0282
Bloque	463,45	2	231,72	2,25	0,1866
Tratamiento	2462,28	3	820,76	7,97	0,0163
Error	617,83	6	102,97		
Total	3543,56	11			

Medias ajustadas, error estándar y número de observaciones

Error: 102,9722 gl: 6

Bloque	Medias	n	E.E.
II	76,10	4	5,07
III	64,25	4	5,07
I	61,90	4	5,07

Medias ajustadas, error estándar y número de observaciones

Error: 102,9722 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
3	81,07	3	5,86
4	77,33	3	5,86
2	67,00	3	5,86
1	44,27	3	5,86

Anexo Q. Número de Raíz (inicio)

Inicio

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Inicio	12	0,72	0,49	13,94	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6,72	5	1,34	3,11	0,0998
Bloque	0,61	2	0,30	0,70	0,5323
Tratamiento	6,12	3	2,04	4,72	0,0509
Error	2,59	6	0,43		
Total	9,32	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,42637

Error: 0,4322 gl: 6

Bloque	Medias	n	E.E.
II	4,90	4	0,33 A
I	4,85	4	0,33 A
III	4,40	4	0,33 A

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,85823

Error: 0,4322 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
2	5,53	3	0,38 A
1	5,07	3	0,38 A B
3	4,67	3	0,38 A B
4	3,60	3	0,38 B

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

Anexo R. Número de Raíz (final)

Final

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Final	12	0,39	0,00	18,90	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	28,99	5	5,80	0,76	0,6104
Bloque	2,53	2	1,26	0,17	0,8514
Tratamiento	26,47	3	8,82	1,15	0,4013
Error	45,87	6	7,65		
Total	74,87	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=5,99907

Error: 7,6456 gl: 6

Bloque	Medias	n	E.E.
II	15,25	4	1,38 A
III	14,50	4	1,38 A
I	14,15	4	1,38 A

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=7,81537

Error: 7,6456 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
2	15,60	3	1,60 A
4	15,53	3	1,60 A
3	15,33	3	1,60 A
1	12,07	3	1,60 A

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

Anexo S. Identificación y delimitación del sitio del experimento




Anexo T. Raíces inicio: a) Recolección de raíces b) Peso en gramera



Anexo U. Reporte de análisis de suelo: a) Antes de aplicación b) Después de la aplicación

a




ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS


DATOS DEL PROPIETARIO			DATOS DE LA PROPIEDAD			PARA USO DEL LABORATORIO		
Nombre	: BUSTE RODRIGUEZ JENIFFER		Nombre	: Agro Aereo		Cultivo Actual	: Banano	
Dirección	: LOS RÍOS / QUEVEDO		Provincia	: Los Ríos		N° Reporte	: 9916	
Ciudad	: QUEVEDO		Cantón	: Valencia		Fecha de Muestreo	: 28/7/2022	
Teléfono	: 0978904535		Parroquia	:		Fecha de Ingreso	: 29/7/2022	
Fax	: jenbr11@outlook.es		Ubicación	:		Fecha de Salida	: 18/8/2022	

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm			meq/100ml			ppm					
	Identificación	Area		NH ₄	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	
106863	Jeniffer Buste T1-4		4,6 MAc RC	26 M	18 M	0,92 A	6 M	1,3 M	18 M	18,5 A	11,6 A	219 A	34,3 A	0,37 B	




La muestra será guardada en el laboratorio por tres meses. Tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados

INTERPRETACION				METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES
pH				Elementos: de N a B		pH = Suelo: agua (1:2,5)
MAc = Muy Acido	LAe = Liger. Acido	LAI = Lige. Alcalino	RC = Requiere Cal	B = Bajo	N,P,B = Colorimetria	Ofen Modificado
Ac = Acido	PN = Prac. Neutro	MeAl = Media. Alcalino	M = Medio	A = Alto	S = Turbidimetria	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn
MeAc = Media. Acido	N = Neutro	Al = Alcalino			K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn = Absorción atómica	Fosfato de Calcio Monobásico BS




RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS



RESPONSABLE LABORATORIO

b




ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO			DATOS DE LA PROPIEDAD			PARA USO DEL LABORATORIO		
Nombre	: BUSTE RODRIGUEZ JENIFFER		Nombre	: Agro Aereo		Cultivo Actual	: Banano	
Dirección	: LOS RÍOS / QUEVEDO		Provincia	: Los Ríos		N° Reporte	: 10373	
Ciudad	: QUEVEDO		Cantón	: Valencia		Fecha de Muestreo	: 2/12/2022	
Teléfono	: 0978904535		Parroquia	: La Esperanza		Fecha de Ingreso	: 6/12/2022	
Fax	: jenbr11@outlook.es		Ubicación	:		Fecha de Salida	: 4/1/2023	

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm			meq/100ml			ppm					
	Identificación	Area		NH ₄	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	
108754	T1 - T4		4,9 MAc RC	19 B	33 A	1,22 A	4 M	1,7 M	29 A	8,1 A	7,8 A	187 A	18,4 A	0,45 B	



La muestra será guardada en el laboratorio por tres meses. Tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados

INTERPRETACION				METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES
pH				Elementos: de N a B		pH = Suelo: agua (1:2,5)
MAc = Muy Acido	LAe = Liger. Acido	LAI = Lige. Alcalino	RC = Requiere Cal	B = Bajo	N,P,B = Colorimetria	Ofen Modificado
Ac = Acido	PN = Prac. Neutro	MeAl = Media. Alcalino	M = Medio	A = Alto	S = Turbidimetria	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn
MeAc = Media. Acido	N = Neutro	Al = Alcalino			K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn = Absorción atómica	Fosfato de Calcio Monobásico BS



RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS



RESPONSABLE LABORATORIO

Anexo V. Reporte de análisis foliar: a) Antes de la aplicación b) Después de la aplicación

a




ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS FOLIARES

DATOS DEL PROPIETARIO			DATOS DE LA PROPIEDAD			PARA USO DEL LABORATORIO		
Nombre	: BUSTE RODRIGUEZ JENIFFER		Nombre	: Agro Aereo		Cultivo	: BANANO	
Dirección	: LOS RÍOS / QUEVEDO		Provincia	: Los Ríos		N° de Reporte	: 9916	
Ciudad	: QUEVEDO		Cantón	: Valencia		Fecha de Muestreo	: 28/7/2022	
Teléfono	: 0978904535		Parroquia	:		Fecha de Ingreso	: 29/7/2022	
Fax	: jenbr11@outlook.es		Ubicación	:		Fecha de Salida	: 15/8/2022	


N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		(%)							(ppm)						
	Identificación	Area	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl	Zn	Cu	Fe	Mn	B	Mo	Na
79587	Jeniffer Buste T1-4		3,6 E	0,19 A	3,08 A	0,85 A	0,27 D									




La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses. Tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados

INTERPRETACION

D = Deficiente
A = Adecuado
E = Excesivo




RESPONSABLE LABORATORIO



RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS

b



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS FOLIARES

DATOS DEL PROPIETARIO			DATOS DE LA PROPIEDAD			PARA USO DEL LABORATORIO		
Nombre	: BUSTE RODRIGUEZ JENIFFER		Nombre	: Agro Aereo		Cultivo	: BANANO	
Dirección	: LOS RÍOS / QUEVEDO		Provincia	: Los Ríos		N° de Reporte	: 10373	
Ciudad	: QUEVEDO		Cantón	: Valencia		Fecha de Muestreo	: 2/12/2022	
Teléfono	: 0978904535		Parroquia	: La Esperanza		Fecha de Ingreso	: 6/12/2022	
Fax	: jenbr11@outlook.es		Ubicación	:		Fecha de Salida	: 6/1/2023	


N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		(%)							(ppm)						
	Identificación	Area	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl	Zn	Cu	Fe	Mn	B	Mo	Na
80870	T1 - T4		2,5 D	0,18 A	2,68 D	0,77 A	0,23 D									



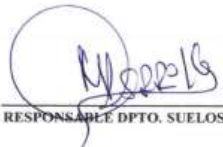
La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses. Tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados

INTERPRETACION

D = Deficiente
A = Adecuado
E = Excesivo



RESPONSABLE LABORATORIO



RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS

Anexo W. Aplicación: a) Urphos y ácido bórico b) Pesar en gramos las dosis requeridas c) Mezclar d) Fertilización al drench



Anexo X. Toma de datos: a) Altura de la planta b) Número de hojas c) Diámetro del pseudotallo d) Emisión foliar



Anexo Y. Raíces finales: a) Recolección de raíces b) Peso en gramera

