



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

EXTENSIÓN EN EL CARMEN

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Creada Ley No 10 – Registro Oficial 313 de noviembre 13 de 1985

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

**“Tecnología Microbial Catalyst® en el desarrollo del plátano
“Barraganete” durante el primer ciclo de producción”**

AUTORA: Jasmina Marisol Zambrano Solorzano

TUTOR: Ing. Leonardo Enrique Avellán Vázquez, Mg.

El Carmen 2025

	NOMBRE DEL DOCUMENTO:	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	CERTIFICADO DE TUTOR(A)	
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página I de 90

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Extensión en El Carmen de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría de la estudiante **Zambrano Solorzano Jasmina Marisol**, legalmente matriculada en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2024(2) cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **“Tecnología Microbial Catalyst® en el desarrollo del plátano “Barraganete” durante el primer ciclo de producción.**

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad de este, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

El Carmen, 2025.



Lo certifico.

Ing. Leonardo Enrique Avellán Vázquez, Mg.

Docente Tutor

Área: Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria

UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ

EXTENSIÓN EN EL CARMEN

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TÍTULO:

**“Tecnología Microbial Catalyst® en el desarrollo del Plátano
‘Barraganete’ durante el primer ciclo de producción.**

AUTORA: Jasmina Marisol Zambrano Solorzano

TUTOR: Ing. Leonardo Enrique Avellán Vázquez, Mg.

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

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

Ing. De la Cruz Chicaiza Marco Vinicio



Ing. Vivas Cedeño Jorge Sifrido



Ing. González Dávila Ricardo



Declaración de Autoría

Yo, JASMINA MARISOL ZAMBRANO SOLORZANO con cédula de ciudadanía 131499229-6 estudiante de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" De Manabí, Extensión El Carmen , de la carrera de Ingeniería Agropecuaria , declaro que las opiniones, criterios, y resultados encontrados en las aplicaciones de los diferentes instrumentos de investigación que están resumidos en las recomendaciones y conclusiones de la presente investigación con el tema **"Tecnología Microbial Catalyst® en el desarrollo del Plátano 'Barraganete' durante el primer ciclo de producción,** es información exclusiva de su autora, apoyados por el criterio de profesionales de diferentes indoles, presentados en la bibliografía que fundamenta este trabajo; al mismo tiempo declaro que el patrimonio intelectual del trabajo investigativo pertenece a la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí , Extensión El Carmen

Atentamente,



Zambrano Solorzano Jasmina Marisol

El Carmen 2025

DEDICATORIA

Este trabajo de tesis fruto de mi esfuerzo y constancia está dedicado con todo mi corazón a mis padres quienes han sido mi pilar fundamental en cada momento de mi vida, por sus sacrificios y su amor verdadero.

A mi hermana por su cariño y apoyo, a mi sobrina quien me ha enseñado valores como la paciencia y la bondad.

A mi amado y querido Esposo Alejandro, quien ha sido pieza clave, mi complemento en cada paso de mi vida, sin él mis sueños no estarían completos.

Finalmente, dedico este logro a todos aquellos que creyeron en mí, en el valor del esfuerzo.

Gracias a todos por ser parte de este viaje.

‘Jasmina Zambrano’

.

AGRADECIMIENTO

Llena de Amor Fe y regocijo agradezco a Dios por prestarme Vida para estar efectuando este logro.

Agradezco a mi familia, amigos, y a cada una de las personas que han sido parte de este sueño.

Con profunda estima y reconocimiento extiendo mi sincera gratitud a mi tutor de tesis Ing. Leonardo Avellàn, por sus perspicaces observaciones y constructivos comentarios, que han sido crucial para que este trabajo se consolide.

Mi agradecimiento se extiende a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí por la apertura de sus puertas a la juventud Carmense, por formar Ingenieros de Investigación, reconozco el esmero de cada docente a lo largo de mi carrera Universitaria.

ÍNDICE DE TABLA

TITULO	I
CERTIFICACIÓN	I
TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	II
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
ÍNDICE DE TABLA.....	VI
ÍNDICE DE ANEXO	X
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	4
1 MARCO TEÓRICO	4
1.1 Contexto y Relevancia del Cultivo del Plátano.....	4
1.1.1 Situación actual y desafíos productivos	4
1.1.2 Variables críticas en el manejo del cultivo.....	5
1.2 Caracterización Físicoquímica del Suelo en Plantaciones de Plátano	5
1.2.1 Propiedades y parámetros del suelo para el cultivo	5
1.2.2 Procesos de mineralización y dinámica de nutrientes	6
1.3 Estrategias de Manejo Nutricional en Sistemas Agropecuarios.....	6
1.3.1 Fertilización química convencional vs. estrategias biológicas	6
1.3.2 Interacción entre aportes sintéticos y biológicos en el suelo	7
1.4 Fundamentos de la Tecnología Microbial Catalyst®	8
1.4.1 Principios de acción y conversión de minerales traza	8

VI

1.4.2	Rol de los microorganismos en la transformación y solubilización	8
1.5	Bioestimulación Microbiana en el Cultivo de Plátano	9
1.5.1	Metodologías de aplicación y dosificación en campo	9
1.5.2	Interacción suelo-planta: impactos en la absorción de nutrientes.....	10
1.6	Tecnología Microbial Catalyst®: fundamentos y aplicaciones	11
CAPITULO II		13
ESTADO DEL ARTE		13
CAPÍTULO III.....		15
3	MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1	Localización de la unidad experimental	15
3.2	Caracterización agroecológica de la zona	15
3.3	Variables	15
3.4	Variable independiente	15
3.4.1	Métodos	15
3.5	Variables dependientes.	15
3.6	Unidad Experimental.	16
3.7	Tratamientos	16
3.8	Análisis Estadístico	16
3.9	Instrumentos de medición.....	17
3.9.1	Materiales y equipos de campo	17
3.9.2	Materiales de oficina y muestreo	17
3.9.3	Manejo del ensayo	18

CAPÍTULO IV	19
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
4.1 Peso del cormo	19
4.2 Número de manos	19
4.3 Números de dedos	20
4.4 Longitud de los dedos	21
4.5 Grosor de los dedos del racimo de plátano.....	21
4.6 Biomasa de los dedos.....	22
4.7 Número de dedos exportables	22
4.8 Número de dedos no exportables	23
4.9 Número promedio de hojas al momento de la cosecha	24
4.10 Longitud de la hoja	24
4.11 Ancho de la hoja.....	25
4.12 Biomasa fresca de la hoja	26
4.13 Número de hojas emitidas	26
4.14 Peso del pseudotallo.....	28
4.15 Peso del racimo	29
4.16 Número de raíces.....	30
4.17 Longitud de raíces	32
4.18 Peso de la biomasa radical fresca.....	32
4.19 Peso de la biomasa radical seca.....	33

4.20	Grosor de raíces.....	33
4.21	Concentraciones de nitrógeno	34
4.22	Concentraciones de fósforo en raíz.....	34
4.23	Concentraciones de potasio	35
4.24	Concentraciones de calcio	36
4.25	Concentraciones de magnesio	36
4.26	Concentraciones de azufre.....	37
CAPITULO V. CONCLUSIONES		38
CAPITULO VI. RECOMENDACIONES		39
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		XXXIX
ANEXOS		XXXV

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Número de manos por planta de plátano bajo diferentes tratamientos .	XXXV
Anexo 2. Número promedio de dedos por mano de plátano según tratamientos aplicados	XXXV
Anexo 3. Longitud promedio de los dedos de plátano según tratamientos aplicados	XXXV
Anexo 4. Ancho promedio de los dedos de plátano según tratamientos aplicados	XXXVI
Anexo 5. Biomasa de los dedos de plátano bajo diferentes tratamientos	XXXVI
Anexo 6. Número de dedos exportables por planta de plátano según tratamientos aplicados.....	XXXVI
Anexo 7. Número de hojas por planta de plátano a la cosecha según tratamientos aplicados.....	XXXVII
Anexo 8. Ancho promedio de la hoja de plátano según tratamientos aplicados	XXXVII
Anexo 9. Biomasa fresca de la hoja de plátano bajo diferentes tratamientos	XXXVII
Anexo 10. Longitud promedio de las raíces de plátano según tratamientos aplicados	XXXVIII
Anexo 11. Diámetro promedio de las raíces de plátano según tratamientos aplicados	XXXVIII
Anexo 12. Peso seco de las raíces de plátano bajo diferentes tratamientos	XXXVIII
Anexo 13. Peso fresco de las raíces de plátano bajo diferentes tratamientos	XXXIX
Anexo 14. Porcentaje de N radicular en plantas de plátano según tratamientos aplicados	XXXIX
Anexo 15. Porcentaje de K radicular en plantas de plátano según tratamientos aplicados	XXXIX

Anexo 16. Porcentaje de Ca radicular en plantas de plátano según tratamientos aplicados	XL
Anexo 17. Porcentaje de Mg radicular en plantas de plátano según tratamientos aplicados.....	XL
Anexo 18. Porcentaje de S radicular en plantas de plátano según tratamientos aplicados	XL
Anexo 19. Recolección de muestras en campo	XXXV
Anexo 20. Pesaje correspondiente de las muestras	XXXVI
Anexo 21. Análisis de laboratorio	XXXVI

RESUMEN

La investigación se realizó en el cantón El Carmen, provincia de Manabí, con el objetivo de evaluar el efecto del bioestimulante Microbial Catalyst® en el crecimiento y productividad del plátano ‘Barraganete’ (*Musa AAB*) durante el primer ciclo de cultivo en campo abierto. Se aplicaron cinco tratamientos con diferentes dosis de bioestimulante, comparados con un testigo absoluto. Se evaluaron variables agronómicas como Número de raíces, peso del cormo, longitud y grosor de los dedos, Número de hojas emitidas, peso del pseudotallo y peso del racimo. Los resultados evidenciaron que el tratamiento con mayor dosis de Microbial Catalyst® presentó mejor desempeño. Se registró un incremento en el Número de raíces, con un promedio de 112 unidades, y los racimos alcanzaron hasta 12,92 kg. Asimismo, se observó que las plantas mantuvieron un equilibrio en su desarrollo, lo cual favoreció la absorción eficiente de nutrientes y una producción de calidad. En conclusión, el uso de Microbial Catalyst® en el cultivo de plátano Barraganete mejoró significativamente las variables de crecimiento y rendimiento, representando una alternativa viable para optimizar la productividad sin afectar el ambiente.

Palabras clave: Plátano Barraganete, bioestimulantes, Microbial Catalyst®, raíces, productividad

ABSTRACT

The research was conducted in the El Carmen canton, Manabí province, with the aim of evaluating the effect of the Microbial Catalyst® biostimulant on the growth and productivity of the ‘Barraganete’ banana (*Musa AAB*) during the first crop cycle in open fields. Five treatments with different doses of biostimulant were applied, compared with an absolute control. Agronomic variables such as number of roots, corm weight, finger length and thickness, number of leaves produced, pseudostem weight, and bunch weight were evaluated. The results showed that the treatment with the highest dose of Microbial Catalyst® performed best. An increase in the number of roots was recorded, with an average of 112 units, and the bunches reached up to 12.92 kg. Likewise, it was observed that the plants maintained a balance in their development, which favored efficient nutrient absorption and quality production. In conclusion, the use of Microbial Catalyst® in the cultivation of Barraganete bananas significantly improved growth and yield variables, representing a viable alternative for optimizing productivity without affecting the environment.

Keywords: Barraganete banana, biostimulants, Microbial Catalyst®, roots, productivity.

INTRODUCCIÓN

El cantón El Carmen, que está en la provincia de Manabí, Ecuador, es muy conocido por la producción de plátano barraganete. Esta actividad es muy importante para la economía de la zona, ya que muchas familias dependen de ella para su sustento (Alvarado et al., 2021).

A pesar de eso, muchos productores todavía no tienen acceso a asesoría técnica ni a capacitaciones, lo que hace más difícil que puedan aplicar prácticas más modernas o sostenibles en sus cultivos. Eso también afecta la rentabilidad y eficiencia del trabajo que hacen (Saltos et al., 2024).

En general, con el aumento de la población mundial y la necesidad de más alimentos especialmente proteínas de origen animal el sector agrícola tiene el reto de producir más, pero sin dejar de lado la sostenibilidad. Se espera que en los próximos años la demanda de comida crezca , así que es necesario buscar formas de mejorar los cultivos sin dañar el ambiente (Penagos et al., 2023; Vásquez-Dávila y Bravo-Benavides, 2023).

En países tropicales como Ecuador, la agricultura no solo aporta alimentos, sino también empleo y movimiento económico dentro del país (Briones et al., 2025)

Algo clave para entender cómo crecen las plantas es mirar sus raíces. Estas no solo ayudan a sostenerlas y alimentarlas, sino que también se relacionan con microorganismos del suelo que les dan beneficios. Por eso, conocer bien cómo es ese sistema radicular es fundamental (Negretti, 2023).

Además, se ha comprobado que aplicar bioestimulantes como extractos de algas marinas junto con fertilizantes tradicionales puede mejorar el desarrollo de las plántulas de plátano, sobre todo en vivero. Con esto, las hojas crecen mejor y se forma más biomasa, a diferencia de cuando se usa solo fertilizante común (Cedeño et al., 2021).

Como el plátano es un cultivo muy importante para la seguridad alimentaria, es

necesario proponer nuevas tecnologías que ayuden al productor a tener mejores rendimientos, pero sin descuidar la inocuidad ni la trazabilidad del producto. Es decir, asegurar que no tenga residuos de químicos que están prohibidos por normas como las de la Agencia de Protección Ambiental (Chukwu et al., 2025)

i. Planteamiento del Problema.

En muchas zonas donde se cultiva plátano Barraganete (*Musa AAB*) para exportación, uno de los problemas que más afecta a la producción es el acame. Esto sucede cuando la planta no desarrolla bien sus raíces y se cae, lo que termina causando pérdidas en la cosecha, este problema es algo común y bastante serio para los productores.

Por ello, en esta investigación se planteó evaluar si la tecnología Microbial Catalyst® favorece el desarrollo radicular del plátano, especialmente durante el primer ciclo del cultivo. Es por esto que se utilizó el producto Generate®, formulado con dicha tecnología, el cual se aplicó en diferentes ocasiones y con repeticiones, a fin de determinar su efecto real. Se consideró que este bioestimulante podría facilitar la liberación y disponibilidad de nutrientes en el suelo, permitiendo una mejor asimilación por parte de la planta, lo que a su vez contribuiría al fortalecimiento del sistema radicular, a la reducción del acame y a la mejora general del crecimiento y rendimiento del cultivo.

Ya hay estudios parecidos donde se probaron otros tratamientos. Por ejemplo, Almeida y García (2023), en estudios realizados con productos orgánicos y ecológicos en plátano Barraganete se evidenció que algunos de ellos generaron incrementos significativos en el rendimiento y la rentabilidad. Estos resultados ponen de manifiesto la importancia de continuar evaluando alternativas de manejo que contribuyan a optimizar el cultivo, especialmente en aspectos relacionados con el desarrollo radicular y la producción.

Entonces, la interrogante que se quiere responder es: ¿Si se aplica el producto Generate, con Microbial Catalyst®, se logrará que las raíces crezcan mejor y se reduzca el acame en el

cultivo de plátano Barraganete durante el primer ciclo de producción?

ii. Objetivo General.

- Establecer el efecto de la tecnología Microbial Catalyst® en el desarrollo del plátano 'Barraganete' durante el primer ciclo de producción en la zona de El Carmen, Manabí, Ecuador, 2024.

iii. Objetivos específicos.

- Estimar el Número de raíces producidas durante el primer ciclo de producción del plátano 'Barraganete' con la aplicación de la tecnología Microbial Catalyst®.
- Analizar los beneficios de la aplicación de la tecnología Microbial Catalyst® en la producción del plátano 'Barraganete'.

iv. Hipótesis.

Ho: La Tecnología Microbial Catalyst® no influye significativamente en el desarrollo del plátano Barraganete durante el primer ciclo de producción.

Ha: La Tecnología Microbial Catalyst® influye significativamente en el desarrollo del plátano Barraganete durante el primer ciclo de producción.

CAPÍTULO I

1 MARCO TEÓRICO

1.1 Contexto y Relevancia del Cultivo del Plátano

1.1.1 Situación actual y desafíos productivos

El plátano es un cultivo muy importante en muchas zonas tropicales, ya que no solo se consume abundantemente, sino que también tiene un papel clave en la economía de varios países (Arias et al., 2024).

Sin embargo, el cultivo de plátano no está exento de limitaciones. Entre los principales problemas se encuentra la Sigatoka Negra, una enfermedad de origen fúngico que afecta de manera considerable la fisiología y productividad de las plantas. A esto se suma la pérdida progresiva de la fertilidad de los suelos donde se establece el cultivo, lo que dificulta la adecuada absorción de nutrientes esenciales y compromete el rendimiento a largo plazo (Macías et al., 2019).

También influyen otros factores, como el cambio climático o el uso excesivo de ciertos métodos agrícolas. Todo eso termina haciendo que la tierra se vuelva menos productiva, y eso se refleja en una menor cantidad de fruta y en una calidad que puede verse afectada (Castillo-Álvarez et al., 2007).

Para tratar de solucionar estos problemas, se han empezado a usar nuevas alternativas. Una de ellas es el producto GENERATE X2 patentado con la tecnología Microbial Catalyst®, que fue creado por la empresa Ralco.

Se ha demostrado que este tipo de bioestimulantes favorece la actividad microbiana del suelo al incorporar compuestos capaces de potenciar el desempeño de las bacterias benéficas presentes de forma natural, lo que contribuye a mejorar la disponibilidad y absorción de nutrientes, en especial de aquellos minerales cuya asimilación resulta limitada en condiciones

normales, promoviendo así un suelo con mayor estabilidad biológica y obteniéndose cultivos con respuestas más eficientes en crecimiento y rendimiento (Knochenmus y Knochenmus, 2025).

1.1.2 Variables críticas en el manejo del cultivo

El rendimiento y la sostenibilidad del cultivo de plátano dependen de varios factores que se relacionan entre sí. Entre los más importantes están las condiciones del suelo, como su textura, el pH, la cantidad de materia orgánica y la capacidad que tiene para retener nutrientes, ya que todo eso influye en cómo se establece y crece la planta (Loor y Zambrano, 2016).

El dominio de una buena fertilización en el cultivo ya sea esta química o usando métodos biológicos, es ver la forma en la que esta se aplica para obtener el mayor aprovechamiento de la planta, no hay que dejar de mantener un buen riego, cuándo se colocan las enmiendas, o cómo se manejan las plagas y enfermedades, que también tienen importancia para que el cultivo funcione como se espera y no se pierda el equilibrio (Gastesi et al., 2024).

Hoy en día, se están incorporando tecnologías nuevas basadas en microorganismos. Lo que se ha constatado es que, al combinar estas soluciones con las prácticas más tradicionales, se puede mejorar el uso de los insumos y ayudar a que la planta sea más fuerte frente a condiciones difíciles. Esto se ha convertido en un punto importante para manejar mejor el cultivo en general (Lopes et al., 2021).

1.2 Caracterización Físicoquímica del Suelo en Plantaciones de Plátano

1.2.1 Propiedades y parámetros del suelo para el cultivo

Antes de sembrar plátano, es fundamental conocer la composición del suelo. Se podría comparar con un chequeo médico: es necesario revisar aspectos como el pH, la textura, la capacidad del suelo para retener nutrientes (conocida como intercambio catiónico) y la cantidad de materia orgánica. Todos estos factores influyen directamente en la forma en que las plantas absorben el agua y los minerales que necesitan para crecer sanas y fuertes (Soto-Valenzuela

et al., 2024).

Entonces, lo que se hace normalmente es analizar el suelo en laboratorio y también en campo, para observar si tiene carencia o si existe algún exceso que pueda afectar la producción donde la tecnología ayuda a mejorar las condiciones del suelo para que los minerales se disuelvan mejor y estén más disponibles para las raíces ajustando así mejor nuestras prácticas agrícolas para que el cultivo crezca más sano y con mejores resultados (Aguirre, 2024).

1.2.2 Procesos de mineralización y dinámica de nutrientes

La mineralización es el proceso en el cual la materia orgánica se encuentra recubierta y no está disponible, esta tiene que descomponerse para así soltar los nutrientes y que las plantas pueden aprovecharla (Fernández, 2023).

En el caso del plátano, la clave está en la microfauna del suelo: hongos, bacterias y otros microorganismos que, gracias a sus enzimas, transforman los compuestos orgánicos en nutrientes que la planta puede absorber fácilmente (Cabanilla et al., 2017).

Hoy en día también contamos con tecnologías que le “dan un empujón” a este proceso: aceleran la conversión de los minerales traza en formas fácilmente absorbibles por la planta. Así, el plátano los utiliza de manera más eficiente, respondiendo mejor fisiológicamente, lo que permite optimizar la fertilización y mejorar el rendimiento del cultivo sin comprometer la salud del suelo a largo plazo (Murphy, 2023).

1.3 Estrategias de Manejo Nutricional en Sistemas Agropecuarios

1.3.1 Fertilización química convencional vs. estrategias biológicas

Durante mucho tiempo, la fertilización química fue la columna vertebral de la nutrición vegetal, ya que proporciona nutrientes de manera inmediata. Sin embargo, su uso excesivo trajo consigo problemas ambientales, como la lixiviación de nutrientes hacia ríos y lagunas (Pontevedra, 2025). Además, de que las plantas solo aprovechan entre un 10 % y un 30 % de lo aplicado, porque el resto se pierde (Remache et al., 2017).

En cambio, las estrategias biológicas biofertilizantes y bioestimulantes incluidos han ido ganando terreno en la agricultura moderna (Palacios-López, 2023). Estos productos, basados en microorganismos beneficiosos, no solo liberan los nutrientes de manera gradual, sino que también fortalecen la capacidad de la planta para resistir condiciones adversas (Ruiz, 2024). De hecho, estudios recientes muestran que los biofertilizantes pueden incrementar la productividad hasta en un 30 % y reducir a la mitad el uso de abonos químicos (Suarez, 2012).

No obstante, se puede decir que su adopción no está exenta de retos: hace falta infraestructura para producir y almacenar estos productos, y los agricultores requieren capacitación técnica (Palacios-López, 2023). Es importante tener cuidado al combinar fertilizantes químicos y biológicos, ya que algunas interacciones pueden reducir la capacidad de la planta para responder al estrés (Pichel, 2017).

1.3.2 Interacción entre aportes sintéticos y biológicos en el suelo

Los fertilizantes sintéticos, al aportar nutrientes clave como nitrógeno, fósforo y potasio, han sido prácticamente la base de la agricultura intensiva (Aguar et al., 2024). Pero, se observó que usarlos en exceso puede dañar la estructura del suelo y hasta bajar la diversidad de los microorganismos que viven ahí.

Por otro lado, los insumos biológicos bioestimulantes y microorganismos parecen darle un empujón a la salud del suelo, porque animan la actividad microbiana y ayudan a que las plantas aprovechen mejor los nutrientes existentes (Sarmiento, 2016).

La mezcla de ambos enfoques es algo interesante ya que la sinergia aumenta la tolerancia de las plantas al estrés como a la sequía, y al mismo tiempo suele mejorar el rendimiento (Schwerter, 2023). Además, esta combinación ayuda a que dependamos menos de los químicos y a frenar la contaminación de suelos y aguas (Ripoll, 2025).

1.4 Fundamentos de la Tecnología Microbial Catalyst®

1.4.1 Principios de acción y conversión de minerales traza

Se puede decir que los minerales como el zinc (Zn), hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu), molibdeno (Mo), boro (B) y níquel (Ni) son como esos “ayudantes” de las enzimas, facilitando reacciones metabólicas claves. Por ejemplo, el hierro es indispensable para la síntesis de clorofila y el transporte electrónico en la fotosíntesis, mientras que el zinc juega un papel importante en la regulación de la expresión génica y mantiene la integridad de las membranas celulares (Castillo-González et al., 2018).

Ahora, cuando existe ausencia de alguno de estos, se ve la planta con síntomas como: clorosis, necrosis de las hojas, crecimiento más lento y hasta una baja en la calidad del fruto. Además, es necesario recordar que estos minerales no actúan solos: su interacción con otros nutrientes puede cambiar su disponibilidad y absorción, por lo que es fundamental lograr un manejo equilibrado de toda la nutrición mineral (Ramírez et al., 2022).

1.4.2 Rol de los microorganismos en la transformación y solubilización

Se puede decir que los microorganismos del suelo, sobre todo los que habitan cerca de las raíces (la rizosfera), como bacterias y hongos, juegan un papel clave en la mineralización de la materia orgánica y en solubilizar nutrientes esenciales pensemos en fósforo, potasio y micronutrientes (Velázquez, 2018). Lo hacen gracias a la secreción de ácidos orgánicos, enzimas y sideróforos, que ayudan a “desempaquetar” los nutrientes para que las plantas los tomen más fácil (Aguado-Santacruz et al., 2012).

Ahora, si hablamos de géneros concretos, se vio que *Bacillus* y *Pseudomonas* lanzan ácidos orgánicos que bajan el pH en la rizosfera, disolviendo minerales que antes estaban muy firmes y liberando fósforo y potasio estableciendo una relación simbiótica con la raíz, las cuales se extienden por su red de hifas y ampliando la superficie de absorción de agua y nutrientes (Borbón, 2023). De hecho, estudios muestran que inocular cultivos con estos hongos puede

aumentar la absorción de fósforo ¡hasta en un 90 % comparado con plantas sin inocular!
(Bañuelos et al., 2017).

1.5 Bioestimulación Microbiana en el Cultivo de Plátano

1.5.1 Metodologías de aplicación y dosificación en campo

Cuando hablamos de aplicar bioestimulantes microbianos al plátano, podemos distinguir varias técnicas. Por ejemplo:

- **Aplicación al suelo:** consiste en incorporar el producto directamente en el terreno ya sea en forma líquida o sólida para favorecer la colonización de la rizosfera por los microorganismos. Por ejemplo, en la Universidad EAFIT desarrollaron un bioestimulante con *Bacillus subtilis* EA-CB0575, que se coloca en la raíz al inicio del crecimiento. Se constató que aumenta la biomasa foliar y radicular hasta en un 80 % y reduce el tiempo de cultivo en un 8,33 % (Pérez et al., 2017).
- **Aplicación foliar:** en este caso, la solución se aplica directamente sobre las hojas, lo que permite que los compuestos activos se absorban rápidamente. Este método resulta especialmente eficaz en los momentos críticos del ciclo del plátano (Mateus-Cagua y Rodríguez-Yzquierdo, 2019).
- **Inoculación en vivero:** antes de pasar las plántulas al campo, se las trata con el bioestimulante para que lleguen más fuertes y adaptadas desde el principio (García et al., 2021).

En cuanto a la dosificación en campo, se puede decir que afinar las cantidades es clave para no gastar de más y, al mismo tiempo, sacar el máximo provecho:

- En El Oro, Ecuador, un estudio con banano *Williams* destacó que usar 25 g de biocarbón por planta, junto con 4 ml de microorganismos eficientes y 1 143 ml de agua purificada, tuvo un impacto notable en las diferentes fases fenológicas del cultivo (Cevallos-Jungal et al., 2024).

- Y en Los Ríos, con la variedad *Valery* de *Musa paradisiaca*, aplicaron 1 L de Bacthon + 300 g de Tricho-D + 100 g de Micosplag cada 16 semanas. Se observó una caída en los nematodos y un aumento tanto en el peso de las raíces como en la altura de los hijuelos (Pérez et al., 2017).

1.5.2 Interacción suelo-planta: impactos en la absorción de nutrientes

En las raíces del plátano, que es lo que se conoce como la rizosfera, viven varios microorganismos que ayudan a la planta. Entre ellos hay bacterias y hongos que tienen funciones importantes, como liberar los nutrientes que están en el suelo para que la planta los pueda absorber y crecer mejor.

Se ha observado que algunas bacterias, como las del tipo *Bacillus* (por ejemplo *Bacillus subtilis* y *Bacillus thuringiensis*), ayudan considerablemente a que el plátano absorba los nutrientes. Además, pueden hacer que la planta se defienda mejor frente a enfermedades como el marchitamiento por *Fusarium oxysporum* (Zakaria et al., 2023).

En el caso de los hongos micorrízicos, estos forman una relación directa con las raíces, se introducen en ellas y extienden hilos por el suelo, lo que permite que la planta llegue a nutrientes como fósforo, zinc o molibdeno con más facilidad. Gracias a eso, el cultivo crece mejor y produce más (Meza, 2023).

También se han probado bioestimulantes microbianos, como los llamados microorganismos eficientes (EM), y se ha visto que mejoran el suelo. En algunos ensayos, se ha mezclado harina de arroz con EM (microorganismos eficientes), y se ha contemplado que ayuda a que las raíces estén más sanas. También se notó que los racimos crecieron más, lo cual da a entender que la planta está usando mejor los nutrientes del suelo (Velepucha et al., 2022).

Por otro lado, existen bacterias llamadas endófitas que también aportan a que la planta aproveche mejor el nitrógeno y el fósforo, y al mismo tiempo, hacen que esté más fuerte frente a enfermedades (Naranjo, 2019).

1.6 Tecnología Microbial Catalyst®: fundamentos y aplicaciones

La tecnología llamada Microbial Catalyst® que no funciona como los productos tradicionales que traen microorganismos nuevos, este en su lugar “activa” los que ya están en el suelo, como si les diera energía para que estos descomponga mejor la materia orgánica y se liberen nutrientes que antes estaban atrapados y no se podían aprovechar (Alquichire y Valencia-Chin, 2022).

Este tipo de tecnología se está convirtiendo en una aliada en la agricultura que busca ser más sostenible ayudando a reciclar nutrientes y aprovechar mejor los residuos para estos ser usados para generar energía, mejorando el uso de fertilizantes y ayudando a reducir la contaminación (Parveen et al., 2024).

En un cultivo de arroz en Babahoyo, por ejemplo, se usó un producto llamado Generate. Después de aplicarlo, se notó que los hongos y bacterias del suelo estaban más activos. Esto hizo que los nutrientes se desplazaran mejor y que el suelo estuviera en mejores condiciones. Todo esto sugiere que ese bioestimulante realmente ayudó a que el cultivo estuviera más sano (Averos, 2017).

También se ha probado un producto mineral que se llama Cat Min, hecho con sales de cobalto. Lo que hace es “activar” a los microbios que ya viven en el suelo, ayudando a soltar nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio, que estaban inmovilizados. Gracias a eso, la planta pudo absorberlos mejor.

Por otro lado, un producto llamado Cat Bio, no funcionó igual de bien. Y al parecer fue porque los microorganismos que contenía no se adaptaron bien al suelo. Con eso quedó claro

que el cobalto como catalizador ayuda más, porque mejora la nutrición de la planta y la hace producir más, sin dañar el medio ambiente (Serrano, 2017).

Los catalizadores vegetales que son utilizados para producir biodiésel a partir de aceites no comestibles, nos permiten obtener un combustible de buena calidad, sin necesidad de usar altas temperaturas o presiones, similares a los métodos tradicionales, lo cual demuestra que sí funcionan bien (Ramanathan et al., 2022).

También se han probado tecnologías que usan enzimas llamadas celulasas, que ayudan a descomponer residuos vegetales como la biomasa lignocelulósica que nos permite transformar los productos útiles, como biocombustibles o insumos para biorrefinerías, en opción interesante para aprovechar mejor los residuos agrícolas a partir de ellos (Shah et al., 2019).

CAPITULO II

ESTADO DEL ARTE

En este trabajo se aplicó la tecnología Microbial Catalyst® para manejar el cultivo de plátano Barraganete en su primer ciclo de producción. Lo que se ha observado con este tipo de productos es que ayudan a liberar más nutrientes en el suelo y mejoran el desarrollo de las raíces. Eso hace que la planta absorba mejor los nutrientes y funcione de manera más eficiente.

Hay varios estudios que apoyan esto. Por ejemplo:

- Sabando (2024) encontró que el uso de Microbial Catalyst® hizo que el plátano tuviera raíces más grandes y un crecimiento más fuerte. Además, ayudó a que se cayera menos la planta.
- Tacuri (2020) probó diferentes dosis de potasio y observó que, cuando se aplicaba correctamente, se mejoraba la firmeza del pseudotallo y los racimos se obtenían de mejor calidad. Eso ayudó a que se perdiera menos fruta después de la cosecha.
- Pérez y Gómez (2021) mostraron que esta tecnología ayuda a usar menos fertilizantes químicos, sin que la planta deje de crecer bien. Así, el cultivo se vuelve más resistente y menos dependiente de productos externos.
- Shao et al. (2017) dijeron que si las bacterias se encuentran en un entorno adecuado estas ayudan a que las plántulas usen mejor los nutrientes, crezcan de manera más pareja y aprovechen bien los nutrientes.
- Mateus-Cagua y Rodríguez-Yzquierdo (2019) contaron que con bioestimulantes, el suelo retiene más agua, siendo una clave cuando hay poca lluvia, porque los nutrientes siguen estando disponibles.
- Guerra-Sierra (2013), se pudo constatar que las tecnologías microbianas favorecen la interacción de las raíces con los microorganismos del suelo, lo que potencia su actividad conjunta y se traduce en una absorción más eficiente de minerales esenciales

para el desarrollo del cultivo.

- Gonzaga et al. (2025) menciona que cuando se aplicó esta tecnología, las plantas mostraron un crecimiento más parejo y los frutos mejoraron en calidad. Gracias a eso, se pudo evitar que se perdiera tanta producción.

CAPÍTULO III

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización de la unidad experimental

La presente investigación se realizó, en los predios de la Finca del Señor Iván Zambrano Ubicada en la vía Popusa del Cantón el Carmen Manabí.

3.2 Caracterización agroecológica de la zona

El Cantón El Carmen se encuentra ubicado al noroeste de la Provincia de Manabí en Ecuador, al Norte y al Este con la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas., al Sur con la Provincia del Guayas, al Oeste con el Cantón Flavio Alfaro. El Carmen se encuentra ubicado geográficamente en las coordenadas UTM 17 M 675031.62 m E y 9971315.00 m S.

Tabla 1. Características agroclimáticas de la localidad

Características	El Carmen
Temperatura (°C)	27
Humedad Relativa del aire (% RH)	72
Heliofanía (Horas luz año ⁻¹)	1050
Precipitación media anual (mm)	2400
Altitud (msnm)	260

Fuente: Elaborado con datos de INAMHI (2024).

3.3 Variables

3.4 Variable independiente

Tecnología Microbial Catalyst

3.4.1 Métodos

En este estudio, la tecnología Microbial Catalyst® se aplicó por vía foliar en un cultivo de plátano ‘Barraganete’.

3.5 Variables dependientes.

- ✓ Peso del cormo
- ✓ Número de manos
- ✓ Número de dedos
- ✓ Longitud de los dedos
- ✓ Grosor de los dedos del racimo
- ✓ Biomasa de los dedos
- ✓ Número de dedos exportables
- ✓ Número de dedos no exportables
- ✓ Número promedio de hojas al momento de la cosecha
- ✓ Longitud de la hoja
- ✓ Ancho de la hoja
- ✓ Biomasa fresca de la hoja
- ✓ Número de hojas emitidas
- ✓ Peso del pseudotallo
- ✓ Peso del racimo
- ✓ Número de raíces
- ✓ Longitud de raíces
- ✓ Peso de la biomasa radical fresca
- ✓ Peso de la biomasa radical seca
- ✓ Grosor de raíces
- ✓ Concentraciones nutricionales de la raíz

3.6 Unidad Experimental.

Las unidades experimentales estarán conformadas por 15 unidades experimentales, que dan un total de 180 plantas requeridas para todo el estudio. Cada planta está sembrada en el suelo a una distancia de 3x3 m.

3.7 Tratamientos

Tabla 2. Características de los tratamientos

Nº	Tratamiento	Concentración de Generate®	Volumen de agua	Número de aplicaciones	Total cc/ha
1	T1	10,75 cc	2,15 litros	1 aplicación	11,944
2	T2	10,75 cc	2,15 litros	2 aplicaciones	23,889
3	T3	10,75 cc	2,15 litros	3 aplicaciones	35,833
4	T4	10,75 cc	2,15 litros	4 aplicaciones	47,777
5	T5	0 cc	0 litros	0 aplicaciones	0

3.8 Análisis Estadístico

Para este trabajo se decidió utilizar un diseño experimental que permitió comparar los

tratamientos, minimizando el efecto de la variabilidad natural de las plantas sobre los resultados. Se emplearon cinco tratamientos, cada uno con tres repeticiones, con el fin de asegurar que los datos obtenidos fueran lo más confiables y representativos posible. Posteriormente, la información fue analizada mediante una prueba estadística que permitió identificar diferencias significativas entre los tratamientos. Para la comparación de medias se aplicó la prueba LSD de Fisher, con un nivel de confianza del 95 %. Finalmente, los datos se organizaron y representaron gráficamente en Excel, lo que facilitó la interpretación de los resultados en cada tratamiento.

Tabla 3. Fuente de variación

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Total	14
Repeticiones	2
Tratamientos	4
Error Experimental	8

3.9 Instrumentos de medición

3.9.1 Materiales y equipos de campo

- ❖ Producto Generate®
- ❖ Mochila de aspersión manual de 20 L
- ❖ Cinta métrica
- ❖ Regla milimetrada
- ❖ Estacas de madera
- ❖ Cuerda
- ❖ Marcadores
- ❖ Etiquetas plásticas
- ❖ Balanza digital
- ❖ Cronómetro
- ❖ Bitácora de campo

3.9.2 Materiales de oficina y muestreo

- ❖ Cuaderno de campo
- ❖ Hojas de cálculo (Excel)
- ❖ Lápices
- ❖ Bolígrafos

- ❖ Marcadores
 - ❖ Resaltadores
 - ❖ Carpetas
 - ❖ Portadocumentos
 - ❖ Computador portátil
 - ❖ Software estadístico
- InfoStat 2020e

3.9.3 Manejo del ensayo

Este ensayo fue realizado en una plantación de plátano Barraganete (*Musa AAB*) ya establecida, pero con plantas que aún se encontraban en una fase inicial de desarrollo, con un promedio de ocho hojas al inicio.

El bioestimulante Generate®, que incluye la tecnología Microbial Catalyst®, se aplicó de forma foliar. Para tener un buen control de las aplicaciones, se decidió hacerlo cada vez que la planta emitía diez hojas nuevas. Para eso, se fueron marcando las hojas conforme iban apareciendo, lo cual facilitó programar las aplicaciones con orden.

Durante el ensayo, se realizaron todas las labores culturales necesarias. Por ejemplo, se hizo un deshoje fitosanitario cada 15 días, retirando las hojas viejas o enfermas. También se controlaron las arvenses usando motoguadaña, con el objetivo de evitar que compitieran con las plantas.

Todas estas prácticas se aplicaron de igual manera en cada tratamiento, para que los resultados no se vieran afectados por otros factores y fuera posible observar con claridad el efecto del bioestimulante.

La revisión se realizó al concluir la primera etapa de cosecha, basándonos en la hoja marcada con el Número 40. Se analizaron distintos factores, como la cantidad de hojas nuevas, detalles de la planta en sí, la cosecha del grupo de frutos y peculiaridades del sistema de raíces, incluyendo su peso, materia orgánica, tamaño, grosor y la presencia de nutrientes en las raíces. Con cada uno de estos datos se analizaron comprendiendo el efecto del tratamiento utilizado.

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Peso del cormo

Tabla 4. *Peso del cormo en el cultivo de plátano Barraganete*

Tratamiento	Peso del cormo (Kg)	Error estándar		
T2	10,32	0,92	A	
T4	7,75	0,92	A	b
T3	7,59	0,92	A	b
T1	5,79	0,92	a	b
T5	5,67	0,92		b
P-valor		0,0391		
CV%		21,4		

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

Se notó que los métodos usados eran distintos, mostrando un valor P de 0,0391 y un cambio del 21,4 %. El método T2 fue el que más peso mostró en el cormo, llegando a 10,32 kg $\pm$ 0,92. Al ver estos datos y los de Sabando (2024), hay una gran diferencia. Él probó sumergir los cormos de Barraganete en un bioestimulante orgánico por horas (2, 4, 6, 8 y 10), y el mejor (6 horas) llegó solo a 0,6 kg.

Además, Mateus-Cagua y Rodríguez-Yzquierdo (2019) vieron que al usar bioestimulantes en la fase de crecimiento del plátano ‘Hartón’ y vieron más biomasa en el cormo. En solo 12 semanas tras quitar el cormo, llegaron a 12,23 g, mostrando que la planta reacciona bien si se usan estos productos desde el inicio.

4.2 Número de manos

El análisis estadístico no reveló deferencias notables entre los cuidados probados sobre la cantidad de dedos vendibles, con un valor P de 0,1786 y un coeficiente de variación de 6,84%. Aunque el tratamiento T3 marcó el promedio más alto con $5,83 \pm 0,22$ ([Anexo 1](#)).

Narváez, (2014), el estudio mostró que la aplicación de biopotenciadores en las hojas de plantas de plátano (*Musa* AAB) permitió obtener un mayor Número de manos por racimo, alcanzando hasta nueve, en comparación con las seis u ocho manos registradas en el tratamiento control. Este logro resalta la fuerza de los biopotenciadores en las hojas para mejorar el progreso reproductivo de la planta, por medio de la mejora de procesos físicos clave, como la eficiencia de la luz solar, el paso de fotoasimilados y el mando hormonal que ayudan a la creación y el crecimiento de dedos nuevos. Por lo tanto, estos resultados respaldan la idea de que la nutrición foliar no solo corrige deficiencias, sino que también actúa como un regulador del rendimiento, favoreciendo la formación de racimos de mejor calidad y contribuyendo al incremento de la productividad y rentabilidad del cultivo.

4.3 Números de dedos

El análisis estadístico no evidenció diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en cuanto al Número de dedos, con un valor de P de 0,678 y un coeficiente de variación de 5,72%. Aunque el tratamiento T1 registró la media más alta con $30,5 \pm 0,98$ ([Anexo 2](#)).

Reyes y Hernández (2013), reportaron un aumento notable en el Número de dedos por racimo hasta 46,59 dedos cuando combinaron aplicaciones foliares de biorreguladores con enmiendas orgánicas edáficas, como vermicompost. Este enfoque dual potencia la disponibilidad y asimilación de nutrientes: los biorreguladores mejoran la actividad enzimática, la división celular y el flujo de fotoasimilados hacia los órganos en desarrollo, mientras que el vermicompost enriquece el suelo con materia orgánica estable y microorganismos beneficiosos que facilitan la mineralización y la liberación gradual de nutrientes. Como resultado, se observa un incremento significativo en la formación y el desarrollo de dedos, lo que demuestra que la fertilización foliar, especialmente cuando se integra con una nutrición edáfica orgánica, puede

generar mejoras cuantificables en la estructura del racimo y, por ende, en el rendimiento potencial del cultivo.

4.4 Longitud de los dedos

El análisis numérico no reveló diferencias significativas en las pruebas sobre la longitud de los dedos, mostrando un valor P de 0,678 y una variación rara de 5,72%. No obstante, la prueba T1 sacó el valor más elevado con $30,5 \pm 0,98$ ([Anexo 3](#)).

Bustamante y Gómez (2019), probaron que el uso directo de bioestimulantes en las hojas, en distintas fases de la formación del racimo, mejoran el tamaño de los dedos del plátano. En su análisis, los métodos usados cada semana dieron un ancho y una longitud más altos, llegando a un tope de 21,59 cm en los dedos más altos del racimo. Estos datos dan a entender que los bioestimulantes hacen que la actividad celular y el movimiento de nutrientes a los frutos en crecimiento aumenten, lo que causa un crecimiento más veloz y parejo. Aparte de esto, el momento de uso, al coincidir con fases importantes del crecimiento del fruto, parece ser crucial para hacer más grande la longitud y el ancho de los dedos, dando un valor extra a la producción y a la calidad de venta del cultivo.

4.5 Grosor de los dedos del racimo de plátano

Según los datos, no hubo diferencias significativas al mirar los tratamientos en el grosor de los dedos del racimo. La P fue de 0,1411 y el cambio fue de 6,01 %. El tratamiento T3 tuvo el Número más alto, con $4,95 \pm 0,16$ ([Anexo 4](#)).

Arthi y Shakila (2023), hicieron un estudio sobre los micronutrientes aplicado foliarmente en las hojas para ver si presentaba un efecto positivo; donde vieron que los dedos del racimo eran más gruesos después de 45 días. Aunque no usaron mucho (solo 2 %), el fruto mejoró mucho. Esto muestra que las hojas absorben bien los nutrientes y que la planta responde rápido si tiene la nutrición correcta.

4.6 Biomasa de los dedos

El análisis estadístico no mostró diferencias significativas en el peso de los frutos entre los tratamientos evaluados ($p = 0,1252$), lo que indica que la aplicación de los distintos manejos no generó variaciones relevantes en la biomasa de los dedos de plátano (*Musa AAB*). El coeficiente de variación fue del 6,61 %, lo cual refleja una dispersión baja y una adecuada precisión experimental. Si bien no se detectaron diferencias estadísticas, el tratamiento T4 presentó la media más alta, con un peso promedio de $368,73 \text{ g} \pm 13,14$. ([Anexo 5](#)).

En el estudio de Cedeño-Zambrano et al. (2022), se vio que usar abonos químicos da resultados rápidos en la siembra, viéndose un aumento grande en el peso, llegando hasta 350 g en los frutos, lo que muestra buenos resultados al usarlo en las hojas y en la tierra.

4.7 Número de dedos exportables

El análisis del Número de dedos exportables no evidenció diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados ($p = 0,2524$), con un coeficiente de variación de 6,14 %. Sin embargo, el tratamiento T1 registró el promedio más alto, con $30,33 \pm 1,02$ dedos exportables por racimo ([Anexo 6](#)).

El trabajo de Alcívar (2023), el análisis de la biomasa de los dedos en plantas de plátano (*Musa AAB*) mostró que la aplicación de citoquininas permitió obtener en promedio 29 dedos exportables por racimo. Este valor no difirió significativamente del registrado con el uso del bioestimulante Generate, lo que indica que ambos tratamientos favorecieron el crecimiento y la calidad de los frutos, pero con un efecto estadísticamente similar en el número de dedos comercializables. Estos resultados sugieren que la incorporación de microorganismos y reguladores de crecimiento en el manejo agrícola representa una alternativa sostenible, capaz de contribuir al incremento de la productividad, al mismo tiempo que promueve prácticas amigables con el ambiente y la conservación del suelo.

4.8 Número de dedos no exportables

El análisis del Número de dedos no exportables evidenció diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, con un valor de $p = 0,0479$ y un coeficiente de variación de 51,64 %. El tratamiento T5 presentó la media más alta, con $1,67 \pm 0,3$ dedos no exportables por racimo, superando al resto de tratamientos. No obstante, este valor no difirió estadísticamente de T2, T3 y T4, los cuales mostraron resultados similares entre sí.

Tabla 5. Número de dedos no exportables en el cultivo de plátano Barraganete

Tratamiento	N. de dedos no exportables	Error experimental	
T5	1,67	0,3	a
T2	1,33	0,3	a
T4	1,17	0,3	a b
T3	0,67	0,3	a b
T1	0,17	0,3	b
P valor		0,0479	
CV%		51,64	

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

En el trabajo de Alcívar (2023), se reportó un rango de dedos no exportables que osciló entre 1,67 y 4,33 al evaluar el efecto de las citoquininas como promotoras del crecimiento radicular. Estos resultados son coherentes con lo encontrado por Bustamante y Gómez (2019), quienes aplicaron Basfoliar Kelp (auxinas) en combinación de calcio en las últimas manos del racimo de banano; los tratamientos con $100 \text{ cm}^3 \text{ ha}^{-1}$ de cada bioestimulante incrementaron con respecto al testigo la longitud y el grosor de los dedos, lo que sugiere que estos productos mejorarían el calibre de la fruta y el porcentaje de dedos fuera de norma exportable. Contrariamente a lo documentado por ambos estudios, los resultados de la presente investigación registraron valores inferiores un máximo de 2,67 y un mínimo de 0,67, lo que evidencia una diferencia apreciable respecto a lo anterior. Esta diferencia puede atribuirse a las distintas condiciones agroecológicas y prácticas de manejo agronómico, así como al tipo de

insumo usado; ya que en nuestro caso la aplicación de bioestimulantes microbianos habría influido en la calidad del racimo.

4.9 Número promedio de hojas al momento de la cosecha

Se pudo observar que no hay diferencia, reportando un P de 0,4449 y un coeficiente de variación de 89,93 %. El tratamiento T2 también reportó la media más alta $16 \pm 4,27$ ([Anexo 7](#)).

Rodríguez et al. (2012), evaluaron el efecto de la eliminación selectiva de hojas en plantas de banano 'Gran Enano' y encontraron que eso no afectaba al peso del racimo ni a la calidad del fruto si se mantenían entre 6 y 12 hojas a partir de la floración hasta la cosecha.

4.10 Longitud de la hoja

Se pudo comprobar la existencia de diferencias significativas entre tratamientos, dado que el valor de P fue de 0,018 y el coeficiente de variación fue de 7 %. La media más elevada fue para el tratamiento T4 con $205,37 \text{ cm} \pm 7,51$.

Tabla 6. Longitud de la hoja en el plátano Barraganete

Tratamiento	Longitud de la hoja	Error experimental			
T4	205,37	7,51	a		
T2	195,64	7,51	a	b	
T1	192,8	7,51	a	b	
T3	174,75	7,51		b	c
T5	160,61	7,51			c
P-valor		0,018			
CV%		7			

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

Estos resultados concuerdan con los de Torres-Bazurto et al. (2019), los cuales al estudiar diferentes dosis de nitrógeno en banano (cv. Williams), observaron un aumento del área foliar, especialmente con dosis superiores a 480 kg N/ha. De igual forma, Hamid et al. (2025), indicaron que el incremento en la frecuencia de la aplicación de fertilizantes foliares

(una vez a la semana) producía hojas más largas y anchas, coincidencias que enfatizan tanto el tipo como la frecuencia de aplicación de nutrientes.

Otro estudio bastante importante es el de Jadhav et al. (2019), quienes informaron que la mezcla de fertilizante mineral (NPK) y el abono orgánico (estiércol/FYM), en la proporción 75% químico + 25% orgánico, producen un índice de área foliar (IAF) significativamente mayor para el banano. En su trabajo, reemplazar el 25% del nitrógeno mineral por compost mantuvo altos rendimientos foliares y aumentó el IAF total.

4.11 Ancho de la hoja

El análisis estadístico no mostró diferencias significativas en cuanto a la amplitud de la hoja entre los tratamientos a evaluar, que alcanzó un valor de P de 0,4967 y un coeficiente de variación del 9,34%. A pesar de ello, el tratamiento T2 evidenció la mayor media con 60,04 cm $\pm$ 3,57. ([Anexo 8](#))

Esto va en línea con los resultados observados por Montaña Tenorio (2020), quien usó el fertilizante foliar AMICROP MIX en banano Williams a dosis de 0,5 L·ha⁻¹ y encontró un ancho de hoja promedio de 24,30 cm, sin diferenciar entre tratamientos, lo que apoya la idea de que el ancho foliar puede no ser muy susceptible a cambios en la fertilización al trabajar en condiciones de campo. Sin embargo, estudios como el de Hamid et al. (2025), que se ejecutaron bajo condiciones de invernadero controladas, demostraron una respuesta significativa en plántulas de banano Grand Nain: al aplicar la fertilización foliar con NPK 20-20-20 semanalmente obtuvieron un ancho de hoja promedio de 14,5 cm, por encima del valor de 11,6 cm si se aplicaba la fertilización cada tres semanas. Esto pone de manifiesto que en sistemas protegidos y en etapas juveniles el ancho de hoja puede resistir de manera más clara a la nutrición.

4.12 Biomasa fresca de la hoja

El análisis estadístico no mostró diferencias significativas entre los tratamientos analizados para el ancho de la hoja con un valor de $P = 0,3743$ y un coeficiente de variación de 30,17%; sin embargo, el tratamiento T4 tuvo la mayor media con $593,85 \text{ g} \pm 83,27$. ([Anexo 9](#)).

Por comparación, Xu et al. (2024), realizaron un ensayo con bioestimulantes algas proteicas, demostrando un incremento del peso seco del brote con los tratamientos extracto de planta y productos proteicos (42 g), en relación al grupo control (42 g) y los tratamientos T4 y V PH (61 g). Además, incrementos en parámetros fotosintéticos como ACO_2 , conductancia estomática y mayor SPAD (+) se relacionaron con este incremento.

Por otra parte, en un estudio del fitonutriente K_2SO_4 aplicado foliarmente en Marruecos, observaron incrementos del 10 % de rendimiento en el primer año de aplicación y del 7 % adicional a la segunda, a la vez que incrementaron el área foliar, clorofila y resistencia estomática, pero no determinaron la biomasa seca de las hojas.

Finalmente, en el estudio de Zhang et al. (2024), incluyeron cinco de hojas foliares, siendo el fosfato de potasio (T5) el que incrementó la biomasa total, el contenido de clorofila y el peso medio del fruto del 35,0 % y el rendimiento global en un 13,6 % para el tratamiento T1, en relación al control.

4.13 Número de hojas emitidas

Se pudo constatar que existe diferencia significativa reportando un P valor de 0,0248 y un coeficiente de variación de 1,26 %. Constatando que el tratamiento T2 reportó la media más alta $40,83 \pm 0,29$.

Tabla 7. Número de hojas emitidas

Tratamiento	N. de hojas emitidas	Error experimental			
T2	40,83	0,29	a		
T5	40,67	0,29	a		
T1	40,5	0,29	a	b	
T4	39,67	0,29		b	c
T3	39,33	0,29			c
P-valor		0,0248			
CV%		1,26			

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

Los resultados obtenidos coinciden con lo reportado por Montaña (2021), quien evaluó la aplicación de microorganismos benéficos en banano (*Musa paradisiaca* L.) en el cantón Pasaje, provincia de El Oro; en dicho estudio, el tratamiento aplicado cada tres semanas promovió un incremento en el Número de hojas emitidas (10,6) en comparación con el testigo (9,86), evidenciando una respuesta fisiológica positiva ante la bioestimulación. Desde un enfoque agronómico, este aumento en el Número de hojas al momento de la cosecha tiene una implicación práctica fundamental para el productor, ya que está directamente relacionado con la vida poscosecha del racimo; a mayor Número de hojas activas al momento del corte, mayor será la duración del color verde del tallo y dedos durante el almacenamiento y transporte. Esta condición mejora la apariencia comercial y reduce las pérdidas por maduración anticipada; por ejemplo, un racimo cosechado con una sola hoja funcional podría madurar en aproximadamente una semana, mientras que con dos o más hojas la vida verde puede extenderse a dos semanas o más, dependiendo de las condiciones ambientales. En consecuencia, prácticas agrícolas que estimulen el desarrollo foliar, como la aplicación de bioestimulantes o microorganismos benéficos, no solo optimizan el crecimiento vegetativo, sino que además potencian la calidad y la vida comercial del plátano ‘Barraganete’, generando beneficios económicos concretos para el productor.

Los resultados que se obtuvieron son coincidentes con lo que fue reportado por Montaña (2021), en este caso una evaluación con la aplicación de microorganismos benéficos en banano (*Musa paradisiaca* L.) en el cantón Pasaje, en la provincia de El Oro; en esta evaluación el tratamiento de aplicación cada tres semanas produce un aumento en el Número de hojas emitidas (10,6) respecto al testigo (9,86), y lo cual evidencia una respuesta del tipo fisiológico positiva ante la bioestimulación; y desde el punto de vista agronómico, el aumento del Número de hojas en momento de la cosecha tiene una importación significativa para el productor, dado que implica una relación básica con la vida poscosecha del racimo; es decir, a mayor Número de hojas activas al momento del momento del corte, mayor es la duración del color verde del tallo y dedos para almacenamiento y transporte haciendo que la condición mejorada de la apariencia comercial y de pérdidas por maduración anticipada, en donde por ejemplo un racimo cosechado sólo con una hoja funcional madurará en una semana, mientras que con dos o más hojas extenderá su vida verde para dos semanas o más, dependiendo de las condiciones ambientales. Por lo tanto, poner en práctica prácticas agrícolas que provoquen la estimulación del desarrollo foliar, como consecuencia de la aplicación de bioestimulantes o de microorganismos beneficiosos, favorece y mejora el crecimiento vegetativo aunque también potencia la calidad y la vida comercial del plátano ‘Barraganete’ con beneficios económicos visibles para el productor.

4.14 Peso del pseudotallo

Se pudo constatar que efectivamente existe una diferencia significativa, obteniendo un valor de P igual a 0,0155 y un coeficiente de variación de 17,27%. El tratamiento T4 mostró la media más elevada con un peso del pseudotallo de $49,98 \pm 3,91$ kg, siendo significativamente diferente del resto de tratamientos.

Tabla 8. *Peso del pseudotallo en el cultivo de plátano Barraganete*

Tratamiento	Peso del pseudotallo (Kg)	Error experimental
T4	49,98	3,91 a
T2	41,52	3,91 a
T3	41,28	3,91 a
T1	39,46	3,91 a
T5	23,65	3,91 b
P valor		0,0155
CV%		17,27

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

El valor encontrado en el estudio realizado por Zambrano et al. (2024), quienes, en sus experimentos de la fase I investigaron el efecto de los diferentes bioestimulantes frente al crecimiento de plántulas de plátano en fase de aclimatación, observando que los ácidos húmicos, aminoácidos, biofertilizantes, ecohormonas y melaza mostraban entre 90 y 150 g de peso seco total de planta cultivadas 'Barraganete', si bien el trabajo realizado por Zambrano fue en condiciones de vivero; por lo que, los resultados del presente trabajo reflejan el efecto favorable para la acumulación de biomasa en el pseudotallo de los tratamientos con los bioestimulantes microbianos aplicados en campo, que junto a un mayor tiempo de evaluación, puede haber sido determinante también en favorecer significativamente esta acumulación de biomasa.

4.15 Peso del racimo

El análisis estadístico mostró diferencias de gran relevancia entre los tratamientos analizados en el peso del racimo (P valor = 0,0005 y un coeficiente de variación de 6,67%). El tratamiento de T3 alcanzó la mayor media, alcanzando los $12,92 \pm 0,43$ kg, siendo superior a todos el resto de los tratamientos, pero sin encontrarse diferencias significativas con respecto a los tratamientos T1, T2 y T4.

Tabla 9. *Peso del racimo en el cultivo de plátano Barraganete*

Tratamiento	Peso de racimo (Kg)	Error experimental		
T3	12,92	0,43	a	
T1	12	0,43	a	b
T2	11,83	0,43	a	b
T4	11,17	0,43		b
T5	8,17	0,43		c
P valor		0,0005		
CV%		6,67		

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

Marcelino y González (2004), en el distrito de Barú (Panamá) realizaron un experimento de campo con cuatro recomendaciones de fertilización, incluyendo el uso de Eco Hum DX, para determinar el efecto sobre la producción de racimos de plátano AAB, no encontrando diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0,01$). El mejor rendimiento le correspondió al tratamiento T-1, con un peso medio de 15,9 kg por racimo. Estos datos nos llevan a pensar que, aunque los bioestimulantes microbianos favorecen el desarrollo del racimo, su respuesta cuantitativa puede ser menor a la respuesta de la fertilización intensa en condiciones medioambientales o para genotipos diferentes.

4.16 Número de raíces

El análisis estadístico demuestra una tendencia a diferencias entre los tratamientos evaluados en Número de raíces, aunque éstas fueron estadísticamente significativas, con un P valor de 0,0193 y un coeficiente de variación de un 11,9% destacando el tratamiento T3 al presentar la media más alta con $112,33 \pm 6,82$ raíces.

Tabla 10. *Número de raíces del cultivo de plátano Barraganete*

Tratamiento	N. de raíces	Error experimental	
T3	112,33	6,82	a
T4	111,67	6,82	a
T2	100,33	6,82	a
T1	99	6,82	a
T5	72,67	6,82	b
P valor		0,0193	
CV %		11,9	

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

En una investigación expuesta por Loor y Cruz (2024), se demostró que el uso de un bioestimulante elaborado a partir de extractos de algas marinas produjo un aumento que llegó al 60,75 % en el Número de raíces de las plantas de banano, corroborando así su papel como fortalecedor del sistema radicular; estos resultados son coherentes con aquellos que se observan en nuestro experimento, donde se realizó un desarrollo radicular más vigoroso sobre plantas adultas de plátano ‘Barraganete’, el cual constituye un rasgo de gran relevancia para el rendimiento agronómico del cultivo. El mayor volumen y profundidad del sistema radicular proporcionan una mejor absorción de agua y de nutrientes, aumentando la eficiencia fisiológica del cultivo y, de esta forma, disminuyendo el apilamiento, que, como hemos apuntado, resulta de crucial importancia en lugares donde la pluviosidad es elevada, como en el caso de El Carmen. Esta absorción permite realizar un flujo constante de savia bruta hacia la parte aérea de la planta que, transformándose en savia elaborada provoca la estimulación del proceso de la fotosíntesis y, como resultado, un llenado de dedos mejorado, de donde resulta una mayor proporción de frutos exportables, racimos de mayor peso y menos dedos rechazados por calidad comercial. Esta cadena fisiológica revela que un sistema radicular en condiciones óptimas no solo contribuye a mejorar la estabilidad estructural de la planta, sino que también incide favorablemente en las variables productivas más relevantes, fortaleciendo el uso de

bioestimulantes como un insumo importante en los programas de manejo técnico del cultivo de plátano a nivel tropical.

4.17 Longitud de raíces

Según el análisis estadístico, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en la variable longitud de raíz ($P = 0,7783$; $CV = 13,14 \%$). Sin embargo, el tratamiento T3 registró la media más alta, con un valor de $36,09 \pm 2,57$ cm, aunque esta diferencia no resultó estadísticamente significativa en comparación con los demás tratamientos. ([Anexo 10](#))

Cedeño et al (2021), comprobaron que la aplicación de fertilización química más un bioestimulante incrementó notablemente la longitud del sistema radical con un promedio de 37,04 cm, lo cual coincide con una mejora de la eficacia en la absorción de nutrientes, dando fe de la eficacia del empleo de bioestimulantes en el cultivo de plátano con el fin de implementar el desarrollo radicular y por consiguiente el rendimiento de la planta.

4.18 Peso de la biomasa radical fresca

El análisis estadístico no indicó diferencias significativas de los tratamientos en cuanto al peso de la biomasa radical fresca inferido ($P = 0,4945$ y coeficiente de variación de 8,28 %) siendo que el tratamiento T3 mostró el medio más elevado $5,96 \pm 0,27$ g ([Anexo 13](#)).

En el estudio desarrollado por Sabando (2024), se encontró un peso de biomasa radical de 23,67 g tras el desarrollo de un tratamiento de inmersión durante un período de 10 horas, este dato se aleja de lo observado en la presente investigación, ya que el peso de la biomasa radical media fue 5,96 g. Una de las posibles razones pudo haber sido el método de aplicación, la duración del tratamiento o las condiciones de manejo, lo que dio lugar a considerar que los bioestimulantes debían optimizarse según la contextura agronómica de cada sistema de cultivo.

4.19 Peso de la biomasa radical seca

El análisis estadístico no evidenció diferencias significativas entre los tratamientos en relación con el peso de la biomasa radical seca, obteniéndose un valor de $P = 0,4619$, lo que indica ausencia de efecto estadísticamente comprobable. El coeficiente de variación fue de 28,42 %, lo cual refleja una variabilidad moderada en los datos. A pesar de ello, el tratamiento T2 registró el valor promedio más alto, con $13,21 \pm 1,76$ %, en comparación con los demás tratamientos evaluados ([Anexo 12](#)).

Moreno (2002), reportó un valor de 3,2 % de biomasa radical al aplicar bioestimulantes a base de microorganismos, lo que evidenció un efecto beneficioso, aunque limitado, sobre el desarrollo del sistema radicular. En contraste, en el presente trabajo se obtuvo un porcentaje de 13,21 % de biomasa radical, valor significativamente superior al reportado anteriormente. Esta diferencia sugiere que la efectividad de los bioestimulantes en condiciones de campo puede variar en función de la formulación utilizada, del tipo de microorganismos presentes y de las condiciones agroecológicas en las que se desarrolla el cultivo. Dichos resultados resaltan la importancia de seleccionar adecuadamente el insumo biológico con el fin de optimizar la respuesta fisiológica de la planta y, en consecuencia, mejorar la acumulación de biomasa.

4.20 Grosor de raíces

El análisis estadístico no mostró diferencia significativa en el grosor de raíces entre los tratamientos: $P = 0.4529$ y $CV = 12.73\%$. El tratamiento T1 mostró el mayor grosor 4.01 ± 0.27 mm ([Anexo 11](#)).

La aplicación del bioestimulante Tecnología Microbial Catalyst® en el desarrollo radicular en condiciones de vivero reportada por Sabando (2024), mostro un grosor promedio de 3,33 mm; sin embargo, en esta investigación, al aplicar este insumo en condiciones de campo, el grosor promedio fue de 4,01 mm. Este resultado llevó a pensar que el comportamiento

del bioestimulante bajo condiciones más exigentes de campo podría haberse mejorado debido a una mayor actividad microbiana y a una interacción más compleja con el suelo y la rizósfera.

4.21 Concentraciones de nitrógeno

El análisis estadístico no puso de manifiesto diferencias significativas entre los tratamientos respecto concentración de nitrógeno, obteniendo un valor de P 0,85 y una D.E. de 0,11. Aún a pesar de la generalidad e insignificancia práctica, el tratamiento T2 mostró la media más alta $1,16 \pm 0,11$ % ([Anexo 14](#)).

Ugarte-Barco et al. (2022), comprobaron que la aplicación de combinaciones de bioestimuladores en el cultivo de plátano dio lugar a una mayor concentración de nitratos en el perfil del suelo, lo que estaría directamente en relación con una mayor disponibilidad de nitrógeno para las plantas. Así como se ha podido correlacionar estos resultados, la respuesta obtenida es la misma que se presentó en nuestra investigación, dada la coincidencia de que se obtuvo una concentración de nitrógeno en raíz que fue de un 1,16 %. Es decir, la aplicación de los bioestimulantes favoreció en el plátano la absorción y acumulación de este macronutriente, el cual resultó ser esencial para el sistema radicular de las plantas.

4.22 Concentraciones de fósforo en raíz

Con respecto a las concentraciones de fósforo, las concentraciones del tratamiento determinado se observó diferencias estadísticamente significativas ($P=0,0108$; coeficiente de variación de 18). El tratamiento T5 tuvo las concentraciones medias mayores ($0,09 \% \pm 0,01$) y el siguiente tratamiento presentado con mayores concentraciones fue el T1 ($0,08 \% \pm 0,01$), siendo ambos estadísticamente mayores que el resto de los tratamientos.

Tabla 11. Concentración de fósforo en el cultivo de plátano Barraganete

Tratamiento	Concentración de fósforo (%)	Error experimental.			
T5	0,09	0,01	a		
T1	0,08	0,01	a	b	
T2	0,06	0,01		b	c
T4	0,06	0,01			c
T3	0,04	0,01			c
P valor		0,0108			
CV%		18			

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

Tabet et al. (2021), en el estudio realizado en plantaciones de *Musa* sp. en Líbano compararon fertirrigación con *Ascophyllum nodosum* con solo pulverización foliar y el tratamiento combinado. Además de los efectos sobre el peso de racimo también comprobaron la composición química de las hojas, observando incrementos significativos en N, P y K foliar en el tratamiento combinado (fertirrigación + foliar) por comparación al control.

4.23 Concentraciones de potasio

Respecto a las concentraciones de K, no se evidenció diferencias significativas entre las concentraciones de los tratamientos, ya que el valor P fue de 0,1976 y el coeficiente de variación de 29,48. A pesar de ello cabe aclarar que el tratamiento T3 fue el que presentó la media más alta de K de 7,06 % $\pm$ 0,86, seguido de T2 y T1, si bien las diferencias no fueron estadísticamente marcadas entre los demás tratamientos ([Anexo 15](#))

Este estudio realizado por Kosalaraman y Munisamy (2014), en India realizó aplicaciones foliares de Aquasap (bioestimulante de macroalgas) al 5 % en los meses 3, 5 y 7 después de la plantación, y realizaron análisis foliar midiendo N, P, K y micronutrientes, observando un aumento de N foliar de hasta el 18 % y de K foliar de 22 % encontrando tendencias a fomentar una reflexión acerca de posibles perspectivas de efectividad a la utilización de los bioestimulantes.

4.24 Concentraciones de calcio

En lo referente a las concentraciones de los niveles de calcio los tratamientos no presentaron diferencias significativas, siendo reportado un P valor de 0,2968 y un Cv de 14,14. A pesar de esto el T3 mostró la media de concentración de calcio más alta con un valor de 0,8 % $\pm$ 0,06 ([Anexo 16](#)).

En el análisis foliar efectuado por Azofeifa-Alvarado (2007), se concluye que tratamientos con productos químicos aplicados en el follaje, sumados a la incorporación de bioestimulantes al suelo, proporcionan niveles adecuados de calcio en los cultivos de plátano al obtener concentraciones medias de 0,88 %. En esta línea de ahondar, los resultados obtenidos en la presente investigación son similares a los de Azofeifa-Alvarado (2007), al obtener concentraciones foliares de hasta un 0,80 % de calcio, lo que permite conjeturar que la aplicación a nivel de suelo de bioestimulantes puede constituir una alternativa competitiva a la aplicación de fertilizantes en el folíolo al favorecer la absorción y la movilización de elementos tales como el calcio.

4.25 Concentraciones de magnesio

El análisis de las concentraciones de magnesio no mostró diferencias estadísticamente significativas en los tratamientos, dado que el valor de P = 0,1499 y un coeficiente de variación de 23,84. El tratamiento T5 mostró la concentración estadísticamente más alta (0,39 % $\pm$ 0,04) y esta concentración fue estadísticamente superior a T3, que tuvo la menor media (0,23 % $\pm$ 0,04) ([Anexo 17](#)).

Delgado (2015), estudió el efecto de fuentes de nutrición (orgánica y química) sobre las concentraciones de magnesio en plantas de plátano y reportó valores de 0,29 % con aplicaciones orgánicas y un 0,44 % con fertilización química convencional, lo que prueba, entre otras cosas, que el uso de insumos químicos puede aumentar notablemente la absorción de magnesio. En

este caso, la aplicación de los bioestimulantes microbianos permitió obtener una concentración foliar del 0,39 %, que se encuentra en un rango intermedio con respecto a los tratamientos descritos por Delgado.

4.26 Concentraciones de azufre

Con respecto a las concentraciones de azufre, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, pues el P valor fue de 0,83 y el coeficiente de variación alcanzó un 22,82%. Todos los tratamientos compartieron la misma letra estadística, lo que indicaba una uniformidad con respecto a la absorción de azufre. Las medias oscilaron entre 0,04 % a 0,05 %, siendo T1, T2, T3 y T4 los que obtuvieron los valores más altos ([Anexo 18](#)).

Alcívar (2023), mencionó que la aplicación de citoquininas en el cultivo de plátano del cultivar Barraganete incrementó la concentración de azufre en la hoja 20, con un valor inclusive más alto que el obtenido que fue del 0,09 %. Este último valor supera el obtenido en esta investigación, puesto que las concentraciones de azufre en hoja fueron inferiores.

CAPITULO V. CONCLUSIONES

La aplicación de la tecnología Microbial Catalyst® mostró una clara repercusión sobre el sistema radicular del plátano ‘Barraganete’, siendo este la base de su primer ciclo de producción. En concreto, el tratamiento T3 como asociado fue el que presentó la mayoría de raíces registrándose una media de $112,33 \pm 6,82$, habiendo sido la diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,0193$) cuando se comparó frente al resto de tratamientos. Este efecto pone de manifiesto la efectividad del bioestimulante en inducir una mayor proliferación radicular en condiciones de campo, posiblemente por medio de procesos fisiológicos como la división celular, la elongación de raíces adventicias y de la mejora de la absorción de sus nutrientes.

El análisis de todas las variables productivas valoradas deja a la vista que la tecnología de Microbial Catalyst® produce beneficios agronómicos significativos en plátano ‘Barraganete’ ya que aunque algunas variables como el peso del racimo ($p = 0,0005$), peso del pseudotallo ($p = 0,0155$) o Número de hojas emitidas ($p = 0,0248$) son variables donde se han observado diferencias significativas otras como la biomasa aérea, Número de dedos exportables y concentración de nutrientes los tratamientos con Microbial Catalyst® no se observó un efecto notable, ya que los resultados fueron similares a los del tratamiento de control. Los resultados obtenidos indican que la aplicación de bioestimulantes microbianos favorecía el desarrollo vegetativo y la eficiencia fisiológica de la planta, a la vez que sugiere que estos bioestimulantes pueden ser una alternativa altamente eficaz y sostenible para mejorar la producción del cultivo que no compromete la salud del suelo ni el equilibrio agroecológico.

CAPITULO VI. RECOMENDACIONES

Emplear la tecnología Microbial Catalyst® en el manejo nutricional del plátano ‘Barraganete’ como resultado de contribuir al fortalecimiento del sistema radicular y al desarrollo general de la planta durante el primer ciclo de producción. Aplicar Microbial Catalyst® como un complemento a los programas de fertilización tradicional, para fomentar el crecimiento de la masa aérea, para mejorar la eficiencia fisiológica y, por último, para poder obtener una producción más sostenible en condiciones de campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguado-Santacruz, G. A., Moreno-Gómez, B., Jiménez-Francisco, B., García-Moya, E., & Preciado-Ortiz, R. E. (2012). IMPACTO DE LOS SIDERÓFOROS MICROBIANOS Y FITOSIDERÓFOROS EN LA ASIMILACIÓN DE HIERRO POR LAS PLANTAS: UNA SÍNTESIS. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 35(1), 9-9. <https://doi.org/10.35196/rfm.2012.1.9>
- Aguiar, S. G. S., Nuñez, L. B. A., Vilema-Escudero, S. F., & Martínez, M. R. (2024). USO DE FERTILIZANTES QUÍMICOS EN EL FOMENTO PRODUCTIVO AGRÍCOLA DEL ECUADOR. *Killkana Técnica*, 8(1), Article 1. <https://doi.org/10.26871/killkanatecnica.v8i1.1531>
- Aguirre Caraguay, P. A. (2024). *Evaluación química y biológica de la fertilidad del suelo en los sistemas agroforestales con café (Coffea arabica L.) en la hacienda el Cristal, sector Pueblo Nuevo del cantón Loja* [bachelorThesis, Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/28803>
- Alcívar Vite, S. T. (2023). *Citoquininas como promotores de crecimiento radical en cultivares establecidos de plátano Musa*. [Thesis]. <https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/4601>
- Almeida Cevallos, A. F., & García Vélez, P. E. (2023). *Efectos de tratamientos fisionutricionales orgánicos y ecológicos sobre el rendimiento del plátano CV. barraganete* [bachelorThesis, Calceta: ESPAM MFL]. <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/2150>
- Alquichire Rojas, S. L., & Valencia-Chin, E. (2022). Benefits of liquid urea and a microbial catalyst on biomass and the nutritional value of Mombasa grass. *Acta Agronómica*, 71(1), 64-72.

- Alvarado, P. M. S., Cossío, N. S., & Giler, M. A. B. (2021). Estudio de la cadena agroalimentaria del plátano en la provincia de Manabí. *ECA Sinergia*, 12(3), 155-174.
- Arias, P., Dankers, C., Liu, P., & Pilkauskas, P. (2024). *LA ECONOMÍA MUNDIAL DEL BANANO 1985-2002*. <https://www.fao.org/4/y5102s/y5102s00.htm#Contents>
- Arthi, L. R., & Shakila, A. (2023). Effect of Micronutrients on Growth and Yield of Banana (*Musa* spp.) Cv. Red Banana. *International Journal of Plant & Soil Science*, 35(11), 143-146. <https://doi.org/10.9734/ijpss/2023/v35i112955>
- Averos Alvarado, L. G. (2017). *Efecto del catalizador Generate sobre poblaciones microbianas de suelo, en arroz (Oryza sativa L.) bajo riego, en la zona de Babahoyo* [Bachelor's thesis]. <https://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/5016>
- Azofeifa-Alvarado, D. (2007). *Efecto de la fertilización foliar con Ca, Mg, Zn y B en la severidad de la sigatoka negra (Mycosphaerella fijiensis morelet), en el crecimiento y la producción del banano (Musa AAA, cv. Grande Naine)*. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/5876>
- Bañuelos, J., Conde, W. S., Gavito, M. E., Aguilar, D. T., Camara, S., Ortíz, R. M., & Abud, Y. C. (2017). Efecto de diferentes niveles de fósforo en aguacate inoculado con hongos micorrízicos arbusculares. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(7), 1509-1520.
- Borbón Valverde, L. F. (2023). *Evaluación de Pseudomonas fluorescens, Bacillus subtilis y Streptomyces sp., como potenciales microorganismos solubilizadores de fósforo (P) en un suelo Andisol*. <https://hdl.handle.net/11056/29644>
- Briones, V. M. Q., Rodríguez, M. P. R., Valdez, D. G. V., & Toala, T. O. M. (2025). Diagnóstico del uso del fuego en actividades agrícolas en el sitio Estancia Vieja, cantón Portoviejo, Manabí, Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 18(1), Article 1. <https://doi.org/10.18779/cyt.v18i1.828>

- Bustamante García, V., & Gómez Tomalá, D. (2019). Efecto de la aplicación de auxinas y calcio a las ultimas manos del racimo del banano para mejorar calibración y largo de dedos de la fruta. *Alternativas*, 20(3), 48-53.
- Cabanilla, W. D. D., Vivar, F. M., Zenteno, M. C., Chávez, J. C., Mendoza, B. L., Moreira, B. R., & Zambrano, V. M. (2017). Evaluación de enmiendas orgánicas sobre la respiración microbiana del suelo y variables agronómicas en banano. *Journal of Science and Research*, 2(8), Article 8. <https://doi.org/10.26910/issn.2528-8083vol2iss8.2017pp28-32>
- Castillo-Álvarez, M., Nikolskii-Gavrilov, I., Ortiz-Solorio, C. A., Vaquera-Huerta, H., Cruz-Bello, G., Mejía-Sáenz, E., & González-Hernández, A. (2007). Alteración de la fertilidad del suelo por el cambio climático y su efecto en la productividad agrícola. *Interciencia*, 32(6), 365-365.
- Castillo-González, J., Ojeda-Barrios, D., Hernández-Rodríguez, A., González-Franco, A. C., Robles-Hernández, L., & López-Ochoa, G. R. (2018). Zinc Metalloenzymes in Plants. *Interciencia*, 43(4), 242-248.
- Cedeño García, G. A. C., Cedeño, S. del R. V., Cedeño, B. A. A., Chávez, J. E. C., & Álava, G. A. L. (2021). BIOESTIMULANTE EN EL CRECIMIENTO Y CALIDAD DE PLÁNTULAS DE PLÁTANO EN FASE DE VIVERO. *Revista ESPAMCIENCIA*, 12(2), 124-130.
- Cedeño García, G. A., Velásquez Cedeño, S. del R., Avellán Cedeño, B. A., Cargua Chávez, J., & López Álava, G. (2021). Bioestimulante en el crecimiento y calidad de plántulas de plátano en fase de vivero. *Revista ESPAMCIENCIA*, 12(2), 124-130.
- Cedeño-Zambrano, J. R., García-Párraga, J. V., Solórzano-Cobeña, C. M., Jiménez-Flores, L. A. J., Ulloa-Cortazar, S. M., López-Mejía, F. X., Avellán-Vásquez, L. E., Bracho-

- Bravo, B. Y., Sánchez-Urdaneta, A. B., Cedeño-Zambrano, J. R., García-Párraga, J. V., Solórzano-Cobeña, C. M., Jiménez-Flores, L. A. J., Ulloa-Cortazar, S. M., López-Mejía, F. X., Avellán-Vásquez, L. E., Bracho-Bravo, B. Y., & Sánchez-Urdaneta, A. B. (2022). FERTILIZACIÓN CON MAGNESIO EN PLÁTANO ‘BARRAGANETE’ (*MUSA AAB*) ECUADOR. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, 35(1), 8-19. <https://doi.org/10.17163/lgr.n35.2022.01>
- Cevallos-Jungal, G. V., Armijos-León, M. I., Quevedo-Guerrero, J. N., & García-Batista, R. M. (2024). Efectos del biocarbón y microorganismos eficientes en las fases fenológicas del cultivo de banano. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 7(1), Article 1. <https://doi.org/10.62452/1z0ngj83>
- Chukwu, S. C., Awala, S. K., Angombe, S., Valombola, J. S., Nanhapo, P. I., Mberama, C., Rafii, M. Y., Oladosu, Y., Thomas, B., Okporie, E. O., & Musa, I. (2025). Recent progress in tissue culture techniques and biotechnological innovations for banana production (*Musa* spp.): A review. *Discover Plants*, 2(1), 13. <https://doi.org/10.1007/s44372-025-00099-2>
- Delgado Holguín, A. M. (2015). *Aplicación de fertilizantes orgánico y su impacto en la productividad del cultivo de banano en la empresa Primefenixm S.A. cantón Mocache. Año 2014*. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/5620>
- Fernandez, A. (2023, noviembre 16). La mineralización de la materia orgánica y la nutrición de los cultivos. *Edalife*. <https://www.edalife.es/la-mineralizacion-de-la-materia-organica-y-la-nutricion-de-los-cultivos/>
- García, G. A. C., Cedeño, S. del R. V., Cedeño, B. A. A., Chávez, J. E. C., & Álava, G. A. L. (2021). Bioestimulante en el crecimiento y calidad de plántulas de plátano en fase de vivero. *Revista ESPAMCIENCIA*, 12(2), Article 2.

https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v12i2.274

- Gastesi, J. A., Mora, F. C., Villalva, J. G., & Litardo, R. M. (2024). Manejo integrado de cultivos y desarrollo sostenible. *Magazine de las Ciencias: Revista de Investigación e Innovación*, 9(1), 22-35. <https://doi.org/10.33262/rmc.v9i1.3049>
- Gonzaga, J. P. G., Ramírez, C. D. H., & Toro, J. L. M. (2025). Efecto del fertirriego y microorganismos en el rendimiento, calidad de la fruta y concentración foliar de nutrientes en aguacate Hass (*Persea americana* Mill.) en el valle de Tumbaco-Ecuador. *Revista Amazónica. Ciencia y Tecnología*, 10(1), Article 1. <https://doi.org/10.59410/RACYT-v10n01ep04-0163>
- Guerra-Sierra, B. E. (2013). Micorriza arbuscular. Recurso microbiológico en la agricultura sostenible. *Revista Tecnología en Marcha*, 21(1), Article 1.
- Hamid, E. H. M., Khalifa, A. B. A., Ahmed, S. B., & Magboul, A. M. (2025). Impact of Foliar Fertilization Frequency on the Growth and Development of Banana Plantlets in a Greenhouse Environment. *Asian Journal of Agriculture and Allied Sciences*, 8(1), Article 1. <https://doi.org/10.56557/ajaas/2025/v8i163>
- INAMHI. (2024). *Boletines Climáticos y Agrícolas – Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología*. <https://www.inamhi.gob.ec/boletines-climaticos-y-agricolas/>
- Jadhav, A., Kadalag, A., & Amrutsagar, V. (2019). Effect of Integrated Nitrogen Management on Growth and Yield of Banana on Inceptisol. *Agricultural Research & Technology: Open Access Journal*, 20(4), 1-7. <https://doi.org/10.19080/ARTOAJ.2019.19.556133>
- Knochenmus, M., & Knochenmus, N. (2025). *TECNOLOGÍA MICROBIAL CATALYST*. RalcoLatinoAmerica. <https://www.ralcolatinoamerica.com/tecnolog%C3%ADa-microbial-catalyst>
- Kosalaraman Karthikeyan & Munisamy Shanmugam. (2014). Enhanced Yield and Quality in

- Some Banana Varieties Applied with Commercially Manufactured Biostimulant Aquasap from Sea Plant *Kappaphycus alvarezii*. *Journal of Agricultural Science and Technology B*, 4(8). <https://doi.org/10.17265/2161-6264/2014.08.004>
- Loor, M. M., & Cruz, D. A. (2024). Bioestimulantes en la producción de hijuelos de plátano (*Musa* AAB) var. Dominíco Hartón. *Sinergia Académica*, 7(Especial 2), Article Especial 2. <https://doi.org/10.51736/cpbgw132>
- Loor Villamil, R. A., & Zambrano Moreira, P. A. (2016). *El cultivo de plátano (Musa balbisiana) y la calidad ambiental del suelo, caso hacienda San Rafael* [bachelorThesis, Calceta: Espam]. <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/282>
- Lopes, M. J. dos S., Santiago, B. S., Silva, I. N. B. da, & Gurgel, E. S. C. (2021). Biotecnologia microbiana: Inoculação, mecanismos de ação e benefícios às plantas. *Research, Society and Development*, 10(12), Article 12. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i12.20585>
- Macías, A. B., Hernández, D. M., Rivera, D. V., & Hasing, J. N. (2019). Comportamiento evolutivo de la sigatoka negra (*Mycosphaerella Fijiensis* Morelet) sobre las características físicas de los suelos bananeros. *Revista Mapa*, 3(15), Article 15. <https://revistamapa.org/index.php/es/article/view/137>
- Marcelino, L., & González, V. (2004). EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN DE NUTRIMENTOS Y BIOESTIMULANTES SOBRE LA INCIDENCIA DE LA SIGATOKA NEGRA (*Mycosphaerella fijiensis*) Y LA PRODUCCIÓN DE PLÁTANO AAB. BARÚ, PANAMÁ. 2001-2002. *Ciencia Agropecuaria*, 15, Article 15.
- Mateus-Cagua, D., & Rodríguez-Yzquierdo, G. (2019). Effect of biostimulants on dry matter accumulation and gas exchange in plantain plants (*Musa* AAB). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 13(2), Article 2. <https://doi.org/10.17584/rcch.2019v13i2.8460>

- Meza Mecias, J. A. (2023). *Hongos micorrizicos arbusculares (hma) en la productividad del cultivo de plátano (Musa aab)*. [Thesis].
<https://repositorio.ulead.edu.ec/handle/123456789/4652>
- Montaño Jiménez, C. A. (2021). *Emisión foliar con aplicación de microorganismos benéficos en el cultivo de banano Musa paradisiaca L. en el cantón Pasaje, provincia El Oro* [Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil].
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/53222>
- Moreno P., J. (2002). *Evaluación de bokashi y micorriza VAM en el desarrollo de plátano Curare Enano en vivero* [Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2014.].
<https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/2191>
- Murphy, R. (2023). *Alltech publica informe técnico sobre cómo los minerales traza orgánicos mejoran la biodisponibilidad de los minerales a través de la quelación*. Alltech publica informe técnico sobre cómo los minerales traza orgánicos mejoran la biodisponibilidad de los minerales a través de la quelación | Alltech. <https://www.alltech.com/es-mx/press-release/alltech-publica-informe-tecnico-sobre-como-los-minerales-traza-organicos-mejoran-la>
- Naranjo Torres, H. E. (2019). *Evaluación de bacterias solubilizadoras de fósforo en la aclimatación de plantas in vitro de banano Musa sp. Var. Williams en condiciones de invernadero* [bachelorThesis, Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/45263>
- Narváez Veloz, T. G. (2014). *Integración de inductores de resistencia con aplicación foliar e inyección en el control de la Sigatoka negra (Mycosphaerella fijiensis Morelet) en banano y plátano*. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/4630>
- Negretti Fortunati, C. F. (2023). *Compás huertero: Diseño de un instrumento / herramienta*

para facilitar la disposición de las plantas según los roles de la alelopatía en huertas urbanas con fines recreativos. <https://doi.org/10.58011/4px7-3064>

Palacios-López, L. A. (2023). El uso de biofertilizantes en la agricultura moderna sus avances, desafíos y perspectivas. *Multidisciplinary Collaborative Journal*, 1(2), Article 2. <https://doi.org/10.70881/mcj/v1/n2/16>

Parveen, N., Miglani, R., Bala, M., Bora, S., Kumar, A., Rawat, G., Arya, M., Amreen, Sharma, N. P., Dewali, S., & Bisht, S. S. (2024). Microbial Biotechnology: A Catalyst for Sustainable Development and Circular Economies. En R. C. Sobti (Ed.), *Role of Science and Technology for Sustainable Future: Volume 2- Applied Sciences and Technologies* (pp. 397-427). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-981-97-5177-8_21

Penagos, Á. M., Henry, G., & Jiménez, M. C. Q. (2023). Sistemas agroalimentarios sostenibles en América Latina y el Caribe. *Naturaleza y Sociedad. Desafíos Medioambientales*, 7, Article 7. <https://doi.org/10.53010/nys7.00>

Pérez, Y. L., Moreno, A. M., Olivo, D. G. G., Valencia, T. E. O., Crespo, Y. A., & Quintana, Y. G. (2017). Efecto de la aplicación de microorganismos eficientes en la producción de *Musa paradisiaca* variedad valery. *Revista Amazónica. Ciencia y Tecnología*, 6(3), Article 3. <https://doi.org/10.59410/RACYT-v06n03ep01-0086>

Pichel, J. (2017, julio 19). *Combinar fertilizantes químicos y biológicos daña la respuesta al estrés.* <https://www.freshplaza.es/article/3108659/combinar-fertilizantes-quimicos-y-biologicos-dana-la-respuesta-al-estres/>

Pontevedra, S. R. (2025, abril 17). *El informe científico del embalse de As Conchas: 97 millones de bacterias “muy peligrosas” por litro de agua.* El País. <https://elpais.com/clima-y-medio-ambiente/2025-04-17/el-informe-cientifico-del-embalse-de-as-conchas-97-millones-de-bacterias-muy-peligrosas-por-litro-de-agua.html>

- Ramanathan, A., Begum, K. M. M. S., Pereira, A. O., & Cohen, C. (2022). Chapter 7—Transesterification process of biodiesel production from nonedible vegetable oil sources using catalysts from waste sources. En A. Ramanathan, K. M. M. S. Begum, A. O. Pereira, & C. Cohen (Eds.), *A Thermo-Economic Approach to Energy From Waste* (pp. 171-193). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824357-2.00002-4>
- Ramírez, M. Á. B., Delfín, A. S. R., Ramírez, W. B., & Cabrera, N. C. (2022). Impacto del hierro, magnesio y manganeso en la clorosis de la arúgula en sistemas hidropónicos. *Industrial Data*, 25(2), 7-28.
- Remache, M., Carrillo, M., Mora, R., Durango, W., & Morales, F. (2017). Absorción de macronutrientes y eficiencia del N, en híbrido promisorio de maíz. Patricia pilar, ecuador1. *Agronomía Costarricense*, 41(2), 103-115.
- Reyes Romero, G. J., & Hernández Vallejos, D. A. (2013). *Efecto al aplicar tres dosis de vermicompost con fertilización foliar complementaria en el crecimiento y rendimiento del plátano (Musa paradisiaca L.) variedad CEMSA 3/4, UNA, 2011—2013* [Engineer, Universidad Nacional Agraria, UNA]. <https://repositorio.una.edu.ni/2203/>
- Ripoll, C. (2025, abril 14). *El cultivo del chopo, aliado contra la contaminación de acuíferos y el cambio climático en la Vega de Granada*. Cadena SER. <https://cadenaser.com/andalucia/2025/04/14/el-cultivo-del-chopo-aliado-contr-la-contaminacion-de-acuiferos-y-el-cambio-climatico-en-la-vega-de-granada-radio-granada/>
- Rodríguez González, C., Cayón Salinas, D. G., & Mira Castillo, J. J. (2012). EFECTO DEL NÚMERO DE HOJAS FUNCIONALES A LA FLORACIÓN SOBRE LA PRODUCCIÓN DE BANANO GRAN ENANO (*Musa* AAA Simmonds). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 65(2), 6585-6591.

- Ruiz, G. (2024, agosto 14). Biofertilizantes para potenciar la agricultura. *Reporte Asia*.
<https://reporteasia.com/economia/desarrollo-sostenible/2024/08/15/biofertilizantes-potenciar-agricultura/>
- Sabando Loza, O. B. (2024). *Tecnología Microbial Catalyst® en Plátano 'Barraganete' en Fase de Vivero*. [Bachelor's thesis, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí].
<https://repositorio.ulead.edu.ec/handle/123456789/7213>
- Salto, M. J. G., Ramírez, P. E. A., Vera, A. A. M., & Tapia, L. A. A. (2024). La innovación como estrategia en las MIPYMES del cantón El Carmen. *Código Científico Revista de Investigación*, 5(1), Article 1. <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v5/n1/421>
- Sarmiento, N. M. (2016). La agricultura sostenible un reto para la microbiología del suelo. *Revista Colombiana de Biotecnología*, XVIII(1), 5-6.
- Schwerter, C. (2023, febrero 28). *Crecimiento y tolerancia al estrés mediante el uso de bioestimulantes y reguladores de crecimiento*. Biologicals Latam.
<https://biologicalslatam.com/crecimiento-y-tolerancia-al-estres-mediante-el-uso-de-bioestimulantes-y-reguladores-de-crecimiento/>
- Serrano Cisneros, E. H. (2017). *Evaluación del efecto de dos catalizadores en la absorción de nutrientes en cultivos de albahaca (ocimum basilicum) en la finca San Alfonso, El Quinche, Pichincha*. [bachelorThesis, Quito: Universidad de las Américas, 2017].
<http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/7435>
- Shah, F., Ranawat, B., & Mishra, S. (2019). Chapter 11—An Approach Toward Cellulase Production, Bioconversion, and Utilization. En M. Hosseini (Ed.), *Advanced Bioprocessing for Alternative Fuels, Biobased Chemicals, and Bioproducts* (pp. 207-223). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817941-3.00011-5>
- Shao, X., Mugler, A., Kim, J., Jeong, H. J., Levin, B., & Nemenman, I. (2017). Growth of

- bacteria in 3-d colonies. *PLOS Computational Biology*, 13(7), e1005679.
<https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1005679>
- Soto-Valenzuela, J. O., Álvarez-Vera, M. S., Vásquez, J. E. V., & Ricardo, G. B. R. (2024). Evaluación físico, químico y microbiológico del suelo en cultivos de *Musa paradisiaca* Cavendish y *Elaeis guineensis* Jac. Provincia de los Ríos. *Revista Alfa*, 8(22), Article 22. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v8i22.252>
- Suarez Lopez, G. (2012, abril 20). Microbios reducen uso de fertilizantes químicos. *Imagen Agropecuaria*. <https://imagenagropecuaria.com/2012/microbios-reducen-uso-de-fertilizantes-quimicos/>
- Tabet, E., Al-Haf, R., Hosri, C., Zind, Z., Farah, L., & Darazy, D. (2021). The Effect of Fertigation and Foliar Application of Seaweed's Bio Stimulant on Banana Yield. *Agricultural Science*, 3(1), Article 1. <https://doi.org/10.30560/as.v3n1p1>
- Tacuri Garcia, C. A. (2020). *Evaluación de fertilización aplicada al pseudotallo de banano (Musa x paradisiaca l.) cavendish gigante con fuentes distintas de potasio* [Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Machala]. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/16149>
- Torres-Bazurto, J., Magnitskiy, S., & Sánchez, J. D. (2019). Effect of fertilization with N on height, number of leaves, and leaf area in banana (*Musa* AAA Simmonds, cv. Williams). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 13. <https://agris.fao.org/search/en/providers/122424/records/6474714dbf943c8c7981c012>
- Ugarte-Barco, F. A., Zhiñin-Huachun, I. A., Hernández-Pérez, R., Ugarte-Barco, F. A., Zhiñin-Huachun, I. A., & Hernández-Pérez, R. (2022). Influencia de bioestimulantes sobre caracteres morfológicos y agroquímicos del banano (*Musa* AAA cv. Williams). *Terra Latinoamericana*, 40. <https://doi.org/10.28940/terra.v40i0.1456>

- Vásquez-Dávila, S., & Bravo-Benavides, D. (2023). Impacto del cambio climático en la producción agrícola de la provincia de Loja, periodo 2007-2020. *Revista Económica*, 11(1), Article 1. <https://doi.org/10.54753/rve.v11i1.1623>
- Velázquez Gurrola, A. (2018, marzo 7). *Los microorganismos del suelo, una alternativa para corregir deficiencias nutricionales*. Agro Excelencia | La Revista del Profesional del Campo. <https://agroexcelencia.com/los-microorganismos-del-suelo-una-alternativa-para-corregir-deficiencias-nutricionales/>
- Velepucha, E. M. N., Guerrero, J. N. Q., & Batista, R. M. G. (2022). Biota del Suelo: Fortalecimiento Mediante la Aplicación de tres Fuentes de Inóculo en el Cultivo de Banano. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(2), Article 2.
- Zakaria, M. A. T., Sakimin, S. Z., Ismail, M. R., Ahmad, K., Kasim, S., & Baghdadi, A. (2023). Biostimulant Activity of Silicate Compounds and Antagonistic Bacteria on Physiological Growth Enhancement and Resistance of Banana to Fusarium Wilt Disease. *Plants (Basel, Switzerland)*, 12(5), 1124. <https://doi.org/10.3390/plants12051124>
- Zambrano Saavedra, P. S., Arteaga Alcívar, F. X. A., Cedeño García, G. A., & Cedeño-García, G. A. (2024). Bioestimulantes en plátano: Crecimiento y calidad de plántulas en aclimatación. *Revista Alfa*, 8(24), Article 24. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v8i24.320>

ANEXOS

Anexo 1 Número de manos por planta de plátano bajo diferentes tratamientos

Tratamiento	Medias	E.E.		
T3	5,83	0,22	a	
T2	5,67	0,22	a	b
T4	5,5	0,22	a	b
T1	5,5	0,22	a	b
T5	5	0,22		b
P-valor		0,1786		
CV%		6,84		

Anexo 2 Número promedio de dedos por mano de plátano según tratamientos aplicados

Tratamiento	Medias	E.E.		
T1		30,5	0,98	a
T3		30,33	0,98	a
T2		29,67	0,98	a
T4		29	0,98	a
T5		28,83	0,98	a
P-valor			0,678	
CV%			5,72	

Anexo 3 Longitud promedio de los dedos de plátano según tratamientos aplicados

Tratamiento	Medias	E.E.		
T3		30,36	0,53	a
T1		29,71	0,53	a
T4		29,6	0,53	a
T5		29,05	0,53	a
T2		28,92	0,53	a
P-valor			0,385	
CV %			3,1	

Anexo 4 Ancho promedio de los dedos de plátano según tratamientos aplicados

Tratamiento	Medias	E.E.	
T3	4,95	0,16	a
T4	4,49	0,16	a b
T2	4,45	0,16	a b
T1	4,38	0,16	b
T5	4,37	0,16	b
P-valor		0,1411	
CV %		6,01	

Anexo 5. Biomasa de los dedos de plátano bajo diferentes tratamientos

Tratamiento	Medias	E.E.	
T4	368,73	13,14	a
T3	358,51	13,14	a b
T1	346,88	13,14	a b
T2	332,41	13,14	a b
T5	316,28	13,14	b
P-valor		0,1252	
CV%		6,61	

Anexo 6 Número de dedos exportables por planta de plátano según tratamientos aplicados

Tratamiento	Medias	E.E.	
T1	30,33	1,02	a
T3	29,67	1,02	a
T2	28,33	1,02	a
T4	27,83	1,02	a
T5	27,17	1,02	a
P valor		0,2524	
CV %		6,14	

Anexo 7. Número de hojas por planta de plátano a la cosecha según tratamientos aplicados

Tratamiento	Medias	E.E.
T2	16	4,27 a
T3	6,67	4,27 a
T4	6,5	4,27 a
T5	6,17	4,27 a
T1	5,83	4,27 a
P-valor		0,4449
CV%		89,93

Anexo 8. Ancho promedio de la hoja de plátano según tratamientos aplicados

Tratamiento	Medias	E.E.
T2	69,04	3,57 a
T3	68,27	3,57 a
T1	67,51	3,57 a
T4	66,06	3,57 a
T5	60,45	3,57 a
P-valor		0,4967
CV%		9,34

Anexo 9. Biomasa fresca de la hoja de plátano bajo diferentes tratamientos

Tratamiento	Medias	E.E.
T4	593,85	83,27 a
T3	520,92	83,27 a
T1	500,27	83,27 a
T2	417,42	83,27 a
T5	357,94	83,27 a
P-valor		0,3743
CV%		30,17

Anexo 10. Longitud promedio de las raíces de plátano según tratamientos aplicados

Tratamiento	Medias	E.E.
T3	36,09	2,57 a
T4	35,13	2,57 a
T2	33,13	2,57 a
T1	32,48	2,57 a
T5	32,28	2,57 a
P valor		0,7783
CV%		13,14

Anexo 11. Diámetro promedio de las raíces de plátano según tratamientos aplicados

Tratamiento	Medias	E.E.
T1	4,01	0,27 a
T3	3,88	0,27 a
T4	3,63	0,27 a
T2	3,55	0,27 a
T5	3,32	0,27 a
P valor		0,4529
CV%		12,73

Anexo 12. Peso seco de las raíces de plátano bajo diferentes tratamientos

Tratamiento	Medias	E.E.
T2	13,21	1,76 a
T4	11,27	1,76 a
T5	11,13	1,76 a
T3	9,39	1,76 a
T1	8,73	1,76 a
P valor		0,4619
CV%		28,42

Anexo 13. Peso fresco de las raíces de plátano bajo diferentes tratamientos

Tratamiento	Medias	E.E.
T3	5,96	0,27 a
T4	5,9	0,27 a
T1	5,9	0,27 a
T2	5,62	0,27 a
T5	5,33	0,27 a
P valor		0,4945
CV%		8,28

Anexo 14. Porcentaje de N radicular en plantas de plátano según tratamientos aplicados

Tratamiento	Medias	E.E.
T2	1,16	0,11 a
T3	1,15	0,11 a
T1	1,1	0,11 a
T5	1,05	0,11 a
T4	1,01	0,11 a
P valor		0,85
CV %		17,86

Anexo 15. Porcentaje de K radicular en plantas de plátano según tratamientos aplicados

Tratamiento	Medias	E.E.
T3	7,06	0,86 a
T2	4,95	0,86 a
T1	4,84	0,86 a
T5	4,17	0,86 a
T4	4,14	0,86 a
P-valor		0,1976
CV %		29,48

Anexo 16. Porcentaje de Ca radicular en plantas de plátano según tratamientos aplicados

Tratamiento	Medias	E.E.	
T3	0,8	0,06	a
T5	0,77	0,06	a
T2	0,7	0,06	a
T1	0,68	0,06	a
T4	0,62	0,06	a
P-valor		0,2968	
CV%		14,14	

Anexo 17. Porcentaje de Mg radicular en plantas de plátano según tratamientos aplicados

Tratamiento	Medias	E.E.	
T5	0,39	0,04	a
T4	0,35	0,04	a b
T1	0,3	0,04	a b
T2	0,28	0,04	a b
T3	0,23	0,04	b
P-valor		0,1499	
CV%		23,84	

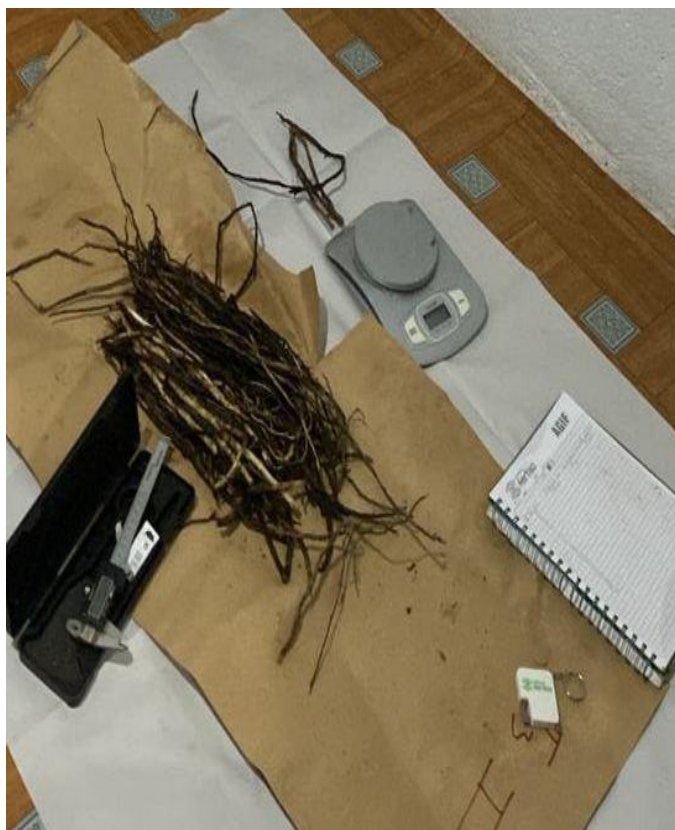
Anexo 18. Porcentaje de S radicular en plantas de plátano según tratamientos aplicados

Tratamiento	Medias	E.E.	
T1	0,05	0,01	a
T2	0,05	0,01	a
T3	0,05	0,01	a
T4	0,05	0,01	a
T5	0,04	0,01	a
P-valor		0,8363	
CV%		22,82	

Anexo 19 *Recolección de muestras en campo*



Anexo 20 *Pesaje correspondiente de las muestras*



Anexo 21 *Análisis de laboratorio*



RESULTADOS: ANÁLISIS FOLIAR

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Sra: JASMINA ZAMBRANO	Numero de muestra:	7338
Propiedad:		Fecha de Ingreso:	10/12/2024
Identificación:	T2R111	Fecha de impresión:	27/12/2024
Cultivo:	RAIZ PLATANO BARRAGANETE	Fecha de Entrega:	29/12/2024
Edad :	9 MESES	No. Laboratorio:	Desde: 0.001 Hasta:

MATERIA SECA (%)						
VALORES	N	P	K	Ca	Mg	S
Tiene	1.05	0.05	5.66	0.57	0.28	0.03

ppm						%
VALORES	Cu	B	Fe	Zn	Mn	HUMEDAD
Tiene	7.00	14.09	338.00	17.00	39.00	85.2

RELACIONES						BASES (%)
VALORES	N/k	N/P	Mg/k	Ca/B	(Ca+Mg)/k	(K+Ca+Mg)
	R4	R5	R2	R1	R3	SUMATORIA
Tiene	0.19	21.00	0.05	617.46	0.2	6.81


 Dra. Luz María Martínez
 LABORATORISTA
 AGROLAB



RESULTADOS: ANÁLISIS FOLIAR

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Sra. JASMINA ZAMBRANO	Numero de muestra:	7339
Propiedad:		Fecha de ingreso:	10/12/2024
Identificación:	T3R111	Fecha de impresión:	27/12/2024
Cultivo:	RAIZ PLATANO BARRAGANETE	Fecha de Entrega:	29/12/2024
Edad :	9 MESES	No. Laboratorio Desde:	0.001 Hasta:

MATERIA SECA (%)						
VALORES	N	P	K	Ca	Mg	S
Tiene	1,12	0,04	4,80	0,94	0,30	0,03

ppm						%
VALORES	Cu	B	Fe	Zn	Mn	HUMEDAD
Tiene	6,00	19,95	350,00	18,00	36,00	86,7

RELACIONES						BASES (%)
VALORES	N/k	N/P	Mg/k	Ca/B	(Ca+Mg)/k	(K+Ca+Mg)
	R4	R5	R2	R1	R3	SUMATORIA
Tiene	0,23	28,00	0,06	471,18	0,26	6,04



Dra. Luz María Martínez
 LABORATORISTA
 AGROLAB



RESULTADOS: ANÁLISIS FOLIAR

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Sra. JASMINA ZAMBRANO	Numero de muestra:	7349
Propiedad:		Fecha de Ingreso:	13/12/2024
Identificación:	T4RII	Fecha de impresión:	30/12/2024
Cultivo:	RAIZ BANANO	Fecha de Entrega:	1/1/2025
Edad :		No. Laboratorio:	Desde: 0.001 Hasta:

MATERIA SECA (%)						
VALORES	N	P	K	Ca	Mg	S
Tiene	1.02	0.05	4.73	0.69	0.31	0.04

ppm						%
VALORES	Cu	B	Fe	Zn	Mn	HUMEDAD
Tiene	5.00	23.87	461.00	21.00	45.00	84.2

RELACIONES						BASES (%)
VALORES	N/k	N/P	Mg/k	Ca/B	(Ca+Mg)/k	(K+Ca+Mg)
	R4	R5	R2	R1	R3	SUMATORIA
Tiene	0.22	20.40	0.07	286.07	0.21	5.73


 Dra. Luz María Martínez
 LABORATORISTA
 AGROLAB



RESULTADOS: ANÁLISIS FOLIAR

Datos del cliente		Referencia	
Cliente	Sra. JASMINA ZAMBRANO	Número de muestra	7371
Propiedad		Fecha de Ingreso	17/1/2025
Identificación	T1 R3	Fecha de impresión	3/2/2025
Cultivo	RAÍZ DE BANANO	Fecha de Entrega	5/2/2025
Edad	EN PRODUCCIÓN 8 A 9 MESES	No. Laboratorio	Desde: 0 001 Hasta:

MATERIA SECA (%)						
VALORES	N	P	K	Ca	Mg	S
Tiene	1,14	0,08	6,65	0,67	0,19	0,05

ppm						%
VALORES	Cu	B	Fe	Zn	Mn	HUMEDAD
Tiene	8,00	28,56	351,00	21,00	48,00	93,54

RELACIONES					BASES (%)	
VALORES	N/k	N/P	Mg/k	Ca/B	(Ca+Mg)/k	(K+Ca+Mg)
	R4	R5	R2	R1	R3	SUMATORIA
Tiene	0,17	14,25	0,03	234,59	0,13	7,51


 Dra. Luz María Martínez
 LABORATORISTA
 AGROLAB



RESULTADOS: ANÁLISIS FOLIAR

Datos del cliente		Referencia	
Cliente	Sra. JASMINA ZAMBRANO	Numero de muestra	7371
Propiedad		Fecha de ingreso	17/11/2025
Identificación	T1 R3	Fecha de impresión	3/2/2025
Cultivo	RAIZ DE BANANO	Fecha de Entrega	5/2/2025
Edad	EN PRODUCCIÓN 8 A 9 MESES	No. Laboratorio	Desde: 0.001 Hasta:

MATERIA SECA (%)						
VALORES	N	P	K	Ca	Mg	S
Tiene	1.14	0.08	6.65	0.67	0.19	0.05

ppm						%
VALORES	Cu	B	Fe	Zn	Mn	HUMEDAD
Tiene	8.00	28.56	351.00	21.00	48.00	93.54

RELACIONES						BASES (%)
VALORES	Nk	N/P	Mg/k	Ca/B	(Ca+Mg)/k	(K+Ca+Mg)
	R4	R5	R2	R1	R3	SUMATORIA
Tiene	0.17	14.25	0.03	234.59	0.13	7.51


 Dra. Luz María Martínez
 LABORATORISTA
 AGROLAB



RESULTADOS: ANÁLISIS FOLIAR

Datos del cliente		Referencia	
Cliente	Sra. JASMINE ZAMBRANO	Numero de muestra:	7372
Propiedad		Fecha de ingreso:	17/1/2025
Identificación	T2 RI	Fecha de impresión:	3/2/2025
Cultivo:	RAIZ DE SANANO	Fecha de Entrega:	5/2/2025
Edad	EN PRODUCCIÓN 8 A 9 MESES	No. Laboratorio Desde:	0 001
		Hasta:	

MATERIA SECA (%)						
VALORES	N	P	K	Ca	Mg	S
Tiene	1,39	0,06	5,64	0,70	0,22	0,05

ppm						%
VALORES	Cu	B	Fe	Zn	Mn	HUMEDAD
Tiene	8,00	24,26	181,00	25,00	58,00	96,87

RELACIONES					BASES (%)	
VALORES	N/K	N/P	Mg/K	Ca/B	(Ca+Mg)/K	(K+Ca+Mg)
	R4	R5	R2	R1	R3	SUMATORIA
Tiene	0,25	23,17	0,04	288,54	0,16	6,56

Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA
AGROLAB



RESULTADOS: ANALISIS FOLIAR

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Sra. JASMINA ZAMBRANO	Numero de muestra:	7373
Propiedad:		Fecha de ingreso:	17/12/2025
Identificación:	T3 RI	Fecha de impresión:	3/2/2025
Cultivo:	RAIZ DE BANANO	Fecha de Entrega:	5/2/2025
Edad :	EN PRODUCCIÓN 8 A 9 MESES	No. Laboratorio:	Desde: 0 001 Hasta:

MATERIA SECA (%)						
VALORES	N	P	K	Ca	Mg	S
Tiene	1,16	0,03	9,11	0,67	0,19	0,06

ppm						%
VALORES	Cu	B	Fe	Zn	Mn	HUMEDAD
Tiene	9,00	26,56	126,00	25,00	48,00	93,44

RELACIONES					BASES (%)	
VALORES	N/K	N/P	Mg/K	Ca/B	(Ca+Mg)/K	(K+Ca+Mg)
	R4	R5	R2	R1	R3	SUMATORIA
Tiene	0,13	38,67	0,02	234,59	0,09	9,97

Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA
AGROLAB



RESULTADOS: ANÁLISIS FOLIAR

Datos del cliente		Referencia	
Cliente	Sra. JASMINA ZAMBRANO	Numero de muestra:	7374
Propiedad		Fecha de ingreso:	17/1/2025
Identificación	T3 R1	Fecha de impresión:	3/2/2025
Cultivo:	RAIZ DE BANANO	Fecha de Entrega:	5/2/2025
Edad	EN PRODUCCIÓN 8 A 9 MESES	No. Laboratorio	Desde: 0.001 Hasta:

MATERIA SECA (%)						
VALORES	N	P	K	Ca	Mg	S
Tiene	1,18	0,06	7,26	0,79	0,19	0,06

ppm						%
VALORES	Cu	B	Fe	Zn	Mn	HUMEDAD
Tiene	8,00	23,87	69,00	26,00	486,00	91,07

RELACIONES					BASES (%)	
VALORES	N/k	N/P	Mg/k	Ca/B	(Ca+Mg)/k	(K+Ca+Mg)
	R4	R5	R2	R1	R3	SUMATORIA
Tiene	0,16	19,67	0,03	330,96	0,13	8,24

Dra. Luz Maria Martinez
LABORATORISTA
AGROLAB



RESULTADOS: ANÁLISIS FOLIAR

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Sra. JASMINA ZAMBRANO	Numero de muestra:	7403
Propiedad:	T1 RI	Fecha de Ingreso:	7/2/2025
Identificación:	PLÁTANO BARRAGANETE	Fecha de impresión:	24/2/2025
Cultivo :	8-9 MESES	Fecha de Entrega:	25/2/2025
Edad :		No. Laboratorio:	Desde: 0 001 Hasta:

MATERIA SECA (%)						
VALORES	N	P	K	Ca	Mg	S
Tiene	1,25	0,09	3,61	0,49	0,33	0,07

ppm						%
VALORES	Cu	B	Fe	Zn	Mn	HUMEDAD
Tiene	8,00	39,91	582,00	47,00	48,00	90,79

RELACIONES					BASES (%)
VALORES	N/k	N/P	Mg/k	Ca/B	(Ca+Mg)/k
	R4	R5	R2	R1	R3
Tiene	0,35	13,89	0,09	122,78	0,23
					SUMATORIA
					4,43

[Firma]
Dra. Luz Maria Martinez
LABORATORISTA
AGROLAB

RESULTADOS: ANÁLISIS FOLIAR

Datos del cliente		Referencia	
Cliente	Sra. JASMINA ZAMBRANO	Numero de muestra:	7404
Propiedad:		Fecha de ingreso:	7/2/2025
Identificación:	T2 RI	Fecha de impresión:	24/2/2025
Cultivo:	PLATANO BARRAGANETE	Fecha de Entrega:	28/2/2025
Edad	8-9 MESES	No. Laboratorio Desde:	0 001
		Hasta:	

MATERIA SECA (%)						
VALORES	N	P	K	Ca	Mg	S
Tiene	1,03	0,07	3,56	0,54	0,34	0,07

ppm						%
VALORES	Cu	B	Fe	Zn	Mn	HUMEDAD
Tiene	8,00	32,48	561,00	31,00	62,00	88,30

RELACIONES					BASES (%)	
VALORES	N/k	N/P	Mg/k	Ca/B	(Ca+Mg)/k	(K+Ca+Mg)
	R4	R5	R2	R1	R3	SUMATORIA
Tiene	0,29	14,71	0,10	166,26	0,25	4,44

Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA
AGROLAB



RESULTADOS: ANÁLISIS FOLIAR

Datos del cliente		Referencia	
Cliente	Sra. JASMINA ZAMBRANO	Numero de muestra:	7406
Propiedad:		Fecha de Ingreso:	7/2/2025
Identificación:	T4 RI	Fecha de impresión:	24/2/2025
Cultivo:	PLÁTANO BARRAGANETE	Fecha de Entrega:	26/2/2025
Edad	8-9 MESES	No. Laboratorio(Desde: 0 001	Hasta:

MATERIA SECA (%)						
VALORES	N	P	K	Ca	Mg	S
Tiene	0,99	0,07	3,60	0,57	0,33	0,05

ppm						%
VALORES	Cu	B	Fe	Zn	Mn	HUMEDAD
Tiene	12,00	26,21	526,00	28,00	56,00	91,53

RELACIONES						BASES (%)
VALORES	N/k	N/P	Mg/k	Ca/B	(Ca+Mg)/k	(K+Ca+Mg)
	R4	R5	R2	R1	R3	SUMATORIA
Tiene	0,28	14,14	0,09	217,47	0,25	4,50

[Firma]
Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA
AGROLAB

RESULTADOS: ANÁLISIS FOLIAR

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Sra. JASMINA ZAMBRANO	Numero de muestra:	7406
Propiedad:		Fecha de Ingreso:	7/2/2025
Identificación:	T4 RII	Fecha de impresión:	24/2/2025
Cultivo:	PLÁTANO BARRAGANETE	Fecha de Entrega:	25/2/2025
Edad :	8 - 9 MESES	No. Laboratorio/Desde:	0 001 / Hasta

MATERIA SECA (%)						
VALORES	N	P	K	Ca	Mg	S
Tiene	1,02	0,05	4,09	0,60	0,42	0,05

ppm						%
VALORES	Cu	B	Fe	Zn	Mn	HUMEDAD
Tiene	8,00	16,04	385,00	24,00	38,00	90,45

RELACIONES						BASES (%)
VALORES	N/K	N/P	Mg/K	Ca/B	(Ca+Mg)/K	(K+Ca+Mg) SUMATORIA
	R4	R5	R2	R1	R3	
Tiene	0,25	20,40	0,10	374,06	0,25	5,11

Dra. Luz María Martínez
Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA
AGROLAB

RESULTADOS: ANÁLISIS FOLIAR

Datos del cliente		Referencia	
Cliente	Sra. JASMINA ZAMBRANO	Numero de muestra:	7407
Propiedad:		Fecha de Ingreso:	14/2/2025
Identificación:	TESTIGO 1	Fecha de Impresión:	3/3/2025
Cultivo:	PLÁTANO BARRAGANETE	Fecha de Entrega:	03/2025
Edad	EN PRODUCCIÓN 8 A 9 MESES	No. Laboratorio(Desde: 0 001	Hasta:

MATERIA SECA (%)						
VALORES	N	P	K	Ca	Mg	S
Tiene	1,15	0,06	4,15	0,71	0,36	0,05

ppm						%
VALORES	Cu	B	Fe	Zn	Mn	HUMEDAD
Tiene	8,00	12,52	511,00	25,00	55,00	86,37

RELACIONES					BASES (%)	
VALORES	N/K	N/P	Mg/K	Ca/B	(Ca+Mg)/K	(K+Ca+Mg)
	R4	R5	R2	R1	R3	SUMATORIA
Tiene	0,26	14,36	0,09	567,09	0,26	5,22


Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA
AGROLAB

RESULTADOS: ANÁLISIS FOLIAR

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Sra. JASMINA ZAMBRANO	Numero de muestra:	7408
Propiedad:		Fecha de Ingreso:	14/2/2025
Identificación:	TESTIGO 2	Fecha de impresión:	3/3/2025
Cultivo:	PLÁTANO BARRAGANETE	Fecha de Entrega:	5/3/2025
Edad :	EN PRODUCCIÓN 8 A 9 MESES	No. Laboratorio Desde:	0 001 Hasta:

MATERIA SECA (%)						
VALORES	N	P	K	Ca	Mg	S
Tiene	1.33	0.09	4.12	0.84	0.40	0.05

ppm						% HUMEDAD
VALORES	Cu	B	Fe	Zn	Mn	
Tiene	8.00	13.69	473.00	29.00	62.00	88.32

RELACIONES					BASES (%)	
VALORES	Ni/k	N/P	Mg/k	Ca/B	(Ca+Mg)/k	(K+Ca+Mg)
	R4	R5	R2	R1	R3	SUMATORIA
Tiene	0.32	14.78	0.10	613.59	0.3	5.36

Dra. Luz María Martínez
Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA
AGROLAB



RESULTADOS: ANÁLISIS FOLIAR

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Sra. JASMINE ZAMBRANO	Numero de muestra:	7437
Propiedad:		Fecha de ingreso:	14/2/2025
Identificación:	T1R61	Fecha de impresión:	3/3/2025
Cultivo:	RAIZ PLATANO BARRAGANETE	Fecha de Entrega:	6/3/2025
Edad :	8-9 MESES EN PRODUCCIÓN	No. Laboratorio Desde:	0 001
		Hasta:	

MATERIA SECA (%)						
VALORES	N	P	K	Ca	Mg	S
Tiene	0,92	0,07	4,27	0,89	0,39	0,04

ppm						%
VALORES	Cu	B	Fe	Zn	Mn	HUMEDAD
Tiene	10,00	23,48	625,00	19,00	60,00	89,48

RELACIONES					BASES (%)	
VALORES	N/K	N/P	Mg/K	Ca/B	(Ca+Mg)/K	(K+Ca+Mg) SUMATORIA
Tiene	0,22	13,14	0,09	379,05	0,3	5,55

Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA
AGROLAB



RESULTADOS: ANÁLISIS FOLIAR

Datos del cliente		Referencia	
Cliente	Sra. JASMINA ZAMBRANO	Numero de muestra	7438
Propiedad		Fecha de ingreso	14/2/2025
Identificación	TESTIGO 3	Fecha de impresión	3/3/2025
Cultivo	RAIZ PLATANO BARRADANETE	Fecha de Entrega	5/3/2025
Edad	8-9 MESES EN PRODUCCIÓN	No. Laboratorio	Desde: 0 001 Hasta:

MATERIA SECA (%)						
VALORES	N	P	K	Ca	Mg	S
Tiene	0,66	0,09	4,23	0,75	0,42	0,03

ppm						%
VALORES	Cu	B	Fe	Zn	Mn	HUMEDAD
Tiene	8,00	27,78	519,00	19,00	48,00	91,92

RELACIONES						BASES (%)
VALORES	N/K	N/P	Mg/K	Ca/B	(Ca+Mg)/K	(K+Ca+Mg)
Tiene	0,16	7,33	0,10	269,98	0,26	5,40

Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA
AGROLAB





CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

Informe final JASMINA ZAMBRANO Compilatio

7%
Textos
sospechosos

3% Similitudes
De similitudes entre capítulos
De entre las fuentes
mencionadas
2% Idiomas no reconocidos
3% Textos potencialmente
generados por la IA

Nombre del documento: Informe final JASMINA ZAMBRANO
Compilatio.docx
ID del documento: 438200b5b0c95d9931d8bd127e69034991c23b73
Tamaño del documento original: 176,52 kb

Depositante: LEONARDO AVELLAN
Fecha de depósito: 8/8/2025
Tipo de carga: Interface
Fecha de fin de análisis: 8/8/2025

Número de palabras: 10.267
Número de caracteres: 63.630

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Tesis Roxana Delgado.docx Tesis Roxana Delgado... Viene de mi grupo 22 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (247 palabras)
2	COMPILATIO CESAR CALDAS.docx COMPILATIO CESAR CALDAS... Viene de mi grupo 20 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (39 palabras)
3	TESIS GERIAN MANZANA.pdf TESIS GERIAN MANZANA... Viene de mi grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (40 palabras)
4	repositorio.azpam.edu.ec Efecto del color en el aprendizaje y aplicación del mismo... https://repositorio.azpam.edu.ec/bitstream/123456789/123456789/123456789.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (20 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Informe final Sabando Bryan Compilatio.docx Informe final Sabando... Viene de mi biblioteca	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (29 palabras)
2	repositorio.uleam.edu.ec https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/123456789/123456789.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (29 palabras)
3	TESIS EDDY 2024 (1).docx TESIS EDDY 2024 (1)... Viene de mi grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (14 palabras)
4	doi.org Comportamiento del cultivo de banana, frente a la aplicación combinad... https://doi.org/10.2512/2512magis.2025.1000	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (14 palabras)

Leonardo Avellan