



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
EXTENSIÓN EN EL CARMEN
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

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

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

**“Microorganismos eficientes autóctonos asociados con la fertilización en el
cultivo del plátano”**

AUTORA: Jessenia Yimabel Cagua Carrasco

TUTOR: Ing. José Randy Cedeño Zambrano, PhD.

El Carmen, agosto del 2026

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A)	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página i de 58

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Extensión 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 **Jessenia Yimabel Cagua Carrasco**, legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2025 (1), cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **“Microorganismos eficientes autóctonos asociados con la fertilización en el cultivo del plátano”**.

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 del mismo, 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, 30 de agosto del 2026.



Ing. José Randy Cedeño Zambrano, PhD.

Docente Tutor

Área: Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria

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

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TÍTULO:

**"Microorganismos eficientes autóctonos asociados con la fertilización en el
cultivo del plátano"**

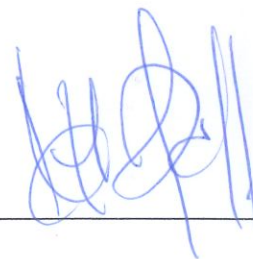
AUTORA: Jessenia Yimabel Cagua Carrasco

TUTOR: Ing. José Randy Cedeño Zambrano, PhD.

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

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

MIEMBRO: Mvz. Kleber Fernando Mejía, Mg.



MIEMBRO: Ing. Jorge Sifrido Vivas Cedeño, Mg.



MIEMBRO: Ing. Nexar Vismar Cobeña Loor, Mg.



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **Jessenia Yimabel Cagua Carrasco** con cédula de ciudadanía **131544038-6**, estudiante de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Extensión el Carmen, de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, declaro que soy autora de la tesis titulada “**Microorganismos Eficientes Autóctonos Asociados con la Fertilización en el Cultivo de Plátano**”, esta obra es original y no infringe derechos de propiedad intelectual. Asumo la responsabilidad total en su contenido y afirmo que todos los conceptos, ideas, textos y resultados que no son de mi autoría están debidamente citados y referenciados.

Atentamente,



Jessenia Yimabel Cagua Carrasco

DEDICATORIA

"La educación es el arma más poderosa que puedes usar para cambiar el mundo." **Nelson Mandela**

Dedico este trabajo a Dios, por ser mi guía, mi fortaleza y la fuente de sabiduría que iluminó cada paso de este camino. Su amor y misericordia me permitieron superar los desafíos y alcanzar esta importante meta.

A mi hija, quien representa la mayor bendición de mi vida y la inspiración que me impulsó a perseverar. Tu amor, tu sonrisa y tu presencia fueron la motivación para seguir adelante en los momentos más difíciles. Este logro también te pertenece, porque en cada esfuerzo estuvo presente el deseo de construir un mejor futuro para ti.

Jessenia Yimabel Cagua Carrasco

AGRADECIMIENTO

*"No hay barrera, cerradura ni cerrojo que puedas imponer a la libertad de mi mente." -
Virginia Woolf*

Agradezco con profundo amor a Dios, fuente de vida, sabiduría y fortaleza. Su presencia sostuvo mi espíritu en los momentos de incertidumbre, me brindó paz en medio de la adversidad y renovó mi esperanza cada vez que sentí desfallecer.

A mis padres Washington Cagua y Fanny Carrasco quienes fueron mi apoyo constante y me ayudaron con tanto fervor a conseguir esta meta, a mis hermanos por motivarme cada día a impulsarme para convertirme en una profesional.

A mi querido esposo Rogers Macías quien fue una parte importante para terminar este sueño y estuvo acompañándome y su apoyo fue incondicional.

Con gratitud, dedico estas palabras a quienes me acompañaron con fe, apoyo y confianza durante este proceso. Este logro representa esfuerzo, constancia y propósito.

Jessenia Yimabel Cagua Carrasco

ÍNDICE

TRIBUNAL DE TITULACIÓN	ii
AUTORIA.....	iii
DEDICATORIA	iiiv
AGRADECIMIENTO.....	V
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE ANEXO	X
RESUMEN.....	12
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN	15
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
JUSTIFICACIÓN	15
OBJETIVOS	16
Hipótesis de investigación (H_1).....	17
Hipótesis nula (H_0)	17
2. MARCO TEÓRICO.....	18
2.1 Taxonomía	18
2.2 Morfología general de la planta	18
2.2.1 Sistema radical	18
2.2.2 Cormo	19
2.2.3 Pseudotallo	19
2.2.4 La hoja.....	20
2.3 Estrategias de fertilización aplicadas al cultivo de plátano.....	21
2.4 Efectos de los Macronutrientes Nitrógeno, Fósforo y Potasio en el cultivo de plátano	21
2.5 Microorganismos de montaña.....	22
2.5.1 Taxonomía de los microorganismos.....	23
2.5.2 Las bacterias fotosintéticas.....	24
2.5.3 Los actinomicetos	25
2.5.4 Duración y conservación de microorganismos eficientes autóctonos	26
2.5.5 Funciones de los microorganismos eficientes autóctonos	26

3. METODOLOGÍA	29
3.1. Localización de la unidad experimental	29
3.2. Caracterización meteorológica de la zona	29
3.3. Métodos	30
3.3.1. Método empírico	30
3.3.2. Método experimental	30
3.3.3. Método bibliográfico.....	30
3.3.4. Método observacional	31
3.4. Variables del estudio.....	31
3.4.1. Variable independiente.....	31
3.4.2. Variables dependientes.....	31
3.5. Diseño de la Investigación.....	31
3.5.1. Descripción de los tratamientos	32
3.6. Instrumentos de investigación	32
3.6.1. Procedimiento experimental.....	32
3.6.2. Plan de fertilización.....	33
3.6.3. Preparación de los microorganismos eficientes autóctonos	33
3.6.4. Aplicación de los tratamientos	33
3.7. Análisis comparativo de los resultados.....	33
3.8. Instrumentos y materiales utilizados.....	34
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
4.1. Caracterización química inicial del suelo	35
4.2. Concentración foliar de Macronutrientes en plantas de plátano Barraganete	36
4.3. Concentración foliar de micronutrientes en plantas de plátano Barraganete	38
4.4. Variación porcentual de los nutrientes foliares.....	40
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	XXXV
ANEXOS.....	XXXV

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de <i>M. paradisiaca</i>	18
Tabla 2. Características meteorológicas de la localidad.....	30
Tabla 3. Esquema de ADEVA con un diseño completamente al azar con 4 repeticiones	32
Tabla 4. Tratamiento de estudio	32
Tabla 5. Dosis de fertilizante y microorganismos eficientes autóctonos aplicadas en el tratamiento T2	36
Tabla 6. Caracterización química inicial del suelo del área experimental	35
Tabla 7. Concentración foliar y diferencia porcentual de macronutrientes en plantas de plátano Barraganete sometidas a los tratamientos T0, T1 y T2.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. A. Plantas de plátano con <i>R. similis</i> (izquierda) y sin el nematodo (derecha) al momento de floración. B. Detalle del sistema radical con <i>R. similis</i> (izquierda) y sin el nematodo (derecha)-C. Cortes transversales de raíces con <i>R. similis</i>	19
Figura 2. Corno de la planta de Musa AAB	19
Figura 3. Forma de las hojas del plátano	20
Figura 4. Forma de los principales géneros de bacterias ácido-lácticas.....	24
Figura 5. Forma del <i>Rhodopseudomonas palustris</i>	25
Figura 6. Localización geográfica del área de estudio	29
Figura 7. Concentración foliar de nitrógeno y fósforo en plantas de plátano Barraganete sometidas a la aplicación de microorganismos eficientes autóctonos y fertilización.....	36
Figura 8 <i>Concentración foliar de potasio y calcio en plantas de plátano Barraganete sometidas a la aplicación de microorganismos eficientes autóctonos y fertilización.....</i>	<i>37</i>
Figura 9 <i>Concentración foliar de magnesio y azufre en plantas de plátano Barraganete sometidas a la aplicación de microorganismos eficientes autóctonos y fertilización.....</i>	<i>37</i>
Figura 10 <i>Concentración foliar de cobre y boro en plantas de plátano Barraganete sometidas a la aplicación de microorganismos eficientes autóctonos y fertilización.....</i>	<i>38</i>
Figura 11. <i>Concentración foliar de hierro y zinc en plantas de plátano Barraganete sometidas a la aplicación de microorganismos eficientes autóctonos y fertilización.....</i>	<i>39</i>
Figura 12. <i>Concentración foliar de manganeso en plantas de plátano Barraganete sometidas a la aplicación de microorganismos eficientes autóctonos y fertilización.....</i>	<i>39</i>
Figura 13. Concentración foliar y diferencia porcentual de macronutrientes	40

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1. Informe de laboratorio del análisis químico inicial del suelo del área experimental	XXXV
Anexo 2. Informe de laboratorio del análisis foliar del tratamiento T0: testigo sin aplicación	XXXVI
Anexo 3. <i>Informe de laboratorio del análisis foliar del tratamiento T1: aplicación de microorganismos eficientes autóctonos</i>	XXXVI
Anexo 4. <i>Informe de laboratorio del análisis foliar del tratamiento T2: microorganismos eficientes autóctonos asociados con fertilización mineral</i>	XXXVII
Anexo 5. Toma de muestras para el análisis de suelo	XXXVIII
Anexo 6. Bomba para aplicar los tratamientos.....	XLVI

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de los microorganismos eficientes autóctonos, aplicados individualmente y combinados con fertilización mineral, sobre la concentración foliar de macro y micronutrientes en plantas de plátano Barraganete. Se empleó un enfoque cuantitativo, diseño experimental de campo y diseño completamente al azar con tres tratamientos: T0, testigo sin aplicación; T1, microorganismos eficientes autóctonos; y T2, microorganismos más fertilización NPK 10-30-10. El suelo presentó un pH de 5,63 y 5,80 % de materia orgánica, con contenidos altos de fósforo, potasio, calcio, hierro y zinc, y niveles bajos de boro y manganeso. T1 registró las mayores concentraciones en diez de los once nutrientes: N 3,21 %, P 0,22 %, K 4,03 %, Ca 1,14 %, Mg 0,37 %, S 0,23 %, Cu 16,00 ppm, B 24,65 ppm, Fe 145,00 ppm y Zn 20,20 ppm. El manganeso alcanzó su mayor concentración en T0, con 141,00 ppm. En los macronutrientes, T1 presentó diferencias porcentuales de 52,17 % en S, 28,35 % en N, 22,73 % en P, 18,92 % en Mg, 17,54 % en Ca y 8,68 % en K. T2 obtuvo diferencias inferiores en todos estos elementos. Se concluyó que T1 presentó la respuesta nutricional foliar más favorable. Debido a que se realizó un análisis foliar por tratamiento, los resultados se interpretaron de manera descriptiva.

Palabras clave: plátano, microorganismos, fertilización, nutrientes, suelo.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of indigenous effective microorganisms, applied individually and combined with mineral fertilization, on foliar macro- and micronutrient concentrations in Barraganete plantain plants. A quantitative approach, field experiment, and completely randomized design were used with three treatments: T0, an untreated control; T1, indigenous effective microorganisms; and T2, microorganisms combined with NPK 10-30-10 fertilization. The soil had a pH of 5.63 and an organic matter content of 5.80%, with high levels of phosphorus, potassium, calcium, iron, and zinc, and low levels of boron and manganese. T1 recorded the highest concentrations in ten of the eleven nutrients: N 3.21%, P 0.22%, K 4.03%, Ca 1.14%, Mg 0.37%, S 0.23%, Cu 16.00 ppm, B 24.65 ppm, Fe 145.00 ppm, and Zn 20.20 ppm. Manganese reached its highest concentration in T0, with 141.00 ppm. For macronutrients, T1 showed percentage differences of 52.17% for S, 28.35% for N, 22.73% for P, 18.92% for Mg, 17.54% for Ca, and 8.68% for K. T2 showed lower differences for all these nutrients. It was concluded that T1 produced the most favorable foliar nutritional response. Because only one foliar analysis was conducted per treatment, the results were interpreted descriptively.

Keywords: plantain, microorganisms, fertilization, nutrients, soil.

INTRODUCCIÓN

Estudios realizados por Merchán y Ochoa (2016) señalan que el plátano constituye uno de los cultivos más importantes de las regiones tropicales por su aporte a la seguridad alimentaria y su relevancia económica. A diferencia del banano, el plátano presenta un mayor contenido de carbohidratos y generalmente requiere cocción antes de su consumo (Chuchuca, 2019). A escala mundial, África concentra el mayor porcentaje de producción, seguida por América, donde Colombia, Perú, República Dominicana y Ecuador se destacan como los principales productores (Buitrón y Morillo, 2017). En el caso ecuatoriano, este cultivo representa una actividad estratégica para miles de familias rurales, debido a su contribución al empleo, al abastecimiento de alimentos y a la dinamización de las economías locales (Meza, 2023).

De acuerdo con Merchán y Ochoa (2016), el cultivo de plátano ocupa una posición relevante dentro del sistema agroproductivo ecuatoriano, tanto por su importancia comercial como por su impacto social. El Instituto Nacional de Estadística y Censos registró, durante 2019, más de 160 mil hectáreas destinadas a este cultivo entre plantaciones de monocultivo y sistemas asociados, lo que evidencia su amplia distribución en el territorio nacional (Rodríguez, 2019). Sin embargo, mantener niveles adecuados de productividad exige incorporar prácticas de manejo que favorezcan la eficiencia del sistema productivo y reduzcan los efectos ocasionados por factores bióticos y abióticos que limitan el rendimiento del cultivo (Ramos Agüero et al., 2016; Sepúlveda et al., 2017).

Asimismo, Rodríguez (2019) menciona que, uno de los principales desafíos del cultivo radica en la disponibilidad de material vegetal con características agronómicas deseables y tolerancia frente a plagas y enfermedades. A esta situación se suma la necesidad de fortalecer las prácticas de manejo agronómico, debido a que el comportamiento productivo del plátano depende tanto de la calidad de la semilla como del conocimiento de su desarrollo fisiológico y de la correcta ejecución de las labores culturales durante todo el ciclo del cultivo (Cedeño-Zambrano et al., 2022).

Por otra parte, Suquilanda (2003) define a los microorganismos eficientes como consorcios de bacterias, levaduras, actinobacterias y hongos capaces de coexistir y actuar de forma complementaria en los sistemas agrícolas. Posteriormente, la investigación evolucionó hacia el empleo de microorganismos eficientes autóctonos, obtenidos a partir de materiales presentes en el propio agroecosistema, lo que favorece su adaptación a las condiciones

edafoclimáticas locales (Demir et al., 2024). Esta característica ha despertado un creciente interés debido a su potencial para mejorar la fertilidad del suelo, favorecer la disponibilidad de nutrientes y fortalecer los procesos biológicos asociados al desarrollo de los cultivos (Higuera et al., 2018).

En este contexto, Valencia-Serna et al. (2014) reportan que diversos estudios han demostrado el efecto positivo de los microorganismos eficientes y autóctonos como biofertilizantes y bioestimulantes, evidenciando incrementos en el rendimiento de diferentes cultivos y una disminución en el uso de fertilizantes sintéticos. De manera similar, Borowiak et al. (2021) documentan mejoras en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, mientras que O'Callaghan et al. (2022), atribuyen estos beneficios a procesos como la mineralización de la materia orgánica, la producción de metabolitos y la estimulación de los mecanismos naturales de defensa de las plantas. No obstante, Suquilanda (2003) advierten que la eficacia de estos consorcios depende de factores como la calidad de la formulación, la viabilidad microbiana, las condiciones ambientales y el manejo durante su aplicación.

Finalmente, a partir de los antecedentes expuestos, surge la necesidad de desarrollar alternativas que faciliten la producción de microorganismos eficientes autóctonos mediante procedimientos estandarizados y accesibles para los productores. En este sentido, la presente investigación propone la incorporación de implementos para la reproducción de microorganismos eficientes autóctonos en forma líquida en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen, con la finalidad de disponer de una plataforma destinada a la docencia, la investigación y la transferencia tecnológica.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El cultivo de plátano enfrenta dificultades asociadas al deterioro progresivo de la fertilidad del suelo, situación relacionada con el uso intensivo de fertilizantes químicos y prácticas agrícolas convencionales (Vásconez-Montiel, 2025). Esta problemática puede alterar la estructura del suelo, reducir la materia orgánica y afectar la actividad microbiana, lo que limita la capacidad natural del agroecosistema para sostener la productividad del cultivo a largo plazo (Alvarado et al., 2021; Rodríguez, 2019).

A pesar de que los microorganismos eficientes autóctonos representan una alternativa biológica para mejorar la disponibilidad de nutrientes, fortalecer la actividad del suelo y complementar la fertilización convencional, su incorporación en sistemas plataneros aún es limitada (Crespo-Ávila et al., 2025). Esta situación se debe, principalmente, a la falta de conocimiento técnico, la escasa disponibilidad de implementos para su reproducción y la

ausencia de protocolos locales que faciliten su uso en condiciones productivas reales (Bonfim & Bonfim, 2007).

Como consecuencia, los productores continúan dependiendo de insumos externos que elevan los costos de producción y reducen la sostenibilidad del manejo agrícola. Además, la limitada investigación aplicada sobre reproducción líquida de microorganismos eficientes autóctonos impide contar con una herramienta práctica para la docencia, la experimentación y la transferencia tecnológica en el cultivo de plátano (Rodríguez & Frioni, 2022).

Frente a esta problemática, surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Qué efecto produce la aplicación de microorganismos eficientes autóctonos, solos o asociados con fertilización mineral, sobre la concentración foliar de macro y micronutrientes en plantas de plátano Barraganete, considerando las condiciones químicas iniciales del suelo?

JUSTIFICACIÓN

Según González-Rodríguez et al. (2023) los microorganismos eficientes autóctonos constituyen una alternativa biológica capaz de mejorar la disponibilidad de nutrientes y favorecer el desarrollo de los cultivos mediante procesos naturales como la fijación de nitrógeno, la solubilización de fósforo y la estimulación de la actividad microbiológica del suelo. En este contexto, la presente investigación adquiere relevancia científica porque contribuirá a ampliar el conocimiento sobre la reproducción líquida de estos microorganismos y su aplicación en el cultivo de plátano, generando información que podrá servir como referencia para futuras investigaciones relacionadas con la agricultura sostenible y el manejo biológico de los suelos agrícolas (González-Cruz et al., 2025).

De acuerdo con Suquilanda (2003), los microorganismos autóctonos presentan una mayor capacidad de adaptación a las condiciones ambientales del lugar donde son capturados, lo que incrementa su estabilidad y eficiencia dentro del agroecosistema. Desde esta perspectiva, la investigación posee una importancia técnica, ya que permitirá implementar un sistema para la captura, reproducción y multiplicación de microorganismos eficientes autóctonos en forma líquida dentro de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen. La disponibilidad de estos implementos facilitará el desarrollo de prácticas experimentales, fortalecerá las actividades de docencia e investigación y proporcionará una herramienta de apoyo para la capacitación y transferencia tecnológica dirigida a productores agrícolas de la zona.

Asimismo, Valencia et al. (2024) sostienen que la incorporación de bioinsumos favorece la conservación de los recursos naturales al disminuir la dependencia de fertilizantes sintéticos y promover el equilibrio biológico del suelo. Bajo esta perspectiva, la investigación presenta una relevancia ambiental, debido a que fomenta el aprovechamiento de recursos microbiológicos presentes en el propio ecosistema, reduciendo el riesgo de degradación del suelo y contribuyendo a la recuperación de su actividad biológica (Rosset et al., 2022). Esta alternativa se alinea con los principios de una agricultura sostenible, orientada a preservar la calidad del ambiente y garantizar sistemas productivos más resilientes frente a las condiciones climáticas actuales (Altieri & Nicholls, 2023; Tiftonell, 2023).

Por otra parte, Mora-González et al. (2021) destacan que el cultivo de plátano constituye una de las principales actividades económicas de numerosas zonas rurales del Ecuador, donde representa una fuente importante de empleo e ingresos para las familias productoras. En consecuencia, esta investigación posee una relevancia social y económica, ya que la incorporación de microorganismos eficientes autóctonos puede favorecer la adopción de prácticas agrícolas de menor costo, fortalecer la productividad de los cultivos y promover una producción más competitiva y sostenible (Delgado, 2022). Además, los resultados podrán beneficiar tanto a estudiantes como a agricultores del cantón El Carmen mediante procesos de capacitación y vinculación con la comunidad.

Finalmente, O'Callaghan et al. (2022) señalan que la validación de tecnologías biológicas adaptadas a las condiciones locales constituye un paso indispensable para fortalecer la innovación en los sistemas agrícolas. En este sentido, la implementación de un sistema para la reproducción de microorganismos eficientes autóctonos en la ULEAM, Extensión El Carmen, permitirá consolidar un espacio destinado a la investigación aplicada, la formación académica y la transferencia de conocimientos hacia el sector productivo.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el efecto de los microorganismos eficientes autóctonos en la fertilización del cultivo de plátano.

Objetivos específicos

Caracterizar las condiciones químicas iniciales del suelo mediante la determinación del pH, conductividad eléctrica, materia orgánica y contenido de nutrientes.

- Determinar la concentración foliar de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, cobre, boro, hierro, zinc y manganeso en las plantas de plátano sometidas a los tratamientos T0, T1 y T2.
- Comparar descriptivamente la concentración de macro y micronutrientes foliares entre el tratamiento testigo, la aplicación de microorganismos eficientes autóctonos y la combinación de microorganismos con fertilización mineral.
- Calcular la variación porcentual de los nutrientes foliares de los tratamientos T1 y T2 respecto al tratamiento testigo.
- Identificar el tratamiento que presente la mayor acumulación foliar de macro y micronutrientes en las plantas de plátano.

Hipótesis

Hipótesis de investigación (H_1)

La aplicación de microorganismos eficientes autóctonos, solos o asociados con fertilización mineral, modifica favorablemente la concentración foliar de macro y micronutrientes en plantas de plátano Barraganete, en comparación con el tratamiento testigo.

Hipótesis nula (H_0)

La aplicación de microorganismos eficientes autóctonos, solos o asociados con fertilización mineral, no produce diferencias en la concentración foliar de macro y micronutrientes en plantas de plátano Barraganete, en comparación con el tratamiento testigo.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Taxonomía

La taxonomía del plátano es compleja debido a su origen híbrido y a su forma de reproducción principalmente asexual. Este cultivo pertenece al género *Musa* y a la familia Musaceae, grupo botánico que reúne especies con distintos niveles de ploidía y variaciones genéticas importantes (Prinsen, 2010). En este sentido, el plátano cultivado se reconoce como un híbrido derivado de *Musa acuminata* y *Musa balbisiana*, especies que aportan los genomas A y B, respectivamente. Esta combinación genética ha dado lugar a diferentes grupos genómicos, entre ellos AAA, AAB y ABB, los cuales explican la diversidad morfológica, fisiológica y productiva de los materiales cultivados (Guerrero, 2016)

Tabla 1. Taxonomía de *M. paradisiaca*

Categoría taxonómica	Clasificación
Reino	<i>Plantae</i>
Clase	<i>Liliopsida (Monocotiledóneas)</i>
Orden	<i>Zingiberales</i>
Familia	<i>Musaceae</i>
Género	<i>Musa</i>
Especie	<i>Musa paradisiaca</i>

Nota. tomado de Prinsen (2010).

2.2. Morfología general de la planta

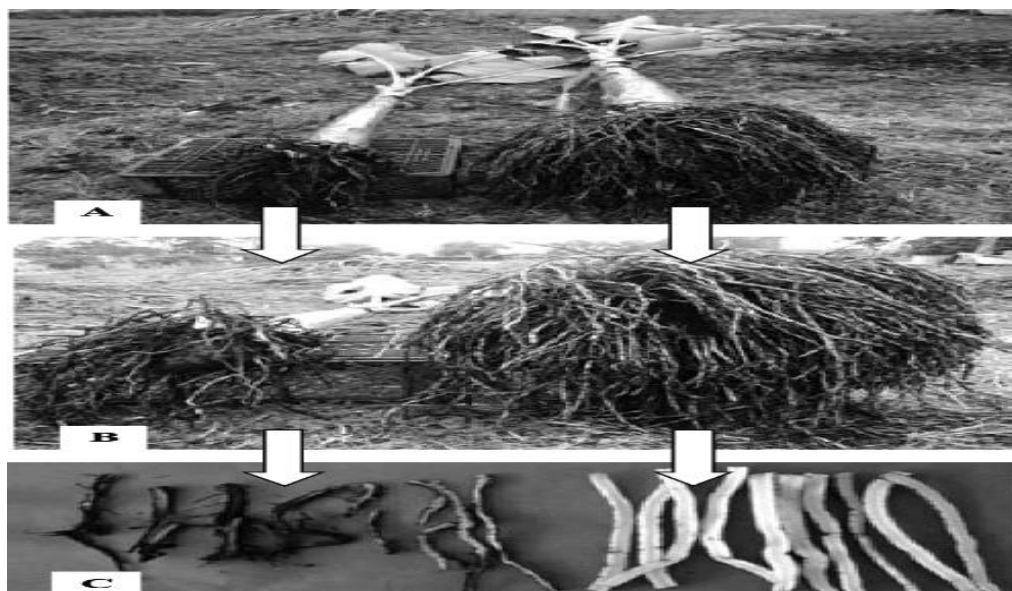
El plátano es una planta herbácea perenne de porte alto, adaptada a las condiciones propias de los ambientes tropicales húmedos (Deaza et al., 2020). Su estructura está conformada por un sistema radical fasciculado, un cormo subterráneo, un pseudotallo originado por la superposición de vainas foliares, hojas amplias y una inflorescencia terminal que posteriormente forma el racimo (Cedeño-García et al., 2020). Estas características morfológicas permiten el crecimiento vigoroso de la planta y su adecuada respuesta a las condiciones del suelo y del clima (Carvajal-García et al., 2019).

2.2.1. Sistema radical

El sistema radical del plátano está formado por raíces adventicias y fibrosas que se originan desde la base del cormo. Estas raíces cumplen funciones esenciales en la absorción de agua y nutrientes, además de proporcionar soporte y anclaje a la planta (Deaza et al., 2020). En condiciones favorables de suelo, humedad y aireación, pueden alcanzar profundidades

considerables y extenderse lateralmente, lo que favorece el aprovechamiento de los recursos disponibles en el suelo (Carvajal-García et al., 2019).

Figura 1. A. Plantas de plátano con *R. similis* (izquierda) y sin el nematodo (derecha) al momento de floración. B. Detalle del sistema radical con *R. similis* (izquierda) y sin el nematodo (derecha)-C. Cortes trasversales de raíces con *R. similis*



Nota. tomada de Guzmán-Piedrahita et al. (2012).

2.2.2. Cormo

Según Furcal-Beriguete & Barquero-Badilla (2013) señala que el cormo, también denominado rizoma, constituye un tallo subterráneo engrosado que cumple funciones de reserva y crecimiento en la planta de plátano. Esta estructura contiene el meristemo apical, almacena sustancias nutritivas y permite la emisión de brotes laterales, por lo que desempeña un papel fundamental en la propagación vegetativa del cultivo (Cedeño-Zambrano et al., 2022).

2.2.3. Pseudotallo

Para Cedeño-Zambrano et al. (2022), explica que el pseudotallo del plátano no corresponde a un tallo verdadero, sino a una estructura formada por la superposición compacta de vainas foliares. Su función principal es sostener las hojas y el racimo, además de contribuir al almacenamiento de agua y carbohidratos. Esta estructura puede alcanzar gran altura y diámetro, dependiendo del material vegetal, la nutrición y las condiciones ambientales del cultivo (Carvajal-García et al., 2019).

Figura 2. Cormo de la planta de Musa AAB



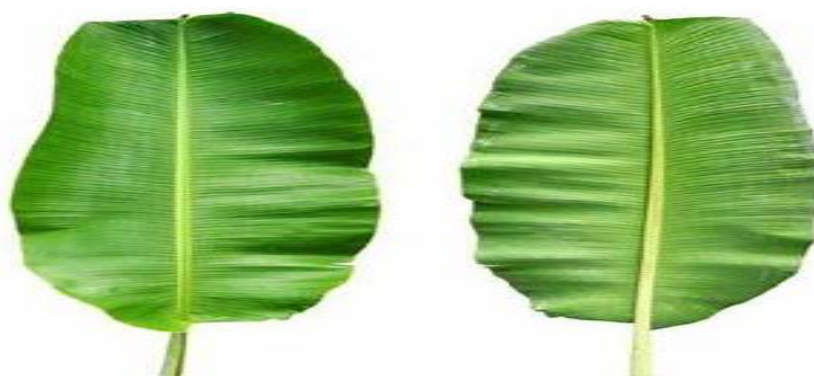
Nota. tomado de Marcelino et al. (2012)

2.2.4. La hoja

Estudios realizados por Deaza et al. (2020) describe que las hojas del plátano presentan una forma ovada o elíptico-oblonga, con ápice obtuso y lámina generalmente asimétrica, debido a que uno de sus lados suele desarrollarse más que el otro. Cada hoja está conformada por tres estructuras principales: vaina, pecíolo y lámina foliar, las cuales permiten reconocer el estado de desarrollo vegetativo y las fases fenológicas de la planta (Villaseñor et al., 2020).

En este sentido Cedeño-García et al. (2020) señalan que el mantenimiento de hojas funcionales resulta determinante para el desarrollo adecuado del racimo, debido a su participación directa en la fotosíntesis y en el llenado del fruto. Por ello, se recomienda que la planta conserve al menos ocho hojas activas durante su crecimiento, mientras que en la etapa de floración lo ideal es mantener entre 12 y 13 hojas funcionales para favorecer el rendimiento productivo (Villaseñor et al., 2020).

Figura 3. *Forma de las hojas del plátano*



Nota. tomado de Marcelino et al. (2012).

2.3. Estrategias de fertilización aplicadas al cultivo de plátano

Según Cedeño-García et al. (2020) señalan que la fertilización en el cultivo de plátano constituye una práctica esencial para mantener el crecimiento vegetativo, la producción del racimo y la reposición de nutrientes extraídos por la planta. Entre las estrategias más utilizadas se encuentra la fertilización edáfica, la cual consiste en aplicar los nutrientes directamente al suelo, en forma sólida o líquida (Villaseñor et al., 2020). Su eficiencia depende de factores como la humedad, textura, estructura, materia orgánica y capacidad del suelo para retener los nutrientes; sin embargo, en suelos arenosos o con alta lixiviación pueden presentarse pérdidas importantes de elementos nutritivos (Lira-Saldivar et al., 2018)

Estudios realizados por Lira-Saldivar et al. (2018) explican que la fertilización foliar permite suministrar nutrientes directamente sobre la superficie de las hojas, lo que favorece una absorción rápida a través de la cutícula o los estomas. Esta técnica se utiliza principalmente como complemento de la fertilización al suelo, sobre todo cuando se requiere corregir deficiencias de micronutrientes como zinc, boro, manganeso o hierro (Villaseñor et al., 2020). No obstante, su eficacia depende del estado fisiológico de la planta, la humedad ambiental, la edad de las hojas y el momento de aplicación (Cedeño-García et al., 2020).

Para Cedeño-García et al. (2020) indican que la fertilización axilar consiste en colocar soluciones nutritivas en las axilas foliares de la planta, zonas caracterizadas por una alta actividad fisiológica. Esta práctica busca mejorar el aprovechamiento de los nutrientes aplicados y reducir pérdidas ocasionadas por lavado, escorrentía o volatilización (Furcal-Berigüete & Barquero-Badilla, 2013). Aunque es una técnica menos convencional, puede representar una alternativa útil en determinadas etapas del cultivo, especialmente cuando se busca una absorción más localizada y eficiente (Lira-Saldivar et al., 2018).

2.4. Efectos de los macronutrientes nitrógeno, fósforo y potasio en el cultivo de plátano

Según Soto-Sogamoso et al. (2022) señalan que el nitrógeno (N) favorece el crecimiento vegetativo del plátano, la formación de hojas y el desarrollo inicial de los frutos. Su aplicación fraccionada permite un mejor aprovechamiento durante el ciclo del cultivo, especialmente en etapas de alta demanda nutricional. Cuando existe deficiencia de este elemento, la planta puede presentar clorosis, deformación foliar, bajo vigor y reducción del crecimiento (Sepúlveda et al., 2017).

Para Ramos Agüero et al. (2016) indican que el fósforo (P) cumple una función importante en el desarrollo del sistema radical, la floración y los procesos energéticos de la

planta. Debido a su baja movilidad en el suelo, su aplicación debe realizarse cerca de la zona radical y durante las primeras etapas del cultivo (Cedeño et al., 2023). La carencia de fósforo limita el crecimiento de las raíces y puede provocar hojas verdes oscuro, bordes cloróticos y presencia de necrosis

Ramos Agüero et al. (2016) explican que el potasio (K) influye directamente en el llenado del racimo, la calidad del fruto y la tolerancia de la planta frente a condiciones de estrés hídrico o térmico. Su deficiencia se manifiesta mediante clorosis y necrosis en las hojas, principalmente en los ápices y bordes foliares. Además, un desequilibrio en este nutriente puede afectar la resistencia de los tejidos y reducir la estabilidad productiva del cultivo (Sepúlveda et al., 2017).

Furcal-Beriguete y Barquero-Badilla (2013) mencionan que, además del nitrógeno, fósforo y potasio, el cultivo de plátano requiere elementos secundarios como calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S), así como micronutrientes como hierro (Fe), zinc (Zn), boro (B), manganeso (Mn) y molibdeno (Mo). Estos nutrientes participan en procesos fisiológicos esenciales y su interacción puede generar efectos sinérgicos o antagonistas que influyen en la absorción, disponibilidad y aprovechamiento nutricional de la planta (Cedeño et al., 2023).

2.5. Microorganismos de montaña

Franco (2021) señala que los microorganismos de montaña constituyen consorcios microbianos complejos integrados por bacterias fotosintéticas, actinomicetos, bacterias ácido-lácticas, levaduras y hongos presentes de manera natural en ecosistemas con alta acumulación de materia orgánica. Estos organismos participan en la descomposición de residuos vegetales y en la transformación de compuestos orgánicos en nutrientes disponibles para las plantas, por lo que cumplen una función importante en la dinámica biológica del suelo (Orbe, 2017).

Para Gámez-Zamora (2016) menciona que estos microorganismos se encuentran principalmente en bosques, zonas montañosas, plantaciones de café, áreas de bambú y otros ambientes con elevada diversidad biológica. En estos espacios, el mantillo forestal actúa como fuente natural de inóculo, debido a que concentra comunidades microbianas adaptadas a las condiciones climáticas y edáficas del lugar. Por esta razón, los microorganismos de montaña también son reconocidos como microorganismos de bosque (León, 2020).

Campo et al. (2014) indica que los microorganismos de montaña intervienen en los ciclos biogeoquímicos mediante la degradación de materia orgánica y la liberación progresiva de nutrientes. Su obtención mediante procedimientos artesanales representa una alternativa de

bajo costo para los productores, ya que permite aprovechar la microbiota nativa sin requerir medios de cultivo sofisticados (Toalombo, 2012). Esta característica facilita su incorporación en sistemas agrícolas familiares y comerciales orientados hacia una producción más sostenible (León, 2020).

Torres-Pérez et al. (2022) explican que el mantillo forestal de bosques cercanos a las fincas constituye una de las principales fuentes para la captura de microorganismos de montaña, debido a que contiene hongos, bacterias y levaduras adaptados al ambiente local. Una vez reproducidos y aplicados en los sistemas productivos, estos consorcios pueden actuar como bioinoculantes, favoreciendo la fermentación de abonos orgánicos, la elaboración de biopreparados y la recuperación de la fertilidad biológica del suelo (Torres-Pérez et al., 2022).

Torres-Pérez et al. (2022) sostienen que los microorganismos de montaña pueden mejorar la disponibilidad de nutrientes para las plantas, limitar el desarrollo de ciertos patógenos y apoyar procesos de control biológico en el agroecosistema. Además, se han utilizado en el manejo de residuos orgánicos, tratamiento de aguas residuales, reducción de olores en sistemas pecuarios y gestión de desechos ganaderos, lo que evidencia su utilidad dentro de estrategias agroecológicas y de bioseguridad agropecuaria (Campo et al., 2014).

Para Chang et al. (2007) resaltan que la eficiencia de los microorganismos de montaña depende de su adaptación al ambiente, la calidad del inóculo, el manejo durante la reproducción y las condiciones de aplicación en campo. Por ello, su uso en el cultivo de plátano representa una alternativa biológica para fortalecer la actividad microbiana del suelo, mejorar el aprovechamiento de nutrientes y complementar las prácticas de fertilización bajo un enfoque agrícola sostenible (Singh, 2023).

2.5.1. Taxonomía de los microorganismos

Toalombo (2012) señala que los microorganismos, al igual que los demás seres vivos, se organizan mediante un sistema de clasificación taxonómica que facilita su identificación, estudio y diferenciación. Este sistema utiliza la nomenclatura binomial propuesta por Linneo, mediante la cual cada organismo recibe un nombre científico compuesto por dos términos en latín: el primero identifica el género y el segundo la especie (Camacho et al., 2019). Un ejemplo de ello es *Bacillus thuringiensis*, donde *Bacillus* corresponde al género y *thuringiensis* a la especie (Ceiro-Catasú et al., 2023).

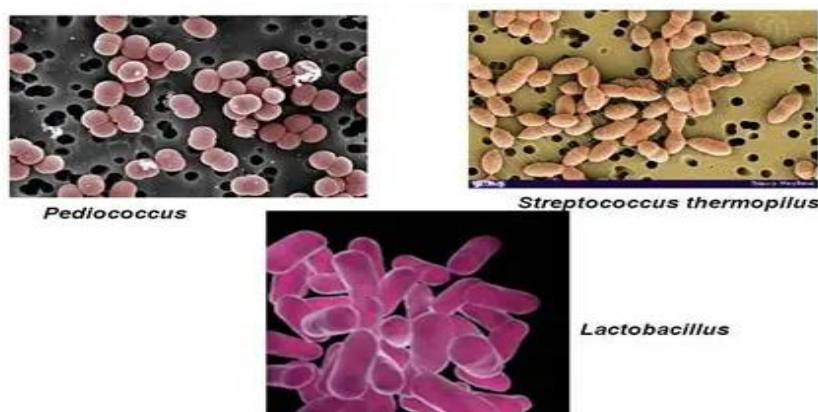
Gámez-Zamora, (2016) explica que la clasificación taxonómica se estructura de forma jerárquica, permitiendo agrupar los organismos de acuerdo con sus características biológicas y

evolutivas. Las principales categorías taxonómicas comprenden reino, filo, clase, orden, familia, género y especie, niveles que facilitan el estudio de la diversidad microbiana y la identificación de organismos con funciones similares dentro de los ecosistemas.

Tanya-Morocho & Leiva-Mora, (2019) indican que la clasificación de los microorganismos presenta particularidades según el grupo biológico al que pertenecen. En hongos y algas, la identificación considera principalmente características morfológicas y reproductivas; mientras que, en las bacterias, además de los rasgos fenotípicos, actualmente se incorporan herramientas moleculares y análisis genéticos que permiten una clasificación más precisa de las especies y de sus relaciones evolutivas (Ceiro-Catasú et al., 2023).

Souza et al. (2015) menciona que los microorganismos eficientes autóctonos empleados en la agricultura están conformados por comunidades de bacterias, hongos, levaduras y actinomicetos que interactúan de manera complementaria. La identificación taxonómica de estos grupos resulta importante porque permite conocer sus funciones dentro del suelo, como la descomposición de materia orgánica, la solubilización de nutrientes, la fijación biológica de nitrógeno y la producción de metabolitos que favorecen el crecimiento y desarrollo de los cultivos (Ceiro-Catasú et al., 2023).

Figura 4. Forma de los principales géneros de bacterias ácido-lácticas



Fuente: tomado de Ceiro-Catasú et al. (2023).

2.5.2. Las bacterias fotosintéticas

Según Hsu et al. (2021) señalan que las bacterias fotosintéticas, como *Rhodopseudomonas palustris* y *Rhodobacter sphaeroides*, son microorganismos autótrofos facultativos capaces de utilizar la luz como fuente de energía y los exudados radiculares como fuente de carbono. En los consorcios de microorganismos eficientes autóctonos, estas bacterias cumplen una función importante porque transforman compuestos orgánicos e inorgánicos en

sustancias aprovechables para otros microorganismos y para las plantas.

Estudios realizados por Tanya-Morocho & Leiva-Mora (2019) explican que estas bacterias pueden sintetizar aminoácidos, ácidos orgánicos, azúcares, vitaminas y otras sustancias bioactivas que favorecen la actividad microbiana del suelo. Además, su capacidad metabólica les permite desarrollarse bajo condiciones aeróbicas y anaeróbicas, participar en procesos de fijación de nitrógeno y producir compuestos esenciales como clorofilas y vitamina B12, lo que fortalece su valor dentro de sistemas agrícolas sostenibles (Li et al., 2022).

Figura 5. Forma del *Rhodopseudomonas palustris*



Fuente: tomado de Hsu et al. (2021).

2.5.3. Los actinomicetos

Para Espinoza et al. (2022) los actinomicetos, representados por especies como *Streptomyces albus* y *Streptomyces griseus*, son bacterias filamentosas con características morfológicas semejantes a los hongos. Estos microorganismos cumplen una función importante en la descomposición de la materia orgánica vegetal y en los procesos de compostaje, debido a su capacidad para degradar compuestos complejos presentes en los residuos agrícolas (Li et al., 2022).

Según Li et al. (2022) los actinomicetos también destacan por producir metabolitos antifúngicos y enzimas hidrolíticas, como quitinasas y β -1,3-glucanasas. Estas sustancias pueden actuar contra fitopatógenos del suelo, entre ellos *Fusarium oxysporum*, *Sclerotinia minor* y *Sclerotium rolfsii*, por lo que se consideran microorganismos de interés para el control biológico y la mejora de la salud del suelo (Tanya-Morocho & Leiva-Mora, 2019).

2.5.4. Duración y conservación de microorganismos eficientes autóctonos

Según el Ministerio de Agricultura de Japón (MOA, 2003), los microorganismos eficientes autóctonos presentan una vida útil aproximada de seis meses después de su envasado, siempre que se mantengan en condiciones adecuadas de almacenamiento. Para conservar su viabilidad, deben guardarse en lugares frescos, oscuros y con temperatura estable, evitando la exposición directa a la luz y los cambios bruscos de temperatura entre el día y la noche (O'Callaghan et al., 2022).

Mera (2022) indica que no es recomendable almacenar estos bioinsumos en invernaderos, debido a que las variaciones térmicas pueden afectar la estabilidad y actividad de los microorganismos. Asimismo, cuando el producto presenta olor desagradable, debe descartarse, ya que este puede indicar deterioro o contaminación (Quispe & Chávez, 2017). Las variaciones de color, desde tonalidades similares al té claro hasta tonos más oscuros, pueden deberse a diferencias en la materia prima utilizada, sin que necesariamente representen pérdida de calidad del producto (Liu et al., 2009).

2.5.5. Funciones de los microorganismos eficientes autóctonos

Li et al. (2022) señalan que los microorganismos eficientes autóctonos cumplen funciones relevantes en los sistemas agrícolas, debido a su participación en procesos biológicos que favorecen la sostenibilidad del suelo y el desarrollo de los cultivos. Entre sus principales aportes se encuentra la descomposición de la materia orgánica, proceso que facilita la liberación gradual de nutrientes esenciales y mejora su disponibilidad para las plantas (Kiran, 2019).

León, (2020) menciona que estos consorcios microbianos pueden ejercer efectos antagonistas frente a ciertos microorganismos patógenos del suelo, lo que contribuye a reducir su proliferación y a mejorar el equilibrio microbiológico del agroecosistema. Además, algunos grupos presentes en los microorganismos eficientes autóctonos producen sustancias bioactivas que estimulan procesos fisiológicos asociados con el crecimiento vegetativo, la floración y la fructificación, favoreciendo el rendimiento y la calidad de los cultivos (Hsu et al., 2021; Triana, 2019).

Kumar et al. (2020) indican que los microorganismos eficientes autóctonos también pueden participar en la degradación de compuestos tóxicos, incluidos residuos de plaguicidas, lo que contribuye a mejorar la calidad física, química y biológica del suelo. En las primeras etapas del cultivo, estos microorganismos pueden favorecer la germinación de semillas y el establecimiento vigoroso de las plántulas, fortaleciendo el desarrollo inicial de las plantas bajo

condiciones productivas (León, 2020).

Keliikuli et al. (2019) sostienen que el uso de microorganismos eficientes autóctonos no se limita al campo agrícola, ya que también se ha reportado su aplicación en sistemas pecuarios. Cuando se incorporan al agua o al alimento de animales de granja, pueden favorecer la digestión, mejorar el aprovechamiento de nutrientes y contribuir al estado sanitario y productivo de los animales (Mera, 2022).

El estudio evaluó el efecto de distintas fuentes orgánicas compost, humus de lombriz y bocashi junto con el uso de microorganismos eficientes (EM) sobre el rendimiento del banano cultivar Williams. Para ello, se compararon varios tratamientos orgánicos y un testigo con fertilización química convencional, utilizando un diseño experimental de bloques completamente al azar. Se analizaron variables como número de manillas por racimo, número de dedos por racimo, peso del racimo y rendimiento por hectárea. Los resultados mostraron que el tratamiento con compost a razón de 33,3 t/ha más 5% de microorganismos eficientes obtuvo los mejores valores en todas las variables evaluadas. Este tratamiento alcanzó alrededor de 9 manillas por racimo, 162 dedos por racimo, un peso promedio de 30,63 kg por racimo y un rendimiento de 51,06 t/ha. En cambio, los demás tratamientos presentaron resultados inferiores. En conclusión, el uso de compost combinado con microorganismos eficientes se presenta como una alternativa viable y sostenible para la fertilización del banano orgánico, ya que mejora la productividad y reduce la dependencia de fertilizantes químicos. Esto demuestra que las prácticas orgánicas pueden contribuir al aumento del rendimiento del cultivo y al manejo más responsable del suelo (Galecio-Julca et al., 2020).

El estudio evaluó la incorporación de implementos para la reproducción de microorganismos eficientes autóctonos en la granja experimental Río Suma de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, extensión El Carmen, en Ecuador. Para ello se aplicó una prueba de funcionamiento con dos tratamientos: T1 (arroz + melaza) y T2 (arroz + carne de pollo + panela), los cuales permanecieron 21 días en trampas de campo. Los resultados mostraron diferencias significativas entre ambos tratamientos. El T1 alcanzó una eficacia del 80% en la captura de UFC, demostrando un buen desempeño cuando las trampas se mantienen en condiciones óptimas. En cuanto a los microorganismos capturados, el tratamiento T1 permitió aislar principalmente *Aspergillus* spp. (90,90%) y en menor proporción *Penicillium* spp. (9,09%). Por su parte, el T2 presentó una mayor diversidad fúngica, con presencia de *Aspergillus* spp. (66,66%), *Penicillium* spp. (26,66%) y *Trichoderma* spp. (3,35%), identificados microscópicamente en laboratorio. Sin embargo, este tratamiento tuvo un mayor costo de producción. En el análisis económico, el T1 resultó más barato, con un costo de \$0,83

por trampa, mientras que el T2 costó \$1,49 por trampa, es decir, un 79,5% más. En conclusión, el tratamiento con arroz y melaza fue más eficiente y económico, por lo que representa una alternativa más viable para la reproducción de microorganismos eficientes autóctonos (Ponce-Hidalgo, 2025).

La investigación aborda la influencia de los microorganismos eficientes en la producción del banano en el Ecuador. Parte del problema del uso excesivo de agroquímicos y de las malas prácticas agrícolas, que degradan el suelo, contaminan el agua y afectan la calidad nutricional del banano. Ante esta situación, los microorganismos eficientes se presentan como una alternativa sostenible para mejorar la fertilidad y la salud del suelo. Estos microorganismos incluyen levaduras, bacterias fotosintéticas, bacterias ácido lácticas, actinomicetes y hongos filamentosos, los cuales trabajan de forma conjunta para descomponer la materia orgánica y convertirla en nutrientes aprovechables por la planta. Además, favorecen la germinación, el crecimiento de raíces, la floración y la absorción de nutrientes, al mismo tiempo que ayudan a controlar microorganismos que causan enfermedades en el cultivo. En conclusión, los microorganismos eficientes representan una opción importante para promover una producción de banano más saludable, sostenible y amigable con el ambiente, reduciendo la dependencia de agroquímicos y mejorando la calidad del suelo y del cultivo (Averos, 2022).

3. METODOLOGÍA

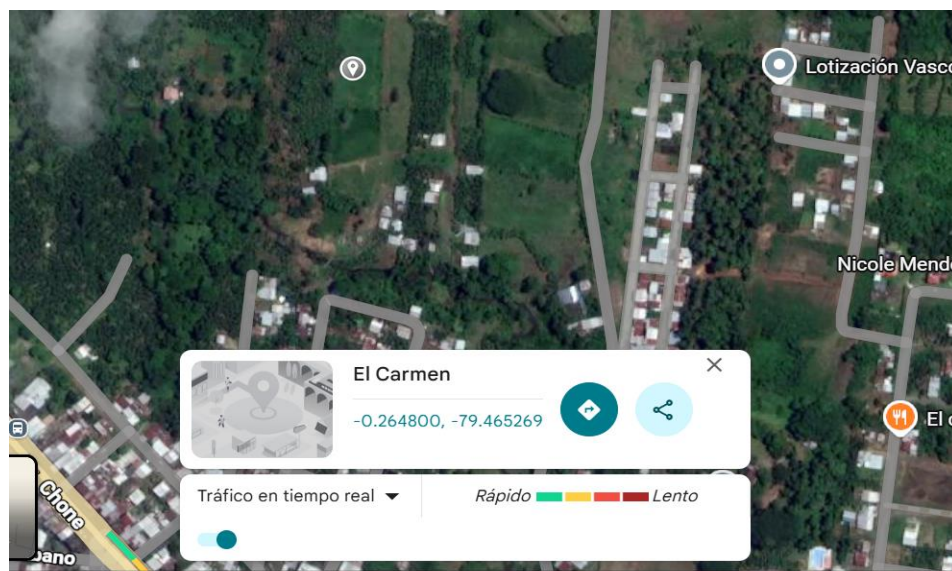
3.1. Localización de la unidad experimental

La presente investigación se desarrollará en la finca "El Mirador", propiedad del señor Manuel Vera, ubicada en el sector El Zapote, vía Venado–Tigrillo, perteneciente al cantón El Carmen, provincia de Manabí, Ecuador. La unidad experimental corresponde a un cultivo establecido de plátano (*Musa paradisiaca* L.) manejado bajo condiciones de campo abierto, representativas de los sistemas de producción predominantes en la zona.

La finca fue seleccionada por contar con un cultivo uniforme, condiciones adecuadas para la implementación de los tratamientos experimentales y facilidades para el seguimiento de las variables agronómicas y edáficas durante el desarrollo de la investigación. El estudio permitirá evaluar el efecto de los microorganismos eficientes autóctonos asociados con la fertilización sobre el crecimiento, la disponibilidad de nutrientes del suelo y la productividad del cultivo de plátano.

Geográficamente, la unidad experimental se encuentra ubicada en las coordenadas 0.264800° de latitud Sur (-0.264800) y 79.465269° de longitud Oeste (-79.465269), dentro de una zona de clima tropical húmedo, con condiciones ambientales favorables para el desarrollo del cultivo de plátano y la actividad microbiológica del suelo.

Figura 6. Localización geográfica del área de estudio



Fuente: Google Maps (2025).

3.2. Caracterización meteorológica de la zona

A continuación, algunas características climáticas del cantón:

Tabla 2. *Características meteorológicas de la localidad*

Características	El Carmen
Clima	Trópico Húmedo
Temperatura (°C)	24
Humedad Relativa (%)	86
Heliofanía (Horas luz año ⁻¹)	1026,2
Precipitación media anual (mm)	2659
Altitud (msnm)	249

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

3.3. Métodos

3.3.1. Método empírico

Se utilizó el método empírico mediante la observación directa y la medición de las variables agronómicas del cultivo de plátano sometido a la aplicación de microorganismos eficientes autóctonos asociados con la fertilización (Hernández et al., 2014). A través del trabajo de campo se registraron de forma sistemática variables como la altura de la planta. Este método permitió obtener información objetiva sobre la respuesta del cultivo bajo condiciones reales de producción agrícola, facilitando la evaluación del efecto de los tratamientos aplicados (Arias & Covinos Gallardo, 2021).

3.3.2. Método experimental

La investigación se fundamentó en el método experimental, debido a que se aplicaron diferentes tratamientos de fertilización asociados con microorganismos eficientes autóctonos para evaluar su efecto sobre el crecimiento, la disponibilidad de nutrientes del suelo y la productividad del cultivo de plátano (Vargas et al., 2015). Este método facilitó el establecimiento de relaciones de causa y efecto entre los tratamientos aplicados y las respuestas obtenidas en el cultivo, permitiendo contrastar la hipótesis planteada con base en los resultados experimentales (Corona-Lisboa, 2016).

3.3.3. Método bibliográfico

Se empleó el método bibliográfico para fundamentar teóricamente la investigación mediante la revisión, análisis e interpretación de literatura científica relacionada con los microorganismos eficientes autóctonos, la fertilización biológica, la microbiología del suelo y el manejo agronómico del cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.). La información recopilada a partir de artículos científicos, libros especializados, tesis, documentos técnicos y publicaciones indexadas permitió sustentar el marco teórico, justificar la investigación y comparar los resultados obtenidos con los reportados en estudios previos (Hidalgo, 2005).

3.3.4. Método observacional

Se aplicó el método observacional para registrar de manera sistemática el comportamiento agronómico del cultivo durante el desarrollo de la investigación. Mediante observaciones directas en campo se identificaron cambios en el crecimiento, vigor, desarrollo foliar, estado fitosanitario, producción y demás características relacionadas con la respuesta de las plantas a la aplicación de microorganismos eficientes autóctonos asociados con la fertilización (Hidalgo, 2005). La información obtenida complementó los datos cuantitativos registrados durante el estudio, permitiendo realizar una interpretación integral del comportamiento del cultivo frente a los tratamientos evaluados (Arias, 2012).

3.4. Variables del estudio

3.4.1. Variable independiente

Tratamientos de fertilización con microorganismos eficientes autóctonos

Corresponde a los tratamientos aplicados al cultivo de plátano para evaluar el efecto de los microorganismos eficientes autóctonos asociados con la fertilización. Se establecieron tres tratamientos experimentales distribuidos en parcelas independientes:

- **T0:** Testigo, sin aplicación de microorganismos eficientes autóctonos ni fertilización adicional.
- **T1:** Aplicación de microorganismos eficientes autóctonos.
- **T2:** Aplicación de microorganismos eficientes autóctonos complementados con fertilización.

3.4.2. Variables dependientes

Las variables dependientes fueron las concentraciones foliares de los macronutrientes N, P, K, Ca, Mg y S, expresadas en porcentaje de materia seca, y de los micronutrientes Cu, B, Fe, Zn y Mn, expresadas en ppm. Estas concentraciones se determinaron mediante análisis de laboratorio en muestras foliares de T0, T1 y T2. Además, se calculó la diferencia porcentual de los macronutrientes entre cada tratamiento y el testigo mediante la fórmula:

3.5. Diseño de la Investigación

La investigación se enmarcó en un enfoque cuantitativo, de tipo experimental y de campo, debido a que se evaluó el efecto de los microorganismos eficientes autóctonos asociados

con la fertilización sobre el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.).

Se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA), conformado por tres tratamientos y 20 repeticiones por tratamiento, para un total de 60 plantas evaluadas. Cada planta constituyó una unidad experimental.

Tabla 3. *Esquema de ADEVA con un diseño completamente al azar con 4 repeticiones*

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	11
Genotipos	2
Error	9

3.5.1. Descripción de los tratamientos

La investigación estuvo conformada por tres tratamientos, distribuidos bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA). Cada tratamiento contó con cuatro repeticiones, y cada repetición estuvo integrada por cinco plantas de plátano, dando un total de 20 plantas por tratamiento y 60 plantas evaluadas en toda la investigación.

Tabla 4. *Tratamiento de estudio*

Tratamientos	Descripción	Repeticiones	Plantas	Total de plantas
T0	Testigo, sin aplicación de microorganismos eficientes autóctonos ni fertilización	4	5	20
T1	Aplicación de microorganismos eficientes autóctonos	4	5	20
T2	Aplicación de microorganismos eficientes autóctonos + fertilización (NPK 10-30-10)	4	5	20

3.6. Instrumentos de investigación

3.6.1. Procedimiento experimental

Las plantas fueron distribuidas bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA), conformado por tres tratamientos, cuatro repeticiones por tratamiento y cinco plantas por repetición. En total se establecieron 12 unidades experimentales. Antes de la aplicación de los tratamientos se realizó la limpieza del área, el deshierbe manual y la delimitación de las parcelas experimentales, manteniendo las condiciones naturales del cultivo.

3.6.2. Plan de fertilización

El estudio comparó el efecto de tres tratamientos en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.) un testigo sin aplicación, la aplicación de microorganismos eficientes autóctonos y la combinación de microorganismos eficientes autóctonos con fertilización. Los tratamientos fueron distribuidos bajo un Diseño Completamente al Azar, con cuatro repeticiones por tratamiento y cinco plantas por repetición.

En el tratamiento T0, las plantas se mantuvieron sin aplicación de microorganismos eficientes autóctonos ni fertilización adicional. En el tratamiento T1, se aplicaron microorganismos eficientes autóctonos. En el tratamiento T2, se aplicaron microorganismos eficientes autóctonos asociados con fertilización, con el propósito de evaluar su efecto sobre el crecimiento de las plantas y el contenido de nutrientes del suelo.

Tabla 5

Dosis de fertilizante y microorganismos eficientes autóctonos aplicadas en el tratamiento T2

Insumo	Dosis por planta	Dosis por hectárea (1.000 plantas)
Fertilizante NPK 10-30-10	25 g	25 kg/ha
Microorganismos eficientes autóctonos	25 mL	25 L/ha

Nota. Las dosis por hectárea se calcularon para una densidad de 1.000 plantas/ha. La solución se preparó en una bomba de 20 L con 5 kg de fertilizante y 5 L de microorganismos eficientes autóctonos.

3.6.3. Preparación de los microorganismos eficientes autóctonos

Los microorganismos eficientes autóctonos fueron obtenidos a partir de materiales orgánicos presentes en el entorno de la finca, con el propósito de aprovechar microorganismos adaptados a las condiciones locales del agroecosistema. Posteriormente, fueron reproducidos en forma líquida para su aplicación en las plantas correspondientes a los tratamientos T1 y T2.

3.6.4. Aplicación de los tratamientos

La aplicación de los tratamientos se realizó de manera uniforme en cada unidad experimental, respetando la distribución establecida en el diseño de investigación. Las plantas del tratamiento T0 permanecieron como testigo; las del tratamiento T1 recibieron microorganismos eficientes autóctonos, y las del tratamiento T2 recibieron microorganismos eficientes autóctonos más fertilización.

3.7. Análisis comparativo de los resultados

Los resultados de los análisis foliares se organizaron según los tratamientos T0, T1 y

T2, separando los macronutrientes de los micronutrientes. Para establecer el efecto de la aplicación de microorganismos eficientes autóctonos, solos o combinados con fertilización, se compararon las concentraciones obtenidas en cada tratamiento con respecto al testigo.

La variación porcentual se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Variación porcentual} = \frac{\text{Valor del tratamiento} - \text{Valor del testigo}}{\text{Valor del tratamiento}} \times 100$$

Donde el valor del tratamiento corresponde al resultado obtenido en T1 o T2, mientras que el valor del testigo corresponde al resultado de T0. Un resultado positivo indica un incremento en la concentración del nutriente y un resultado negativo representa una disminución respecto al testigo.

3.8. Instrumentos y materiales utilizados

- Bomba de Fumigación
- Manómetro Mod
- Tubo Telescópico Carbón Mod
- Flexómetro (5 m)
- Cinta métrica flexible
- Calibrador Vernier
- Registros de campo y planillas de datos
- Solución fertilizante NPK 10-30-10
- Recipientes para preparación de soluciones
- Etiquetas y estacas para identificación de tratamientos
- Guantes, botas, marcadores, cronograma impreso

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se muestran los resultados del suelo y del análisis foliar de las plantas de plátano Barraganete tratadas con T0, T1 y T2, a partir de la caracterización química inicial del suelo. Los datos fueron tabulados tomando en cuenta la concentración de macronutrientes y micronutrientes, y el cambio porcentual de los tratamientos con microorganismos eficientes nativos con relación al testigo.

4.1. Caracterización química inicial del suelo

El análisis químico de la muestra de suelo indicó un pH de 5,63, que corresponde a una condición de acidez leve. La conductividad eléctrica fue de 0,09 dS/m, considerándose el suelo como no salino. La materia orgánica fue alta, con un valor de 5,80 %, siendo esto una condición favorable para la actividad biológica del suelo. En cuanto a los macronutrientes, el nitrógeno amoniacal se encontró a 38,04 ppm, nivel medio; el fósforo a 24,65 ppm, nivel alto; y el azufre a 7,36 ppm, grado medio. El potasio fue alto con 0,80 meq/100 g, el calcio fue alto con 8,00 meq/100 g y el magnesio fue moderado con 1,54 meq/100 g. En cuanto a micronutrientes, el hierro fue alto, con 191,70 ppm, y el zinc fue alto con 12,40 ppm. En cambio, serían bajos el manganeso contentivo de 2,10 ppm y el boro con 0,13 ppm (Tabla 5).

Tabla 6. Caracterización química inicial del suelo del área experimental

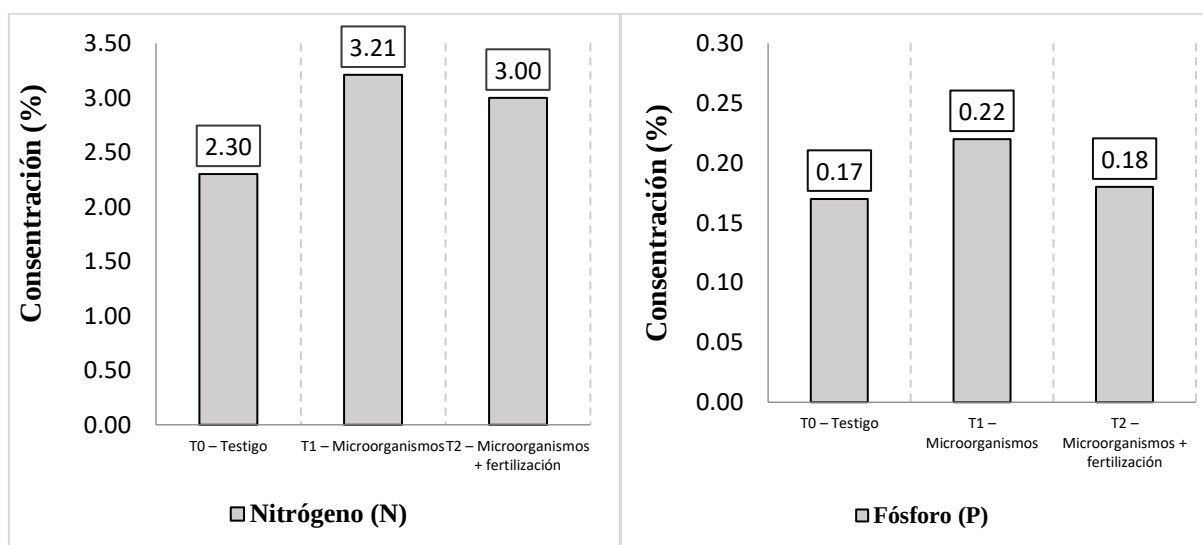
Parámetro	Resultado	Unidad	Interpretación
pH	5,63	—	Medianamente ácido
Conductividad eléctrica	0,09	dS/m	No salino
Materia orgánica	5,8	%	Alta
Nitrógeno amoniacal (NH ₄)	38,04	ppm	Medio
Fósforo (P)	24,65	ppm	Alto
Azufre (S)	7,36	ppm	Medio
Potasio (K)	0,8	meq/100 g	Alto
Calcio (Ca)	8	meq/100 g	Alto
Magnesio (Mg)	1,54	meq/100 g	Medio
Cobre (Cu)	1,3	ppm	Medio
Boro (B)	0,13	ppm	Bajo
Hierro (Fe)	191,7	ppm	Alto
Zinc (Zn)	12,4	ppm	Alto
Manganeso (Mn)	2,1	ppm	Bajo
Aluminio intercambiable	0	meq/100 g	No detectado
Suma de bases	10,34	meq/100 g	Media

4.2. Concentración foliar de Macronutrientes en plantas de plátano Barraganete

Se observaron diferencias en la concentración foliar de nitrógeno según los tratamientos (Tabla 2). El tratamiento T1 (microorganismos eficientes autóctonos) tuvo el mayor valor con 3,21 %, seguido de T2 (microorganismos eficientes autóctonos + fertilización) con 3,00 %. El tratamiento testigo T0 tuvo la concentración más baja con 2,30 %. T1 tuvo un aumento del 39,57 % respecto al testigo, mientras que T2 tuvo un aumento del 30,43 %. Estos resultados muestran que el tratamiento con microorganismos eficientes autóctonos se relacionó con una mayor concentración de nitrógeno en hoja en las plantas de plátano (Figura 7).

El mayor contenido foliar de fósforo se obtuvo también para el tratamiento T1 con 0.22 %, seguido por T2 con 0.18 % y T0 con 0.17 %. Con respecto al control, T1 mostró una mejora del 29,41%, y T2 una mejora del 5,88%. El patrón que se observa sugiere que el uso único de microorganismos eficientes autóctonos a un nivel numérico más completamente concentrado de fósforo en la hoja en comparación con el tratamiento testigo y la combinación de microorganismos y fertilización (Figura 7).

Figura 7. Concentración foliar de nitrógeno y fósforo en plantas de plátano Barraganete sometidas a la aplicación de microorganismos eficientes autóctonos y fertilización



La concentración foliar en potasio mostró el valor más alto en T1 (aplicación de microorganismos eficientes autóctonos) con 4,03 %. A este tratamiento le siguió T2 (microorganismos más fertilización) con 3,76 % y el testigo T0 tuvo 3,68 %. T1 fue el mayor con un aumento de 9,51 % en comparación con testigo, mientras que T224 · fue el mayor con un aumento de 2,17 %. Esto muestra que la mera aplicación de microorganismos eficientes autóctonos, logró una mayor concentración foliar de potasio (Figura 8).

Para el calcio, T1 también registró la mayor concentración con 1,14 %, seguido de T2

con 1,00 % y T0 con 0,94 %. En relación con el testigo, la concentración de calcio lo invirtió un 21,28 % en T1 y el 6,38 % en T2. Por ello, la inoculación con microorganismos eficientes autóctonos generó la mejor respuesta tanto para los macronutriente como para los micronutrientes (Figura 8).

Figura 8 Concentración foliar de potasio y calcio en plantas de plátano Barraganete sometidas a la aplicación de microorganismos eficientes autóctonos y fertilización

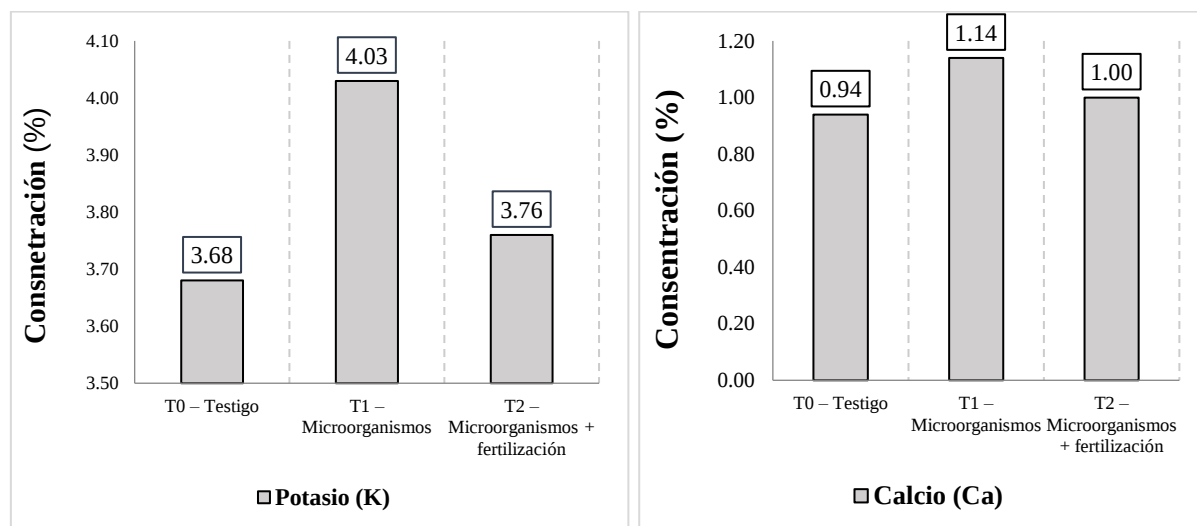
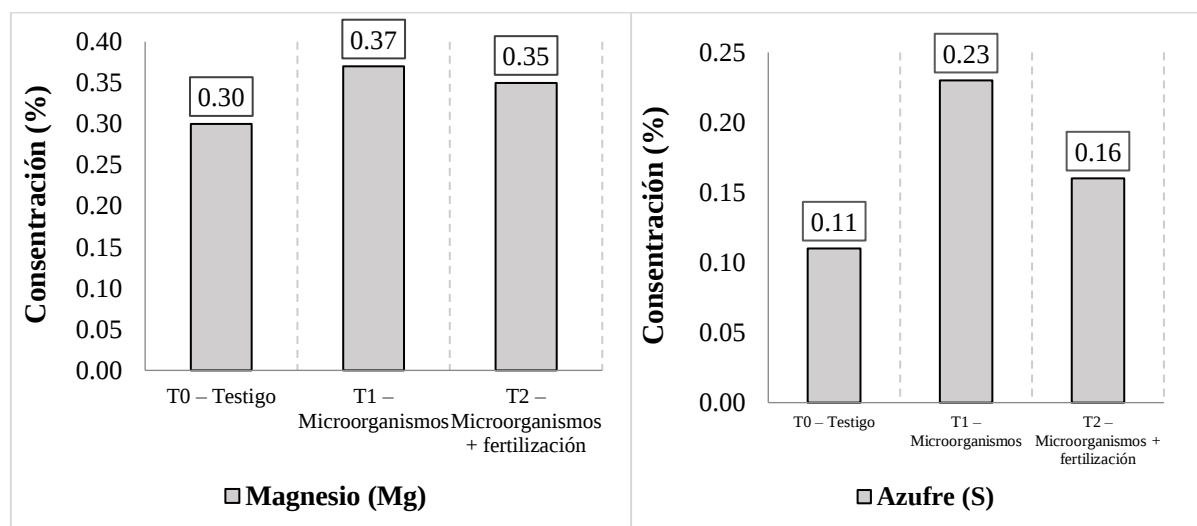


Figura 9 Concentración foliar de magnesio y azufre en plantas de plátano Barraganete sometidas a la aplicación de microorganismos eficientes autóctonos y fertilización

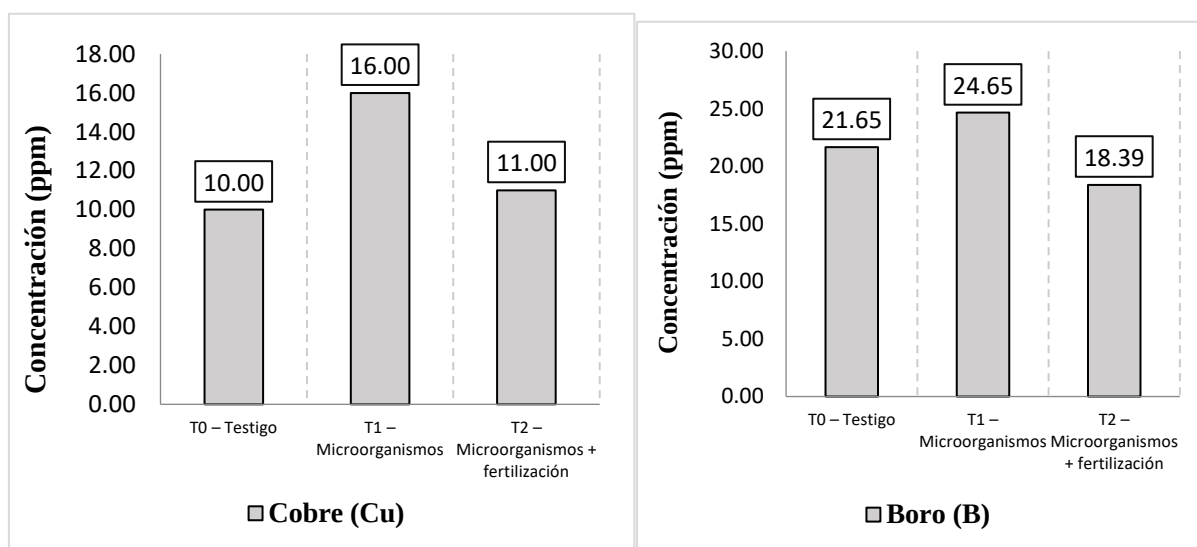


La concentración foliar de Mg fue la más alta en el tratamiento T1 (microorganismos eficientes autóctonos) con un 0,37 %. El tratamiento T2 (microorganismos + fertilizante) tuvo un 0,35 %, seguido del testigo T0 que obtuvo el valor más bajo, un 0,30 %. Con respecto al testigo, T1 registró un aumento del 23,33 % y T2 del 16,67 %. Estos resultados sugieren que ambos tratamientos se asociaron a una mayor concentración foliar de Mg, sin embargo, la mayor respuesta fue con la aplicación única de microorganismos (Figura 9).

En relación al azufre, la concentración foliar más elevada se obtuvo en T1 con el 0,23 %, seguida por T2 con el 0,16 % y T0 con 0,11 %. T1 incrementó en 109,09 % y T2 en 45,45 % con relación al testigo. El azufre reaccionó más intensamente que el magnesio, ya que la concentración determinada en T1 es más del doble de la concentración hallada en el testigo (Figura 9).

4.3. Concentración foliar de micronutrientes en plantas de plátano Barraganete

Figura 10 Concentración foliar de cobre y boro en plantas de plátano Barraganete sometidas a la aplicación de microorganismos eficientes autóctonos y fertilización



La concentración de cobre en hoja fue significativamente mayor en el tratamiento T1 (microorganismos eficientes autóctonos) con 16,00 ppm. Con 11,00 ppm fue el tratamiento T2, microorganismos más fertilización y el menor valor lo obtuvo el testigo T0 con 10,00 ppm. Comparado con el testigo, T1 fue superior en 60,00 %, mientras que T2 lo hizo en un 10,00 %. Esto implica que el uso exclusivo de microorganismos eficientes autóctonos resultó en la mayor concentración foliar de cobre (Figura 10).

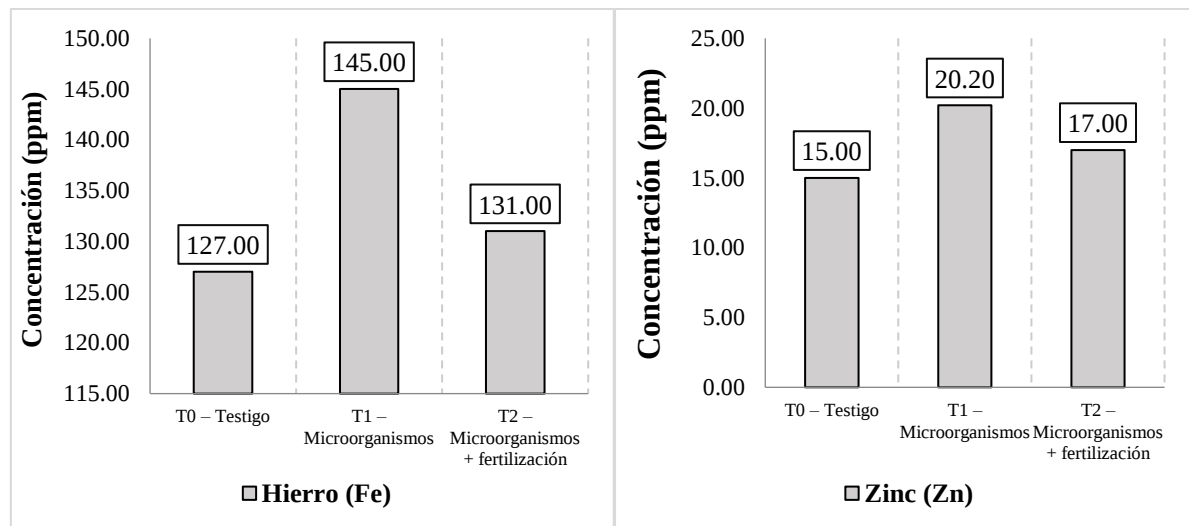
Para el boro, nuevamente el tratamiento T1 tuvo la mayor concentración con 24.65 ppm, y el testigo T0 tuvo 21.65 ppm. El tratamiento T2 fue el valor mínimo, con 18,39 ppm. Sobre el control, T1 se incrementó en 13,86 %, mientras que T2 descendió en un 15,06 %. (Figura 10).

La concentración de hierro en hoja mostró el mayor valor en el tratamiento T1, con la aplicación de microorganismos eficientes autóctonos con 145,00 ppm. 131.00 ppm, mientras que el tratamiento de control T0 tuvo 127,00 ppm. En comparación con el control, T1 mostró un 50 incremento de 14.17 %, y T2 tuvo un aumento del 3.15 %. Estos resultados indican un

mayor contenido de hierro en las hojas de las plantas tratadas sólo con microorganismos eficientes autóctonos (Figura 11).

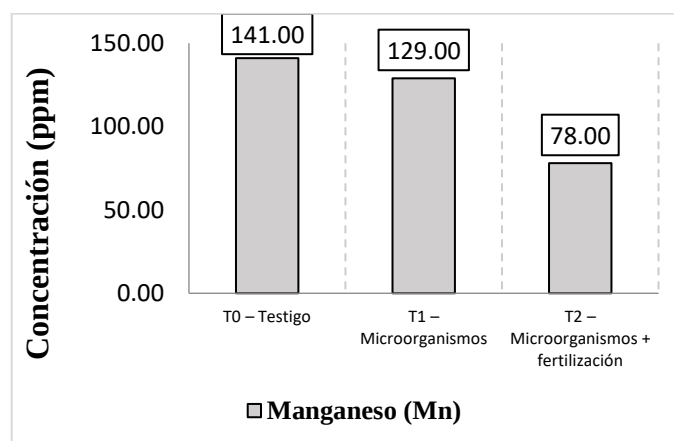
Para el zinc, la concentración más elevada en hoja también se alcanzó con el tratamiento T1 (20,20 ppm), seguida de T2 (17,00 ppm) y T0 (15,00 ppm). Respecto a la testigo, T1 mostraron la mayor mejoría de un 34,67%, seguida de T2 con un 13,33%. (Figura 11).

Figura 11. Concentración foliar de hierro y zinc en plantas de plátano Barraganete sometidas a la aplicación de microorganismos eficientes autóctonos y fertilización



La mayor concentración de manganeso en hojas se obtuvo con el testigo T0, 141,00 ppm, seguido del T1, aplicación de microorganismos eficientes autóctonos, con 129,00 ppm. El tratamiento T2, microorganismos eficientes autóctonos más fertilizante, resultó en la menor concentración, 78,00 ppm. En contraste con el testigo, T1 evidenció un descenso del 8,51 % y T2 de un 44,68 % (Figura 12).

Figura 12. Concentración foliar de manganeso en plantas de plátano Barraganete sometidas a la aplicación de microorganismos eficientes autóctonos y fertilización



4.4. Variación porcentual de los nutrientes foliares

Tabla 7. Concentración foliar y diferencia porcentual de macronutrientes en plantas de plátano Barraganete sometidas a los tratamientos T0, T1 y T2.

Macronutriente	T0	T1	T1 frente a T0	T2	T2 frente a T0
Nitrógeno (N)	2,3	3,21	28,35%	3	23,33%
Fósforo (P)	0,17	0,22	22,73%	0,18	5,56%
Potasio (K)	3,68	4,03	8,68%	3,76	2,13%
Calcio (Ca)	0,94	1,14	17,54%	1	6,00%
Magnesio (Mg)	0,3	0,37	18,92%	0,35	14,29%
Azufre (S)	0,11	0,23	52,17%	0,16	31,25%

Los resultados mostraron que el tratamiento T1, correspondiente a la aplicación de microorganismos eficientes autóctonos, presentó las mayores concentraciones foliares en los seis macronutrientes evaluados. El tratamiento T2, compuesto por microorganismos más fertilizante, ocupó una posición intermedia, mientras que el testigo T0 registró los valores más bajos.

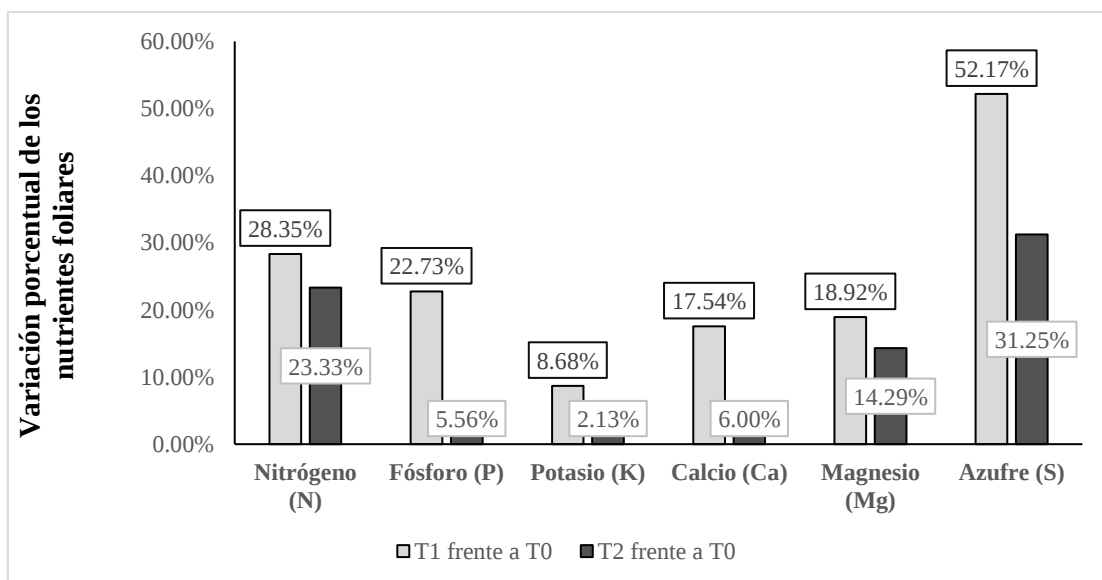
En nitrógeno, T1 alcanzó 3,21 %, T2 obtuvo 3,00 % y T0 presentó 2,30 %. Las diferencias porcentuales fueron de 28,35 % para T1 y 23,33 % para T2. Este comportamiento indica que la aplicación individual de microorganismos estuvo asociada con una mayor concentración foliar de nitrógeno.

Para el fósforo, las concentraciones fueron de 0,22 % en T1, 0,18 % en T2 y 0,17 % en T0, con diferencias de 22,73 % y 5,56 %, respectivamente. En potasio se observó una variación menor: T1 alcanzó 4,03 %, T2 registró 3,76 % y T0 obtuvo 3,68 %. Las diferencias porcentuales fueron de 8,68 % para T1 y 2,13 % para T2.

El calcio presentó concentraciones de 1,14 % en T1, 1,00 % en T2 y 0,94 % en T0, equivalentes a diferencias de 17,54 % y 6,00 %. En magnesio, T1 alcanzó 0,37 %, T2 obtuvo 0,35 % y T0 registró 0,30 %, con diferencias de 18,92 % y 14,29 %, respectivamente.

El azufre mostró la respuesta porcentual más elevada. T1 registró una concentración de 0,23 %, T2 alcanzó 0,16 % y T0 presentó 0,11 %. Las diferencias fueron de 52,17 % para T1 y 31,25 % para T2. En términos descriptivos, T1 presentó el comportamiento nutricional más favorable, pues superó a T0 y T2 en todos los macronutrientes.

Figura 13. Concentración foliar y diferencia porcentual de macronutrientes



Cedeño et al. (2022) revelaron que la disponibilidad de nutrientes y el crecimiento del banano en suelos ácidos están fuertemente influenciados por la materia orgánica y la actividad microbiana. El suelo utilizado en este estudio tenía un pH de 5.63, elevada materia orgánica (5,80 %) y no contenía aluminio intercambiable, condiciones que favorecen la actividad biológica. Sin embargo, los bajos contenidos de boro y manganeso mostraron deficiencias específicas que pueden ser tomadas en cuenta al analizar la composición foliar (Cedeño-Zambrano et al., 2021).

Los niveles elevados de fósforo, potasio, calcio, hierro y zinc son indicativos de que el suelo contenía inicialmente varios nutrientes esenciales. Sin embargo, la alta concentración en el suelo no implica necesariamente una cantidad absorbida por la planta en la misma proporción, ya que la absorción depende de su forma química, de la humedad, del desarrollo radicular y de las interacciones con otros nutrientes (Avellán-Vásquez et al., 2020).

En banano la fertilización orgánica dispone de elementos minerales porque es aprovechada la absorción, por cambios en la actividad microbiana y en las propiedades químicas del suelo. Toapanta et al. (2002) reportaron que la inoculación de plantas de banano con rizobacterias promotoras del crecimiento de las plantas incrementó la acumulación de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio aun cuando la nutrición nitrogenada fue limitada. Este antecedente coincide con la respuesta obtenida en T1, tratamiento que alcanzó las máximas concentraciones foliares para todos los macronutrientes evaluados.

Souza et al. (2016) también reportaron una mayor acumulación de varios micronutrientes al inocular plantas de banano con las bacterias promotoras del crecimiento. Li et al. (2021) concluyeron que la respuesta del banano a los biofertilizantes varía con el insumo y la dosis aplicada, y está influenciada por las características del suelo. En este trabajo T1

obtuvo el valor más alto en 10 de 11 nutrientes y T2 incrementó varios elementos con respecto al testigo, aunque no superó a T1. Esto evidencia que la inclusión de fertilización mineral no llevó a una concentración foliar más elevada.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

El suelo del área experimental presentó una condición medianamente ácida, con pH de 5,63, ausencia de salinidad y alto contenido de materia orgánica. La disponibilidad de fósforo, potasio, calcio, hierro y zinc fue favorable; sin embargo, los niveles bajos de boro y manganeso constituyeron las principales limitaciones químicas iniciales del suelo.

Los análisis foliares permitieron determinar diferencias numéricas en la acumulación de macro y micronutrientes entre los tratamientos. T1 alcanzó las mayores concentraciones de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, B, Fe y Zn, mientras que T0 presentó el valor más alto de manganeso.

La aplicación exclusiva de microorganismos eficientes autóctonos produjo una respuesta nutricional foliar más favorable que el tratamiento testigo y que la combinación de microorganismos con fertilización mineral. T2 mejoró varios nutrientes respecto a T0, pero no superó a T1 en ninguno de los elementos evaluados.

T1 presentó incrementos positivos en diez de los once nutrientes, destacándose el azufre con 109,09 %, cobre con 60,00 %, nitrógeno con 39,57 % y zinc con 34,67 %. El manganeso disminuyó 8,51 % en T1 y 44,68 % en T2, lo que evidencia una respuesta diferenciada de este elemento frente a los tratamientos.

El tratamiento T1 fue el de mejor comportamiento nutricional, al registrar la mayor concentración foliar en diez de los once nutrientes analizados. En consecuencia, bajo las condiciones del estudio, la aplicación de microorganismos eficientes autóctonos sin fertilización mineral adicional constituyó la alternativa con mayor respuesta nutricional en las plantas de plátano Barraganete.

Recomendaciones

1. Validar el tratamiento T1 en nuevos ciclos de cultivo, debido a que presentó la mayor concentración foliar en diez de los once nutrientes evaluados.
2. Realizar análisis de suelo y tejido foliar por cada repetición experimental, para comprobar estadísticamente el efecto de los tratamientos.
3. Ajustar la dosis y frecuencia de fertilización del tratamiento T2, ya que su respuesta nutricional fue inferior a la obtenida con la aplicación exclusiva de microorganismos.
4. Vigilar los contenidos de boro y manganeso mediante análisis periódicos, debido a sus bajos niveles en el suelo y a la disminución foliar observada.
5. Incorporar variables productivas, como peso del racimo y rendimiento por hectárea, para determinar si la mejor condición nutricional se traduce en una mayor productividad del plátano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altieri, M. Á., & Nicholls, C. I. (2023). Agroecología, policrisis global y transformación de sistemas alimentarios. *Magna Scientia UCEVA*, 3(1), 125-131.
- 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, F. (2012). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica* (6ta ed.). Fideas G.
- Arias, J. L., & Covinos Gallardo, M. (2021). Diseño y metodología de la investigación. *Enfoques Consulting EIRL*, 1(1), 66-78.
- Avellán-Vásquez, L., Cobeña-Loor, N., Estévez-Chica, S., Zamora-Macías, P., Vivas-Cedeño, J., González-Ramírez, I., & Sánchez-Urdaneta, A. B. (2020). Exportación y eficiencia del uso de fósforo en plátano ‘barraganete’(Musa paradisiaca L.). *Revista fitotecnica mexicana*, 43(1), 25-33.
- Averos, G. A. (2022). *Influencia de microorganismos eficientes en la producción del cultivo de banano (Musa AAA) en el Ecuador* [Tesis de Grado]. Universidad Técnica De Babahoyo.
- Bonfim, J., & Bonfim, J. A. (2007). Determinação da densidade de esporos de fungos micorrízicos arbusculares em cafeeiros cultivados em sistema agrofloretal e a pleno sol, no município de Vitória da Conquista, Bahia. *Cadernos de Agroecologia [Volumes 1 (2006) a 12 (2017)]*, 2(2).
- Buitrón, J. L., & Morillo, E. (2017). Estandarización de un método de detección molecular del Cucumber mosaic virus (CMV) en banano ecuatoriano. 18(1), 113-124.
- Camacho, J. A., Pineda, D. C. R., Díaz, F. Y., LLacza, M. M., Yarasca, I. M., & Molina, M. A. B. (2019). *Elaboración de un biofertilizante a partir de microorganismos eficientes autóctonos en Perú*. 80(2), 515-522.
- Campo, A., Acosta, R., Morales, S., & Prado, F. A. (2014). Evaluación de microorganismos de montaña (mm) en la producción de acelga en la meseta de Popayán. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, 12(1), 79-87.
- Carvajal-García, M., Zuluaga-Arango, P., Ocampo-López, O. L., & Duque-Gómez, D. (2019). Las exportaciones de plátano como una estrategia de desarrollo rural en Colombia. *Apuntes del CENES*, 38(68), 113-148.
- Cedeño, J. R. C., Párraga, J. V. G., Cobeña, C. M. S., Jiménez-Flores, L. A. J., Cortazar, S. M. U., López-Mejía, F. X., Vásquez, L. E. A., Bravo, B. Y. B., & Urdaneta, A. B. S. (2022). Fertilización con magnesio en plátano ‘Barraganete’(Musa AAB) Ecuador. *La Granja*,

- Cedeño, J. S. V., Troya, E. T. T., & Dávila, P. R. G. (2023). Fertilización con magnesio en la morfología, producción y eficiencia de nutriente del plátano barraganete. *RECIAMUC*, 7(3), 111-120.
- Cedeño-García, G., Guzmán Cedeño, Á., Zambrano Lucero, H., Vera Macías, L., Valdivieso López, C., & López Álava, G. (2020). Efecto de la densidad de siembra y riego complementario en la morfo-fenología, rendimiento, rentabilidad y eficiencia de la fertilización del plátano. *Scientia Agropecuaria*, 11(4), 483-492.
- Cedeño-Zambrano, J. R., Díaz-Barrios, E. J., de Jesús Conde-López, E., Cervantes-Álava, A. R., Avellán-Vásquez, L. E., Tobar-Galvéz, J. P., Estévez-Chica, S. T., & Sánchez-Urdaneta, A. B. (2021). Evaluación de la severidad de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en plátano “Barraganete” bajo fertilización con magnesio. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería, Universidad del Zulia*, 44(1).
- 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. (2022a). 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>
- 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. (2022b). 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>
- Ceiro-Catasú, W. G., Gaibor Fernández, R. R., Vargas Gálvez, C. A., Botello Guevara, H., Bonilla Landaverry, G., & Sosa Sánchez, O. (2023). Microorganismos autóctonos como alternativa para la biofertilización de Glycine max (L.) Merrill. *Agronomía Mesoamericana*, 34(2).
- Chang, E.-H., Chung, R.-S., & Tsai, Y.-H. (2007). Effect of different application rates of organic fertilizer on soil enzyme activity and microbial population. *Soil Science and*

Plant Nutrition, 53(2), 132-140.

- Chuchuca, C. J. (2019). *Control de hongos asociados a la pudrición de corona en los frutos de banano con extractos etanólicos de aloe vera* [Universidad Técnica de Machala]. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/13831>
- Corona-Lisboa, J. (2016). Apuntes sobre métodos de investigación. *MediSur*, 14(1), 81-83.
- Crespo Ávila, J. A., Suquilanda Valdivieso, M. B., Carranza Cárdenas, C. C., Arellano Ibarra, K. V., & Vera Benites, L. F. (2025). Caracterización morfológica y optimización de bio-insumo a base de microorganismos eficientes. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 29(126), 89-99.
- Deaza, P. A. C., Velásquez, Y. K. P., & Rodríguez, O. E. (2020). El plátano y el banano origen e influencia desde 1520 en el territorio llamado Colombia. *Gastronomía*.
- Delgado, J. J. (2022). *Promotores de crecimiento radical en el cultivo de plátano (musa aab cv.) 'barraganete' en fase de vivero*. [Tesis de Grado, Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabi]. <https://repositorio.ulead.edu.ec/handle/123456789/5170>
- Demir, H., Saka, A. K., Uçan, U., Akgün, İ. H., & Yalçı, H. K. (2024). Impact of effective micro-organisms (EM) on the yield, growth and bio-chemical properties of lettuce when applied to soil and leaves. *BMC Plant Biology*, 24(1), 1189.
- Espinoza, C., Morales, P., Perez, B., Huaca, A., Céspedes, A., & Chanqueo, L. (2022). *Streptomyces griseus*. *Revista chilena de infectología*, 39(6), 751-752.
- Espinoza, J. L., & Mosquera, M. G. (2016). *Análisis de la inspección de calidad en banano y su impacto en el comercio internacional caso de estudio Felvenza S.A.* [Thesis]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/10555>
- Franco, D. (2021). *Caracterización y evaluación de probióticos de microorganismos de montaña reproducidos artesanalmente en Aguascalientes* [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Aguascaliente]. <http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/handle/11317/2140>
- Furcal-Beriguete, P., & Barquero-Badilla, A. (2013). Respuesta del plátano a la fertilización con P, K y S durante el primer ciclo productivo. *Agronomía Mesoamericana*, 24(2), 317-327.
- Galecio-Julca, M., León-Huamán, K. L., & Aguilar-Ancota, R. (2020). Efecto de fuentes orgánicas y microorganismos eficientes en el rendimiento del cultivo de banano orgánico (Musa spp. L.). *Manglar*, 17(4), 301-306.
- Gámez-Zamora, L. A. (2016). *Efectos de los microorganismos eficientes autóctonos (MEA) EN LA producción de vermicompostaje* [Tesis de Grado, Universidad Tecnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/cc9ed138-95eb-XXXXVII>

- González-Cruz, A. R., Cardoso-Águila, C., & Casanovas-Cosío, E. (2025). Efecto de Microorganismos Eficientes (ME-50) sobre el cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.). *Revista UGC*, 3(2), 16-23.
- González-Rodríguez, G., Preciado-Rangel, P., Lizárraga-Bernal, C. G., & Espinosa-Palomeque, B. (2023). Análisis bibliométrico de la literatura científica sobre el abono orgánico Bokashi: Alternativa en la agricultura sostenible. *Biotecnia*, 25(2), 181-193.
- Google Maps. (2025). 0°15'35.0"N 79°25'35.0"W. https://www.google.com.ec/maps/@-0.2621007,-79.443577,2416m/data=!3m1!1e3?entry=tту&g_ep=EgoyMDI1MDUyNi4wIKXMDS oASAFQAw%3D%3D
- Guerrero, Z. (2016). *Características morfológicas de cultivares de musáceas establecidos en la finca Experimental* [Tesis de Grado]. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Guzmán-Piedrahita, Ó. A., Castaño-Zapata, J., & Villegas-Estrada, B. (2012). Efectividad de la sanidad de cormos de plátano Dominico Hartón (*Musa AAB Simmonds*), sobre nematodos fitoparásitos y rendimiento del cultivo. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 36(138), 45-55.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (España, Vol. 6). México: McGraw-Hill México.
- Hidalgo, I. V. (2005). Tipos de estudio y métodos de investigación. *Recuperado el Noviembre de*, 20(1).
- Higuera, C., Romero, R., López, R., & Breyda, G. (2018). Cultivo de Microorganismos Eficientes (EM) como alternativa agroecológica para los productores y huertos escolares del Municipio Rangel del Estado Mérida. *Fermentum*, (83), 715-725.
- Hsu, S.-H., Shen, M.-W., Chen, J.-C., Lur, H.-S., & Liu, C.-T. (2021). The photosynthetic bacterium *Rhodospseudomonas palustris* strain PS3 exerts plant growth-promoting effects by stimulating nitrogen uptake and elevating auxin levels in expanding leaves. *Frontiers in plant science*, 12, 573634.
- INAMHI. (2022, abril 16). *Anuario meteorológico*. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. http://www.serviciometeorologico.gob.ec/docum_institucion/anuarios/meteorologicos/Am_2013.pdf.
- Kiran, S. (2019). Effects of vermicompost on some morphological, physiological and biochemical parameters of lettuce (*Lactuca sativa* var. Crispa) under drought stress. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 47(2), 352-358.

- Kumar, J., Reddy, S., & Suguna, T. (2020). Role of Plankton in Aquaculture. *Revista International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(9), 2848-2851.
- León, D. J. (2020). *Análisis de la información científica de Microorganismos eficientes de montaña para potenciar la Diversidad Biológica de los Suelos Agrícolas*. [Tesis de Grado, Universidad Técnica del Cotopaxi]. <https://repositorio.utc.edu.ec/items/eab2b195-897c-4ac9-8daf-a17fce9ad181>
- Li, M., Ning, P., Sun, Y., Luo, J., & Yang, J. (2022). Characteristics and application of *Rhodopseudomonas palustris* as a microbial cell factory. *Frontiers in bioengineering and biotechnology*, 10, 897003.
- Lira Saldivar, R. H., Méndez Argüello, B., Santos Villarreal, G. D. los, & Vera Reyes, I. (2018). Potencial de la nanotecnología en la agricultura. *Acta universitaria*, 28(2), 9-24.
- Marcelino, L., González, V., & Ríos, D. (2012). Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. Departamento de Ediciones y Publicaciones. Panamá, 2010. *Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá*, 1-48.
- Mera, J. A. (2022). *Programa de fertilización de los pastos Saboya (Megathyrsus maximus), Brachiaria (Brachiaria brizantha) y Maralfalfa (Pennisetum sp)*. [Tesis de Grado, Universidad Técnica De Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8594>
- Merchán, M. C., & Ochoa, J. L. (2016). *Análisis de las características organolépticas del banano tipo cavendish para su aplicación en la repostería y pastelería de autor* [bachelorThesis, Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/26293>
- Meza, J. A. (2023). *Hongos micorrizicos arbusculares (hma) en la productividad del cultivo de plátano (musa ABB)*. [Tesis de grado, Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí]. <https://repositorio.ulead.edu.ec/handle/123456789/4652>
- Mora-González, A. F., Naranjo-Morán, J. A., Albiño-Quitiaquez, A., Flores-Cedeño, J. A., Oviedo-Anchundia, R., Galarza-Romero, L., Vera-Oyague, M., Painii-Montero, V., & Barcos-Arias, M. S. (2021). Optimization in the acclimatization of banana micro propagated seedlings (*Musa sp.*) using three organic inputs. *Bionatura*, 6(1), 1452-1461. Scopus. <https://doi.org/10.21931/RB/2021.06.01.3>
- O'Callaghan, M., Ballard, R. A., & Wright, D. (2022). Soil microbial inoculants for sustainable agriculture: Limitations and opportunities. *Soil Use and Management*, 38(3), 1340-1369.
- Orbe, J. A. (2017). *Evaluación de la eficiencia de Microorganismos de Montaña (MM) en la Finca Agroecológica Zamorano* [Tesis de Grado]. Escuela Agrícola panamericana «Zamorano».

- Ponce-Hidalgo, E. C. (2025). *Incorporación de implementos para la reproducción de microorganismos eficientes autóctonos, de forma sólida*. [Tesis Grado]. Univercidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.
- Prinsen, P. (2010). *Composición química de diversos materiales lignocelulósicos de interés industrial y análisis estructural de sus ligninas* [Tesis Maestria, Universidad de Sevilla]. <https://digital.csic.es/handle/10261/66265>
- Quispe, Y. C., & Chávez, C. M. F. (2017). Evaluación del efecto que tienen los microorganismos eficientes (EM), en el cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus* L.), municipio de Achocalla: Yoselin Callisaya Quispe, Celia María Fernández Chávez. *Apthapi*, 3(3), 652-666. <https://doi.org/10.53287/cwpu3794jc40j>
- Ramos Agüero, D., Terry Alfonso, E., Soto Carreño, F., Cabrera Rodríguez, A., Martín Alonso, G. M., & Fernández Chuaerey, L. (2016). Respuesta del cultivo del plátano a diferentes proporciones de suelo y Bocashi, complementadas con fertilizante mineral en etapa de vivero. *Cultivos Tropicales*, 37(2), 165-174.
- Rodríguez, M. (2019). *Influencia de la altura de corte del pseudotallo y niveles de nitrógeno en la inducción de hijuelos de platano (Musa paradisiaca) CV. "bellaco plantano" en Tingo María* [Tesis, Universidad Nacional Agraria de la Selva] [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/1703/TS_MRP_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rosset, P. M., Barbosa, L. P., Val, V., & McCune, N. (2022). Critical Latin American agroecology as a regionalism from below. *Globalizations*, 19(4), 635-652.
- Sepúlveda, W. S., Ureta, I., Hernández, G. A., & Solorzano, G. K. (2017). Consumo de plátano en Ecuador: Hábitos de compra y disponibilidad a pagar de los consumidores. *Revista Em Agronegocio e Meio Ambiente*, 10(4), 995-1014.
- Singh, Y. (2023). *A Textbook of Fungi, Bacteria and Viruses*. Academic Guru Publishing House.
- Soto Sogamoso, J. E., Pinto Lopera, J. E., Millán Rojas, E. E., Soto Sogamoso, J. E., Pinto Lopera, J. E., & Millán Rojas, E. E. (2022). Micorrizas arbusculares y las técnicas de visión artificial para su identificación. *TecnoLógicas*, 25(54). <https://doi.org/10.22430/22565337.2348>
- Souza, R. de, Ambrosini, A., & Passaglia, L. M. (2015). Plant growth-promoting bacteria as inoculants in agricultural soils. *Genetics and molecular biology*, 38, 401-419.
- Suquilanda, M. (2003). Abonos verdes: Alternativa ecológica. Cultivos Controlados. *Revista Agropecuaria Internacional.(Ecuador) Ed. Flor y Flor*, 137.

- Tanya-Morocho, M., & Leiva-Mora, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro agrícola*, 46(2), 93-103.
- Tittonell, P. (2023). Why agroecology, why systems, why now? En *A systems approach to agroecology* (pp. 3-41). Springer.
- Toalombo, R. M. (2012). *Evaluación de microorganismos eficientes autóctonos aplicados en el cultivo de cebolla blanca (allium fistulosum)* [Univesdidad Técnica Ambato]. <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/2217>
- Toapanta, J., Mite, F., & Sotomayor, I. (2002). *Efecto de la fertilización y altas densidades de plantas sobre el rendimiento del cultivo de plátano en la zona de Quevedo*. VIII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. Portoviejo, Ecuador.
- Torres-Pérez, J. C., Aguilar Jiménez, C. E., Vázquez Solís, H., Solís López, M., Gómez Padilla, E., & Aguilar Jiménez, J. R. (2022). Evaluación del uso de microorganismos de montaña activados en el cultivo de rosas, Zinacantán, Chiapas, México. *Siembra*, 9(1).
- Triana, W. (2019). *Utilización de cuatro sustratos para la captura de microorganismos eficientes autóctonos de montaña en una zona protegida en la Parroquia Patricia Pilar año 2019* [Tesis de Grado, Universidad Técnica Estatal De Quevedo]. <file:///C:/Users/User/Desktop/T-UTEQ-0268.pdf>
- Valencia, D. T., Pretel, S. F. L., & Sinisterra, M. C. O. (2024). Deducciones subsiguientes al uso de microorganismos nativos eficientes en diferentes concentraciones para el cultivar de frijol calima (*Phaseolus vulgaris* L.) en zona rural de Buenaventura, valle Colombia. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(5), 13791-13812.
- Valencia Serna, R. A., Guzmán Piedrahita, Ó. A., Villegas Estrada, B., & Castaño Zapata, J. (2014). MANEJO INTEGRADO DE NEMATODOS FITOPARÁSITOS EN ALMÁCIGOS DE PLÁTANO DOMINICO HARTÓN (*Musa AAB SIMMONDS*). *Luna Azul*, (39), 165-185.
- Vargas, M. G., Higueta, C. G., & Muñoz, D. A. J. (2015). El estado del arte: Una metodología de investigación. *Revista Colombiana de Ciencias Sociales*, 6(2), 423-442.
- Vásconez-Montiel, G. C. (2025). *Importancia del uso de fertilizantes orgánicos e inorgánicos en el rendimiento y calidad del fruto jackfruit (Artocarpus heterophyllus)*. [Tesis de Grado, Universidad Tecnica de Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/17943>
- Villaseñor, D., Noblecilla-Romero, Y., Luna-Romero, E., Molero-Naveda, R., Barrezueta-Unda, S., Huarquilla-Henriquez, W., González-Porras, C., & Garzón-Montealegre, J. (2020). Respuesta óptima económica de la fertilización potásica sobre variables productivas del banano (*Musa* spp.). *Chilean journal of agricultural & animal sciences*,

36(2), 161-170.

ANEXOS

Anexo 1. Informe de laboratorio del análisis químico inicial del suelo del área experimental



RESULTADOS: ANÁLISIS DE SUELOS

Datos del cliente		Referencia	
Cliente:	Sr. MANUEL VERA	Número Muestra:	1053
Propiedad:	HACIENDA EL MIRADOR	Fecha de ingreso:	8/6/2026
Cultivo:	PLÁTANO BARRAGANETE	Impreso:	25/6/2026
Identificación	5 MESES	Fecha de Entrega:	27/6/2026

Identificación del lote:

Profundidad:

pH	C.E	M.O	NH4	P	S	K	Ca	Mg
En Agua	ds/m	%	ppm			meq/100 g		
5,63	0,09	5,80	38,04	24,65	7,36	0,80	8,00	1,54
Me.Ac.	N.S.	A	M	A	M	A	A	M

Na	Al+H	Al	Σ bases	TEXTURA (%)			Cu	B
meq/100g				Arena	Limo	Arcilla	ppm	
0,00	0,00	10,34					1,30	0,13
		M	CLASE TEXTURAL:				M	B

Fe	Zn	Mn	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K
ppm			R1	R2	R3
191,7	12,40	2,10	5,19	1,93	11,93
A	A	B	A	B	B

INTERPRETACIÓN

Textura	Elementos	pH	Conductividad eléctrica
Fco. = Franco	MB= Muy Bajo	M.Ac. = Muy Ácido	N.S.= No salino
Fco.Ar = Franco Arenoso	B = Bajo	Ac. = Ácido	L.S.= Ligeramente salino
Arc. = Arcilloso	M = Medio	Me.Ac.= Medianamente Ácido	S. = Salino
Ar. = Arenoso	A = Alto	L.Ac. = Ligeramente Acido	M.S.= Muy Salino
Li. = Limoso	O = Óptimo	P. N. = Practicamente Neutro	

Determinación	Metodología	Extractante
P, NH4 ⁺	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8,5
S	Turbidimetría	Fosfatos de Ca
B	Colorimetría	Monobásico
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
M.O.	Walkley y Black	No Aplica

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciometría	Suelo-Agua (1:2,5)
CE	Conductimetría	No Aplica
Textura	Modificado de Bouyoucos	No Aplica
Al	Volumetría	KCl 1N
Al + H		

Anexo 2. Informe de laboratorio del análisis foliar del tratamiento T0: testigo sin aplicación



RESULTADOS: ANÁLISIS FOLIAR

Datos del cliente			Referencia	
Cliente	Sr. MANUEL VERA		Numero de muestra:	7951
Propiedad:	HACIENDA EL MIRADOR		Fecha de Ingreso:	9/7/2026
Identificación:	TESTIGO (T0)		Fecha de impresión:	26/7/2026
Cultivo:	PLÁTANO BARRAGANETE		Fecha de Entrega:	28/7/2026
Edad	6 MESES		No. Laboratorio	Desde: 0 001 Hasta:

MATERIA SECA (%)						
VALORES	N	P	K	Ca	Mg	S
Tiene	2,30	0,17	3,68	0,94	0,30	0,11

ppm					
VALORES	Cu	B	Fe	Zn	Mn
Tiene	10,00	21,65	127,00	15,00	141,00

RELACIONES						BASES (%)
VALORES	N/k	N/P	Mg/k	Ca/B	(Ca+Mg)/k	(K+Ca+Mg)
Tiene	0,63	13,53	0,08	434,18	0,34	4,92

Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA
AGROLAB

Anexo 3. Informe de laboratorio del análisis foliar del tratamiento T1: aplicación de microorganismos eficientes autóctonos



RESULTADOS: ANÁLISIS FOLIAR

Datos del cliente			Referencia	
Cliente	Sr. MANUEL VERA		Numero de muestra:	7952
Propiedad:	HACIENDA EL MIRADOR		Fecha de Ingreso:	9/7/2026
Identificación:	TRATAMIENTO 1 (T1)		Fecha de impresión:	26/7/2026
Cultivo:	PLÁTANO BARRAGANETE		Fecha de Entrega:	28/7/2026
Edad	6 MESES		No. Laboratorio	Desde: 0 001 Hasta:

T1 APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS

MATERIA SECA (%)						
VALORES	N	P	K	Ca	Mg	S
Tiene	3,21	0,22	4,03	1,14	0,37	0,23

ppm					
VALORES	Cu	B	Fe	Zn	Mn
Tiene	16,00	24,65	145,00	20,20	129,00

RELACIONES						BASES (%)
VALORES	N/k	N/P	Mg/k	Ca/B	(Ca+Mg)/k	(K+Ca+Mg)
Tiene	0,8	14,59	0,09	462,47	0,37	5,54

Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA
AGROLAB

Anexo 4. Informe de laboratorio del análisis foliar del tratamiento T2: microorganismos eficientes autóctonos asociados con fertilización mineral



RESULTADOS: ANÁLISIS FOLIAR

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Sr. MANUEL VERA	Numero de muestra:	7953
Propiedad:	HACIENDA EL MIRADOR	Fecha de Ingreso:	9/7/2026
Identificación:	TRATAMIENTO 2 (T2)	Fecha de impresión:	26/7/2026
Cultivo:	PLÁTANO BARRAGANETE	Fecha de Entrega:	28/7/2026
Edad :	6 MESES	No. Laboratorio:	Desde: 0 001 Hasta:

T2 APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS + FERTILIZACIÓN

MATERIA SECA (%)						
VALORES	N	P	K	Ca	Mg	S
Tiene	3,00	0,18	3,76	1,00	0,35	0,16

ppm					
VALORES	Cu	B	Fe	Zn	Mn
Tiene	11,00	18,39	131,00	17,00	78,00

RELACIONES						BASES (%)
VALORES	N/k	N/P	Mg/k	Ca/B	(Ca+Mg)/k	(K+Ca+Mg)
	R4	R5	R2	R1	R3	SUMATORIA
Tiene	0,8	16,67	0,09	543,77	0,36	5,11


Dra. Luz Maria Martinez
LABORATORISTA
AGROLAB

Anexo 5. Toma de muestras para el análisis XLV



Anexo 6. Bomba para aplicar los tratamientos





compilatio Jessenia Cagua

ID : 52807bc8a26aa4dd2f5e834754afebf0883b240a

8%

Textos sospechosos

Nombre del fichero : compilatio jessenia Cagua.txt

Tamaño del archivo original : 2.11 MB

Número de palabras : 8737

Depositante : Jose Cedeño Zambrano

Fecha de depósito : 2 de agosto de 2026

Tipo de carga : interface

fecha de fin de análisis : 2 de agosto de 2026

Resumen (sección 1/2)

Localización de los textos sospechosos en el documento :



Incluido en el porcentaje de textos sospechosos :



Similitudes

6%

Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.



Detección de IA

8%

Textos estilísticamente próximos a un texto generado por una IA.

Este índice es un indicador y no una prueba. Comprueba con el autor si domina los conocimientos mencionados en el documento.



Idiomas no reconocidos

5%

Pasajes en los que parte del vocabulario utilizado no forma parte del diccionario de la lengua.

Puede tratarse de un intento del autor de modificar el texto para evitar ser detectado.



No incluido en el porcentaje de textos sospechosos :



Textos entre comillas

0%

Pasajes entre comillas, a menudo indicativos de una cita.

Rosely Gesteira

Fuentes de similitudes (sección 2/2)

Similitudes

6%

Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.



Fuente principal detectada

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones
1	 JAMA YOMELI #e774c7 Viene de de mi grupo	2%	  
2	 TESIS Adrián Zambrano antiplagio #c574a5 Viene de de mi grupo	2%	  
3	 Documento de otro usuario #7f6bd5 Viene de de otro grupo	1%	  
4	 Documento de otro usuario #031a8b Viene de de otro grupo	1%	  
5	 Tesis Cristiam Gonzalez Compilatium #49fc5b Viene de de mi grupo	1%	  
6	 Documento de otro usuario #1ebdda Viene de de otro grupo	<1%	  
7	 TESIS Emely Ponce 2026 - antiplagio #84f407 Viene de de mi grupo	<1%	  
8	 UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABI: Incorporación d... repositorio.uileam.edu.ec/handle/123456789/109377?mode=full	<1%	  
10	 tesis_Wendy_Ramirez #041902 Viene de de mi grupo	<1%	  
11	 (PDF) Memorias Científicas III Jornada Científica Internacional... www.academia.edu/102049090/Memorias_Cient%C3%ADficas_III_Jornad...	<1%	  

Handwritten signature