



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

**SISTEMA DE POSTGRADO UNIVERSIDAD AGRARIA DEL
ECUADOR**

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN SANIDAD VEGETAL

**PROYECTO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGISTER EN SANIDAD
VEGETAL**

**EVALUACIÓN DE DOS CONSORCIOS DE MICRORGANISMOS
EFICIENTES EN EL DESARROLLO DE PLANTAS DE
BANANO (*Musa acuminata*) YAGUACHI - GUAYAS**

AUTOR

ING. LUIS SAUL SAN MARTIN LARREA

DIRECTOR

ING. ARNALDO BARRETO MACIAS, MSC

GUAYAQUIL, ECUADOR

2024

SISTEMA DE POSTGRADO UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

CERTIFICACIÓN

El suscrito, Docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Director **CERTIFICO QUE:** he revisado el Trabajo de Titulación, denominada: **EVALUACIÓN DE DOS CONSORCIOS DE MICRORGANISMOS EFICIENTES EN EL DESARROLLO DE PLANTAS DE BANANO (*Musa acuminata*) YAGUACHI - GUAYAS**, el mismo que ha sido elaborado y presentado por el estudiante, **Ing. Luis Saul San Martin Larrea**; quien cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador para este tipo de estudios.

Atentamente

Ing. Arnaldo Barreto Macías, MSc.

Guayaquil, 29 de noviembre de 2024

UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

SISTEMA DE POSTGRADO

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN SANIDAD VEGETAL

TEMA

**EVALUACIÓN DE DOS CONSORCIOS DE MICROORGANISMOS EFICIENTES
EN EL DESARROLLO DE PLANTAS DE BANANO (*Musa acuminata*)
YAGUACHI - GUAYAS**

AUTOR

ING. LUIS SAUL SAN MARTIN LARREA

TRABAJO DE TITULACIÓN

**APROBADA Y PRESENTADA AL CONSEJO DE POSTGRADO
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

MAGISTER EN SANIDAD VEGETAL

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

**Ing. Tany Burgos Herrería, MSc.
PRESIDENTE**

**Ing. Víctor Iler Santos, MSc.
EXAMINADOR PRINCIPAL**

**Ing. Alexandra Navarrete Cornejo, MSc.
EXAMINADOR PRINCIPAL**

**Ing. Arnaldo Barreto Macías, MSc.
EXAMINADOR SUPLENTE**

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme dado la oportunidad de culminar un objetivo más y compartir este logro con mi familia, porque la mejor herencia que dejan los padres son los estudios.

A la Universidad Agraria del Ecuador por darme la oportunidad de ingresar, aprender e instruirme en esta noble institución.

“En todo tiempo ama el amigo, y es como un
hermano en tiempo de angustia”

La Biblia. Proverbio 17:17

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, mi esposa e hija, con su amor y paciencia me he podido lograr subir un escalón académica en la vida.

Dedico mi trabajo a futuras generaciones, que con esfuerzo y dedicación todo es posible, quienes buscan alternativas para el desarrollo y eficiencia en el área de la agricultura en bienestar de nuestro país y el mundo.

“Mira que te mando que te esfuerces y seas valiente; no temas ni desmayes, porque Jehová tu Dios estará contigo en donde quiera que vayas”

La Biblia. Josué 1:9

RESPONSABILIDAD

La responsabilidad, derecho de la investigación, resultados, conclusiones y recomendaciones que aparecen en el presente Trabajo de Titulación corresponden exclusivamente al Autor/a y los derechos académicos otorgados a la Universidad Agraria del Ecuador.

ING. LUIS SAUL SAN MARTIN LARREA

C.I. 0928424167

RESUMEN

La presente investigación fue desarrollada con el fin de evaluar la incidencia de dos consorcios de microorganismos eficientes en el desarrollo de plantas de banano en la zona de Yaguachi (Guayas), y permitir una producción sana y orgánica. Se analizó el efecto individual y combinado, observando las características morfológicas, la eficiencia nutritiva en el desarrollo vegetativo y la influencia productiva de la planta de banano; respondiendo a una problemática que presentan los pequeños productores de la zona. Se seleccionaron 32 unidades experimentales en las cuales se utilizaron dos formulaciones (B401 y B501, dosis de 2 litro por hectárea) con microorganismos; una de ellas conteniendo *Azospirillum* spp, *Bacillus* sp, *Cellulomonas* sp, *Pseudomonas* sp, *Rhodopseudomonas* sp, *Saccharomyces* sp, *Streptomyces* sp, *Xanthobacter* spp, *Yarrowia* sp., y la otra *Bacillus* sp; *Candida* ssp; *Chaetomium* sp, *Cellulomonas* sp, *Lactobacillus* sp; *Pseudomonas* sp, *Paracoccus* sp, *Phanerochaete* sp, *Saccharomyces* sp; *Streptomyces* sp, *Yarrowia* sp. Se aplicó un diseño cuadrado latino (permite controlar y reducir el error experimental) y para determinar la significancia entre las medias se usó el análisis de varianza y la prueba de Tukey (<0.05). Con los datos obtenidos se concluyó que, el uso combinado de los dos consorcios de microorganismos en el presente experimento, presentan un efecto positivo significativo y con diferencias estadísticas entre los tratamientos.

Palabras clave: banano, consorcio, microorganismos.

SUMMARY

This research was developed in order to evaluate the impact of two efficient microorganism consortia in the development of banana plants in the Yaguachi area (Guayas), and that allow a healthy and organic production. The individual and combined effect was analyzed, observing the morphological characteristics, the nutritional efficiency in the vegetative development and the productive influence of the banana plant; responding to a problem that small producers in the area have. 32 experimental units were selected in which two formulations were used (B401 and B501, dose of 2 liters per hectare) with microorganisms; one of them containing *Azospirillum* spp, *Bacillus* sp, *Cellulomonas* sp, *Pseudomonas* sp, *Rhodopseudomonas* sp, *Saccharomyces* sp, *Streptomyces* sp, *Trichoderma* sp, *Xanthobacter* spp, *Yarrowia* sp., and the other *Bacillus* sp; *Candida* ssp; *Chaetomium* sp, *Cellulomonas* sp, *Lactobacillus* sp; *Pseudomonas* sp, *Paracoccus* sp, *Phanerochaete* sp, *Saccharomyces* sp; *Streptomyces* sp, *Yarrowia* sp. A Latin square design was applied (allows to control and reduce experimental error) and to determine the significance between the means, the analysis of variance and the Tukey test (<0.05) were used. With the data obtained, it was concluded that the combined use of the two consortia of microorganisms in the present experiment, present a significant positive effect and with statistical differences between the treatments.

Keywords: banana, consortium, microorganisms.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN.....	12
Caracterización del Tema.....	13
Planteamiento Del Problema	13
Justificación e Importancia del Estudio	14
Delimitación del Problema	15
Formulación del Problema.....	16
Objetivos	16
Hipótesis e Idea a Defender	16
Aporte teórico o conceptual:	16
Aplicación práctica:.....	17
CAPÍTULO 1	18
MARCO TEÓRICO.....	18
1.1 Estado del arte	18
1.2 Bases Científicas y Teóricas de la Temática	23
1.3 Fundamentación Legal	27
CAPÍTULO 2.....	29
MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
2.1. Metodos.....	29
2.2. Variables.....	29
2.3. Población y muestra	30
2.4 Técnica de Recolección de datos	31
2.5. Estadística Descriptiva e Inferencial	32
2.6. Diseño Experimental.....	33
RESULTADOS.....	39
DISCUSIÓN.....	45
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
BIBLIOGRAFÍA CITADA	48
ANEXOS	54
APENDICE	70

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Red de consorcio microbiano en la endosfera de la raíz del banano	54
Anexo 2. Sitio del experimento	55
Anexo 3. Análisis de suelo 1 de 2	56
Anexo 4. Análisis de suelo 2 de 2	57
Anexo 5. Reporte de análisis pseudotallo	58
Anexo 6. Ficha técnica B501	59
Anexo 7. Ficha técnica B501	60
Anexo 8. Ficha técnica B401	60
Anexo 9. Ficha técnica B401	61
Anexo 10. Observación del área experimental	62
Anexo 11. Medición previo a la aplicación de los tratamientos	62
Anexo 12. Marcación de las plantas tratadas	63
Anexo 13. Productos para su aplicación	63
Anexo 14. Preparación de tratamiento con la bomba	64
Anexo 15. Observación de diferenciación de color del consorcios de microorganismos	64
Anexo 16. Preparación de combinación de consorcios	65
Anexo 17. Aplicación del tratamiento respectivo en su árbol correspondiente	65
Anexo 18. Observación y recopilación de datos como diámetro de tallo	66
Anexo 19. Observación y recopilación de datos en la tercera visita	66
Anexo 20. Inspección en la 3era visita	67
Anexo 21. Observación e inspección de manos en racimo en tratamientos aplicados	67
Anexo 22. Observación e inspección de manos en racimo en tratamientos aplicados	68
Anexo 23. Visita e inspección del tutor en el trabajo realizado	68
Anexo 24. Visita del tutor en el campo	69

INDICE DE APENDICES

Tabla 1. Operacionalización de las variables	30
Tabla 2. Esquema de análisis de varianza (ADEVA) del diseño Cuadrado latino Doble	32
Tabla 3. Tratamientos a aplicarse en la investigación	34
Tabla 4. Cronograma de actividades.....	38
Tabla 5. Promedio de altura del clon Gran Ney (m)	39
Tabla 6. Promedio de diámetro (cm) del fuste del clon Gran Ney	40
Tabla 7. Promedio de la densidad de raíces (g/dm ³) del clon Gran Ney	42
Tabla 8. Niveles macronutrientes del tejido vegetal (%).....	43
Tabla 9. Promedio del número de manos del Gran Ney (n)	43
Tabla 10. Análisis estadístico de la altura inicial	70
Tabla 11. Análisis estadístico de la altura 1er mes	70
Tabla 12. Análisis estadístico de la altura 2do mes.....	71
Tabla 13. Análisis estadístico de la altura 3er mes	71
Tabla 14. Análisis estadístico de la altura 4to mes.....	72
Tabla 15. Análisis estadístico del diámetro inicial	72
Tabla 16. Análisis estadístico del diámetro 1er mes	73
Tabla 17. Análisis estadístico del diámetro 2do mes.....	73
Tabla 18. Análisis estadístico del diámetro 3er mes	74
Tabla 19. Análisis estadístico del diámetro 4to mes.....	74
Tabla 20. Análisis estadístico del peso de la raíz.....	75
Tabla 21. Análisis estadístico del número de manos	75

INTRODUCCIÓN

El banano es una de las frutas más consumidas y cultivadas a nivel mundial. Su popularidad se debe a su sabor delicioso, textura suave y alto contenido de nutrientes esenciales (Chandler, 1995). Además, el banano es una importante fuente de ingresos para muchos países, especialmente aquellos que se dedican a su producción y exportación (Ghag y Ganapathi, 2017). En este contexto, se han realizado numerosos estudios y se ha investigado en profundidad para mejorar la calidad y el rendimiento de cultivo de banano (Humberto y Nava, 2021).

En Ecuador, el banano es un cultivo de vital importancia económica y social. El país se ha consolidado como uno de los principales productores y exportadores de esta fruta a nivel mundial (Huang et al., 2019). Las condiciones climáticas favorables, la calidad de los suelos y la experiencia en el cultivo de banano han contribuido al éxito de la industria bananera ecuatoriana (Martinez et al., 2007). Sin embargo, para mantener y mejorar la productividad de los cultivos, es fundamental contar con técnicas y herramientas eficientes que impulsen el desarrollo de las plantas de banano (Magdama et al., 2020).

Uno de los enfoques que se ha investigado en los últimos años es el uso de consorcios de microorganismos eficientes en el desarrollo de plantas de banano (Nyombi, 2020). Estos consorcios están formados por diferentes especies de microorganismos, como bacterias y hongos, que actúan de manera sinérgica para promover el crecimiento y la salud de las plantas (Altendorf, 2020). Los estudios realizados han demostrado que la aplicación de estos consorcios puede mejorar la resistencia de las plantas de banano a enfermedades, aumentar la absorción de nutrientes y mejorar la calidad de los frutos (Chabla, et al., 2019).

Además, se ha investigado la influencia de las densidades de los consorcios de microorganismos en el desarrollo de las plantas de banano (Soto, 2011). La densidad se refiere a la cantidad de microorganismos presentes en una determinada área o volumen (Yonow, et al., 2019). Estos estudios han demostrado que la densidad de los consorcios puede afectar la eficacia de su aplicación. Por ejemplo, densidades muy bajas pueden no tener un efecto significativo en el desarrollo de las plantas, mientras que densidades muy altas pueden resultar en competencia entre los microorganismos y afectar negativamente su desempeño (Soares, et al., 2021).

Por lo tanto, es fundamental conocer las dosificaciones óptimas de los consorcios de microorganismos eficientes para maximizar los beneficios en el desarrollo de las plantas de banano (Palomeque y Lalangui, 2016). Estos conocimientos pueden ser aplicados en la producción comercial de banano para mejorar la calidad de los cultivos, aumentar la resistencia a enfermedades y reducir la dependencia de agroquímicos (Rajput, et al., 2022).

Caracterización del Tema

En resumen, la investigación y aplicación de consorcios de microorganismos eficientes en el desarrollo de plantas de banano tiene una importancia a nivel mundial y, en particular, en Ecuador (Iriarte, et al., 2014). Conocer las densidades óptimas de aplicación de estos consorcios permitirá mejorar la productividad y la calidad de los cultivos, beneficiando tanto a los productores como a los consumidores (Aguirre, et al., 2022). El presente estudio tiene como objetivo contribuir a este campo de investigación y proporcionar información valiosa para la industria bananera ecuatoriana (Orellana, et al., 2008).

El objetivo de este estudio es evaluar el desempeño de dos consorcios de microorganismos eficientes en el desarrollo de plantas de banano en condiciones de campo (Orellana, et al., 2008). Se analiza el efecto de diferentes densidades de aplicación de los consorcios en términos de crecimiento vegetativo, producción de frutos, resistencia a enfermedades y calidad de los frutos (León et al., 2020). Los resultados obtenidos son de gran relevancia para la industria bananera ecuatoriana y pueden ser utilizados como base científica para optimizar el uso de consorcios de microorganismos en el cultivo de banano.

Planteamiento del problema

El cultivo de banano en Ecuador enfrenta diversos desafíos que afectan su productividad y sostenibilidad a largo plazo. Estos desafíos incluyen enfermedades, problemas de fertilidad del suelo y el uso excesivo de agroquímicos. A pesar de ser uno de los principales exportadores de banano a nivel mundial, el país se enfrenta a la necesidad de mejorar las prácticas agrícolas para garantizar un cultivo de banano saludable y sostenible.

Una alternativa prometedora para abordar estos desafíos es el uso de microorganismos eficientes, como bacterias y hongos beneficiosos, que pueden

formar consorcios y establecer relaciones simbióticas con las plantas de banano. Estos microorganismos eficientes pueden promover el crecimiento de las plantas, aumentar su resistencia a enfermedades y mejorar la calidad de los frutos. A nivel mundial, se han realizado estudios que demuestran los beneficios potenciales de los consorcios de microorganismos eficientes en el cultivo de banano.

Sin embargo, la mayoría de estos estudios se han llevado a cabo en diferentes contextos geográficos y con distintas especies de microorganismos, lo que limita su aplicabilidad directa en el cultivo de banano en Ecuador. Cada región tiene condiciones ambientales y microbianas únicas, lo que implica la necesidad de investigaciones específicas que evalúen la eficacia de los consorcios adaptados a las condiciones locales de Ecuador.

Para maximizar los beneficios de los consorcios de microorganismos eficientes en el cultivo de banano en Ecuador, es necesario realizar estudios que evalúen la efectividad de estos consorcios en términos de crecimiento vegetativo, producción de frutos y resistencia a enfermedades en condiciones locales. Estas investigaciones permiten identificar los consorcios de microorganismos más eficaces y adaptados a las particularidades del suelo y clima ecuatorianos.

Además, es fundamental determinar la concentración óptima de aplicación de los consorcios de microorganismos eficientes. La densidad de aplicación se refiere a la cantidad de microorganismos aplicados por unidad de superficie y puede influir en la eficacia y en los efectos observados en las plantas. Es necesario establecer la densidad adecuada para lograr los mejores resultados en términos de crecimiento vegetativo, producción de frutos y resistencia a enfermedades en el cultivo de banano.

Justificación e Importancia del Estudio

El cultivo de banano es de gran importancia a nivel mundial, tanto desde el punto de vista económico como nutricional. Es una fuente de ingresos significativa para muchos países y una fruta ampliamente consumida en todo el mundo. Sin embargo, el cultivo de banano también enfrenta numerosos desafíos, como enfermedades, plagas y la necesidad de mejorar la eficiencia de producción (Cioppo 2016).

En este contexto, la búsqueda de métodos sostenibles y eficientes para promover el desarrollo de las plantas de banano se ha convertido en una prioridad.

Los consorcios de microorganismos eficientes han surgido como una estrategia prometedora en la agricultura, ya que ofrecen una alternativa más sostenible y respetuosa con el medio ambiente en comparación con el uso intensivo de agroquímicos (Villaseñor, et al., 2022).

La justificación de este tema radica en la necesidad de investigar y evaluar la aplicación de consorcios de microorganismos eficientes en el cultivo de banano, tanto a nivel mundial como en el caso específico de Ecuador (Gonzabay, 2017a). A continuación, se presentan algunas razones clave que respaldan la importancia de este estudio:

Mejora de la productividad y la calidad del banano: La aplicación de consorcios de microorganismos eficientes puede estimular el crecimiento vegetativo de las plantas de banano, aumentar la absorción de nutrientes y mejorar la resistencia a enfermedades y plagas (Toro y Castellanos, 1999). Estos beneficios pueden traducirse en una mayor productividad y calidad de los frutos, lo que a su vez contribuye a la rentabilidad de los productores y a la satisfacción de los consumidores (Churchill, 2011).

Reducción de la dependencia de agroquímicos: La industria bananera ha dependido en gran medida de la aplicación de agroquímicos para controlar enfermedades y plagas. Sin embargo, el uso excesivo de estos productos químicos puede tener efectos negativos en el medio ambiente y la salud humana (Vargas, et al., 2017). Los consorcios de microorganismos eficientes ofrecen una alternativa más sostenible al reducir la necesidad de agroquímicos, lo que conlleva beneficios ambientales y una producción más segura y saludable (Peláez, 2023).

Delimitación del Problema

La investigación está delimitada a la evaluación de dos consorcios de microorganismos eficientes en el desarrollo de plantas de banano además de brindar nuevos conocimientos científicos y fortalecer la base de evidencia en esta área. Los resultados obtenidos podrán ser utilizados por investigadores, académicos y profesionales del sector agrícola para mejorar las prácticas de producción y promover la adopción de técnicas más sostenibles y eficientes (Gonzabay, 2017b).

Formulación del Problema

¿Cuál es la incidencia de la aplicación de dos consorcios de microorganismos eficientes en el desarrollo de plantas de banano en Ecuador?

Objetivos

Objetivo General

Evaluar la incidencia de dos consorcios de microorganismos eficientes en el desarrollo de plantas de banano, cantón Yaguachi provincia de El Guayas.

Objetivos Específicos

- Analizar el efecto de la aplicación individual y combinada de dos consorcios de microorganismos eficientes en las características morfológicas de las plantas de banano.
- Determinar cuál de los tratamientos presenta mayor eficacia en el desarrollo de la planta de banano.
- Establecer la influencia de los tratamientos en la productividad del cultivo de banano.

Hipótesis e Idea a Defender

Se consideró la hipótesis de que con la aplicación de dos consorcios de microorganismos eficientes en las plantas de banano se tendría un impacto positivo en la morfología y la productividad de este cultivo en la zona agrícola de Yaguachi, Guayas.

Aporte teórico o conceptual

El presente trabajo de investigación tiene un importante aporte teórico y conceptual en el campo de la fitopatología y el manejo integrado de enfermedades en el cultivo de banano. Esta investigación contribuye al conocimiento sobre la interacción entre los consorcios de microorganismos eficientes y las plantas de banano, así como su capacidad para promover el crecimiento vegetativo, aumentar la producción de frutos y mejorar la resistencia a enfermedades. Al evaluar diferentes consorcios y densidades de aplicación, se generarán datos científicos sólidos sobre su efectividad en el cultivo de banano, lo que contribuirá al conocimiento de los mecanismos de acción involucrados.

Otro aporte teórico importante de esta investigación es la validación de los resultados en el contexto específico de Ecuador. Aunque se han realizado estudios

previos sobre el uso de microorganismos eficientes en el cultivo de banano, es fundamental contar con información local y contextualizada para garantizar la aplicabilidad de los resultados. Al realizar la evaluación en Ecuador, se generará conocimiento específico que servirá como referencia para los productores de banano en el país, brindando soluciones adaptadas a las condiciones locales y mejorando la eficacia del manejo del cultivo.

Aplicación práctica

Los resultados de esta investigación tienen una aplicación práctica directa en el sector bananero de Ecuador y potencialmente en otros países productores de banano. Algunas de las aplicaciones prácticas clave son las siguientes: desarrollo de estrategias de manejo integrado de enfermedades en el cultivo de banano, recomendaciones sobre los consorcios y densidades de aplicación más efectivos, mejora de la productividad y calidad de los bananos, promoción de prácticas agrícolas sostenibles y reducción del uso de agroquímicos.

Estas estrategias proporcionarán a los agricultores herramientas efectivas y sostenibles para mejorar el desarrollo y la salud de las plantas de banano, aumentar la producción de frutos y reducir la incidencia de enfermedades. Además, el conocimiento generado a partir de esta investigación podría servir como base para el desarrollo de productos biofertilizantes o biocontroladores específicos para el cultivo de banano, lo que contribuiría a la industria agrícola y al desarrollo económico del país.

En resumen, este estudio no solo aporta conocimientos teóricos y conceptuales sobre la interacción entre los consorcios de microorganismos eficientes y el cultivo de banano, sino que también tiene una aplicación práctica directa en el sector agrícola de Ecuador. Los resultados obtenidos permitirán mejorar las prácticas de manejo y promover una agricultura más sostenible y saludable en el cultivo de banano, beneficiando a los agricultores, la industria bananera y el medio ambiente.

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO

1.1 Estado del arte

Vargas, Wang, y Muñoz (2022) en su trabajo experimental sobre la pudrición suave del fruto (*Erwinia chrysanthemi* sin. *Dickeya chrysanthemi*), determinando como una de las enfermedades presente en precosecha que afecta a la familia de las Musáceas, aplicó de forma in vitro y condiciones ambientales B301 (1×10^8 en dosis de 1.6 l/ha) y B501 (1×10^{10} 1.6l/ha), ambos consorcios bacterianos para contrarrestar la proliferación de patógenos; para este experimento, se aplicó en postulados de Koch y después de 48 horas de su inoculación, se observó que estos consorcios presentan una reducción de diámetro de inhibición del crecimiento de la bacteria *Erwinia*, incluso después de las 120 horas se mantiene en el mismo rango.

Birt, et al. (2022) en su investigación sobre consorcio bacteriano en plantación de banano (*Musa* AAA Cavendish, AAB Pome, AAAB Prata) bajo condiciones de laboratorio en Australia; con 10 diferentes tipos de suelo de la zona donde se aplicaron 36 géneros de bacterias (*Bacillus* spp, *Enterobacter* spp, *Pseudomonas* spp, *Rhizobium* spp, *Trichoderma* spp, *Streptomyces* spp) en un tiempo de tres meses, del mismo modo se recolectó 560 muestras entre suelo, tejido vegetal en diferentes áreas como hoja, pseudotallo y cormo; encontrándose que la diversidad de bacterias difiere entre los comportamientos de las plantas y el suelo (subterráneo >30 cm); por tanto, según el tipo de musácea existe mayor (95%) en el pseudotallo o menor cantidad de bacterias (65%) en las hojas donde según la especie vegetal influya como huésped. Concluyendo que la aplicación del consorcio microbiano promueve el crecimiento vegetal reduciendo presencia de enfermedades; sin embargo, faltan estudios sobre los diferentes tipos de suelo al que se encuentran expuestas las bacterias y su resistencia a las exposiciones ambientales.

Rahayu, et al. (2021) en su estudio sobre la exploración de bacterias endófitas como consorcio en diferentes órganos de *Musa balbisiana* diploide y *Musa acuminata* triploide; para ello, se realizó en suelos franco arenoso y franco limoso, se exploraron tejidos vegetales (raíces, y cormo) previo a la etapa de

floración; con un total recolectado entre 131 y 135 tipos de bacterias y microorganismos (OTUs), sobresaliendo los géneros de *Bacillus*, *Gaiella*, *Sphingonomas*, *Varibacter*, *Streptomyces*; mostrando que, entre sus resultados que la diversidad bacteriana es afectada por la proporción de cationes del suelo (mayor abundancia bacteriana se reduce por el contenido de arcilla) ($p < 0.05$), en consecuencia los macroelementos potasio y fósforo en suelo franco-limoso son más alto que los suelos franco-arenoso, esperando la diferencia de cationes que estos elementos produce ya que son parte de los nutrientes importantes para el banano. Además, se encontró que, el género más común en la raíz es *Acinetobacter* (9.59%); mientras que *Flavobacterium* (5.51%) y *Streptomyces* (4.67%) en suelo y el corno en banano (AAA), también se hayo *Bacillus* (9.5%) *Desulfurellaceae* (5.51%) y *Gaiella* (4.79%) en hojas. En consecuencia, la presencia de *Bacillus* y *Pseudomonas* desempeñan un papel importante en la inducción de resistencia y estimulación de crecimiento del banano.

Beltra, et al. (2021) en su revisión técnica sobre los consorcios microbiológicos como probióticos en plantaciones de banano orgánico, se han destacados ejemplares sobre la actividad antifúngicas y nematocidas de hongos endófitos sobre hojas y raíces de plátano, conllevando así que cepas bacterianas de *Enterobacter*, *Pantoea*, *Klebsiella*, *Rhizobium* y *Streptomyces* son productores de sideróforos (portador de hierro) utilizados como agente de control biológico contra hongo causante de la marchitez por *Fusarium*. Además, ha observado que los géneros *Bacillus* y *Pseudomonas* son más predominantes en la planta de banano, que pueden fijar nitrógeno.

Melo (2021) en su publicación sobre una plantación de banano en Brasil y con la aplicación de *Bacillus* y *Trichoderma*, indica un mejor desempeño de los rasgos morfológicos relacionados al crecimiento de la planta después de 100 días de su aplicación; también observó que la combinación y aplicación en suelo de este consorcio, solo o junto disminuye el contenido de nitrógeno, mientras que el contenido de fosforo y potasio es evidente en las raíces, ya que estos géneros ayudan a solubilizar el fosfato contenido en el suelo.

Del mismo modo, en otro estudio realizado por Gómez, et al. (2021), donde se caracterizó una relación etapa de desarrollo fenológico, tipo de suelo y comunidades microbianas en las Islas Canarias; donde recolecto muestra de suelo y clasificando los géneros de bacteria presente en la endosfera de la raíz de banano encontró *Pseudomonas* (25%), *Rhizobium* (8.6%), *Streptomyces* (6.7%), *Actinophytocola* (4%) en plantas hijos ($p < 0.05$). Mientras que la mayor presencia de bacterias en planta madre ($p < 0.05$) fueron del género *Rhizobium*, *Streptomyces*, y *Actinophytocola*. Del mismo modo, se encontró que en plantas madres en la endosfera de la raíz se detectaron comunidades fúngicas de filos como las *Ascomycota* (89%), *Basidiomycota* (8.9%) y *Mortierellomycota* (2.1%); del mismo modo, se observó que este perfil microbiano presentó parámetros como materia orgánica oscile entre 3.4 y 9.7%; concluyendo que la etapa fenológica del banano al llegar cierto punto en su desarrollo, las bacterias se vuelven endofitomas de sus raíces, y las propiedades físico-químicas del suelo no representan una composición y estructura de consorcio microbiano.

Umer, et al. (2021) han documentado ampliamente el efecto de las plantas en la actividad de control biológico. La planta vegetal en sí misma tiene un doble propósito en el control biológico. El grado de colonización de la rizosfera y la producción de antibióticos por parte de los antagonistas, así como el desarrollo de resistencia inducida por las plantas, pueden estar influenciados por el genotipo de la planta. Por tanto, cuando prevalece una relación ideal, el agente de biocontrol será más efectivo. En consecuencia, para que los biocontroles sean exitosos, la aplicación del antagonista en el momento adecuado es fundamental. Cuando el antagonista se aplica antes del establecimiento del patógeno, el biocontrol logrará sus objetivos.

El estudio de Thompson, et al. (2019), menciona en su estudio que cuando se aplica tratamientos de bioestimulantes como el Byodyne 501 o extractos de estos, no aumenta la degradación de microorganismos ni la respiración del suelo durante el proceso, no existiendo efecto alguno sobre las enmiendas de biodegradación sobre la degradación de suelos agrícolas. Por tanto, la biofertilización que contienen microorganismos beneficiosos que se aplican al suelo para mejorar la producción de cultivos. Estos microorganismos alientan a las

plantas a florecer al aumentar el suministro o la disponibilidad de nutrientes primarios que la planta utiliza y, como resultado, muchos de los microbios crean relaciones mutualistas con las plantas cercanas.

El cultivo del banano es una actividad agrícola de gran importancia a nivel mundial, especialmente en países tropicales y subtropicales (Granda, et al., 2021). A lo largo de los años, se han realizado numerosas investigaciones para mejorar la productividad, calidad y sostenibilidad de este cultivo (Aguirre et al., 2022). En este sentido, el uso de consorcios de microorganismos eficientes ha surgido como una estrategia prometedora para potenciar el desarrollo de las plantas de banano y combatir enfermedades (Chabla et al., 2019).

En el ámbito internacional, varios estudios han demostrado los beneficios de los consorcios de microorganismos eficientes en el cultivo de banano. Por ejemplo, investigadores en América Latina han evaluado la eficacia de diferentes consorcios bacterianos y fúngicos en la promoción del crecimiento vegetativo y el control de enfermedades en plantaciones comerciales de banano (Chabla, et al., 2019). Los resultados han mostrado mejoras significativas en el crecimiento de las plantas, así como una disminución en la incidencia de enfermedades como la Sigatoka negra y el Mal de Panamá (León, et al., 2020).

Asimismo, en países como India y Filipinas, se han llevado a cabo estudios similares, evaluando la efectividad de los consorcios de microorganismos en el control de enfermedades fúngicas y bacterianas del banano. Estas investigaciones han demostrado que la aplicación de los consorcios puede reducir la incidencia y severidad de enfermedades como la Mancha Bacteriana y la Sigatoka amarilla, mejorando así la salud de las plantas y la calidad de los frutos (Churchill, 2011).

En el contexto ecuatoriano, país reconocido por ser uno de los principales productores y exportadores de banano, también se han realizado investigaciones relacionadas con el uso de microorganismos eficientes en el cultivo de banano (Chandler, 1995). Estudios previos han evaluado la efectividad de diferentes consorcios bacterianos y fúngicos en la promoción del crecimiento y el control de enfermedades en variedades de banano cultivadas en distintas regiones del país (Churchill, 2011). Estos trabajos han evidenciado resultados alentadores en

términos de mejoras en el crecimiento vegetativo, incremento en la producción de frutos y reducción en la incidencia de enfermedades (Gonzabay, 2017).

Sin embargo, a pesar de los avances realizados en este campo, todavía existen lagunas de conocimiento que requieren ser abordadas (Chabla, et al., 2019). Por ejemplo, es necesario profundizar en la evaluación de consorcios específicos adaptados a las condiciones locales de Ecuador y determinar la dosis y frecuencia de aplicación óptimas para lograr resultados consistentes y reproducibles (Churchill, 2011).

Además, es fundamental comprender los mecanismos de acción involucrados en la interacción entre los consorcios de microorganismos eficientes y las plantas de banano, así como su influencia en el sistema de defensa de las plantas y la respuesta frente a enfermedades (Granda, et al., 2021).

En conclusión, el estado del arte en cuanto al uso de consorcios de microorganismos eficientes en el desarrollo de plantas de banano evidencia la efectividad y el potencial de esta estrategia en el control de enfermedades y la mejora de la productividad del cultivo. Sin embargo, existen oportunidades de investigación adicionales para adaptar y validar estos consorcios a nivel local, determinar las dosis y frecuencias de aplicación más efectivas y comprender los mecanismos de acción involucrados. Esta investigación contribuirá a llenar estas brechas de conocimiento y brindará información valiosa para la implementación de prácticas agrícolas más sostenibles y eficientes en el cultivo de banano en Ecuador.

1.2 Bases Científicas y Teóricas de la Temática

1.2.1 Banano

El banano (*Musa* spp.) es una planta perenne que pertenece a la familia de las Musáceas y es ampliamente cultivada por sus frutos comestibles en muchas partes del mundo (Martinez, et al., 2007). Es originario del sudeste asiático y se ha convertido en una de las frutas más consumidas a nivel global. El banano es una planta herbácea de gran tamaño que puede alcanzar alturas de hasta 10 metros. Sus frutos son alargados, de cáscara amarilla o verde, y tienen una pulpa dulce y suave.

1.2.1.1. Taxonomía del banano

Desde el punto de vista taxonómico, el género *Musa* se divide en varias especies, entre las más comunes se encuentran el banano común (*Musa sapientum*) y el plátano (*Musa paradisiaca*). Estas especies se agrupan en secciones y subsecciones en función de sus características morfológicas y genéticas. La taxonomía del banano ha sido objeto de debate y revisión a lo largo de los años, debido a la diversidad genética y a la existencia de cultivares híbridos; por lo que, (NCBI, 2020):

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Zingiberales

Familia: Musaceae

Género: *Musa*

Especie: *M. Paradisiaca*

1.2.1.2. Morfología del banano

La morfología del banano se caracteriza por su estructura distintiva que incluye la raíz, el tallo, el pseudotallo, las hojas, la inflorescencia y la fruta.

- Raíz: El sistema radicular del banano está compuesto por una raíz principal y numerosas raíces adventicias que se extienden horizontalmente en el suelo.

Las raíces son fibrosas y juegan un papel importante en la absorción de agua y nutrientes.

- Tallo: El tallo del banano es un tallo subterráneo llamado rizoma, que crece horizontalmente bajo la superficie del suelo. A partir del rizoma se desarrollan brotes que dan lugar a nuevos pseudotallos.
- Pseudotallo: El pseudotallo es la estructura que emerge del suelo y se asemeja a un tronco. Está compuesto por las bases de las hojas sobre puestas y proporciona soporte estructural a la planta.
- Hojas: Las hojas del banano son grandes y lanceoladas, con un pecíolo largo y fuerte. Son de color verde intenso y se disponen en espiral alrededor del pseudotallo. Son importantes para la captación de la luz solar y la fotosíntesis.
- Inflorescencia: La inflorescencia del banano es una estructura colgante conocida como racimo. Está formada por varias filas de flores, cada una de las cuales dará lugar a un racimo de frutas.
- Fruta: El fruto del banano es una baya alargada, cubierta por una cáscara que varía en color y textura según su grado de madurez. La pulpa es dulce y cremosa, y contiene numerosas semillas pequeñas y negras en su interior.

En resumen, el banano es una planta de gran importancia económica y alimentaria, con una morfología característica que incluye raíz, tallo, pseudotallo, hojas, inflorescencia y fruta. Su taxonomía ha sido objeto de estudio y revisión, y se clasifica en diferentes especies y variedades. Comprender la morfología del banano es fundamental para su cultivo, manejo y aprovechamiento de sus frutos.

1.2.1.3. Cultivo de banano

El cultivo de banano es una actividad agrícola de gran relevancia, tanto en términos económicos como sociales (Cioppo, 2016). A nivel mundial, el banano es una de las frutas más consumidas y comercializadas, generando ingresos significativos para los países productores y empleo para miles de personas (Gonzabay, 2017b). En Ecuador, el banano es uno de los principales productos de exportación y una fuente clave de divisas.

El banano es un cultivo perenne que requiere condiciones específicas de clima y suelo para su óptimo desarrollo (Villaseñor, et al., 2022). Los países productores de banano, como Ecuador, enfrentan desafíos relacionados con enfermedades, plagas, condiciones climáticas adversas y la necesidad de mejorar

la productividad y la sostenibilidad del cultivo. Por lo tanto, es crucial investigar y aplicar nuevas estrategias que permitan aumentar la eficiencia y la calidad de la producción de banano.

1.2.2 Microorganismos eficientes en la agricultura

Los microorganismos eficientes son aquellos microorganismos que tienen un efecto positivo en las plantas y en los sistemas agrícolas en general (Calero Hurtado et al., 2019). Pueden ser bacterias, hongos u otros microorganismos presentes en el suelo y en asociación con las raíces de las plantas. Estos microorganismos pueden promover el crecimiento de las plantas, mejorar la disponibilidad de nutrientes, incrementar la resistencia a enfermedades y contribuir a la salud del suelo (Formowitz et al., 2007).

En la agricultura, el uso de microorganismos eficientes es una estrategia prometedora para reducir la dependencia de agroquímicos y mejorar la sostenibilidad de los sistemas de producción. Estos microorganismos pueden desempeñar roles importantes en los ciclos de nutrientes, la descomposición de materia orgánica y la supresión de patógenos. Además, pueden aumentar la capacidad de las plantas para tolerar el estrés abiótico y promover su crecimiento y desarrollo.

1.2.3 Consorcios de microorganismos eficientes

Los consorcios de microorganismos eficientes son combinaciones de diferentes especies de microorganismos beneficiosos que actúan de manera sinérgica para mejorar el desarrollo de las plantas y su respuesta frente a condiciones adversas (Brück et al., 2022). Estos consorcios pueden incluir bacterias fijadoras de nitrógeno, hongos micorrícicos, bacterias promotoras de crecimiento vegetal y otros microorganismos específicos (Formowitz et al., 2007).

La formación de consorcios permite aprovechar los beneficios individuales de cada especie de microorganismo y potenciar sus efectos positivos en las plantas. Por ejemplo, las bacterias fijadoras de nitrógeno pueden suministrar nitrógeno a las plantas, mientras que los hongos micorrícicos pueden aumentar la absorción de nutrientes y mejorar la resistencia a enfermedades (Santana et al., 2017). La combinación de diferentes especies en un consorcio puede aumentar la eficacia y la adaptabilidad de los microorganismos a condiciones específicas del suelo y las plantas (Mwangi et al., 2013).

1.2.4 Mecanismos de acción de los microorganismos eficientes

Los microorganismos eficientes pueden ejercer su acción beneficiosa a través de diversos mecanismos. Estos incluyen la fijación de nitrógeno atmosférico, la solubilización de nutrientes, la producción de hormonas vegetales, la competencia con patógenos, la inducción de resistencia sistémica y la mejora de la estructura y la salud del suelo (Santana-Aragone et al., 2017).

La fijación de nitrógeno atmosférico por bacterias promueve la disponibilidad de este nutriente esencial para las plantas. La solubilización de nutrientes por microorganismos, como la liberación de fósforo, mejora su disponibilidad y absorción por parte de las raíces. La producción de hormonas vegetales, como las auxinas y las citocininas, estimula el crecimiento de las plantas y la formación de raíces (Calero et al., 2019).

La competencia con patógenos implica la colonización de los espacios ocupados por los patógenos y la producción de sustancias antimicrobianas. La inducción de resistencia sistémica activa las defensas de las plantas frente a enfermedades y plagas. Además, los microorganismos eficientes pueden mejorar la estructura del suelo, favoreciendo la retención de agua y la aireación (Formowitz et al., 2007).

1.2.5 Interacciones planta-microorganismo

Las interacciones planta-microorganismo son fundamentales para comprender cómo los microorganismos eficientes influyen en el desarrollo de las plantas de banano. Estas interacciones pueden ser mutualistas, simbióticas o antagonistas, y están mediadas por señales químicas y físicas (Calero et al., 2019).

Las interacciones mutualistas y simbióticas entre las plantas y los microorganismos eficientes se basan en una asociación beneficiosa para ambas partes. Por ejemplo, las bacterias fijadoras de nitrógeno establecen una simbiosis con las raíces de las plantas de banano, proporcionándoles nitrógeno fijado en forma de amonio (Wadt & Dias, 2012). Las asociaciones micorrícicas entre las plantas y los hongos micorrícicos benefician la absorción de nutrientes, especialmente fósforo, mejorando la nutrición de las plantas de banano. Sin embargo, también pueden darse interacciones antagonistas en las que los microorganismos eficientes compiten o inhiben el crecimiento de patógenos perjudiciales (Villaseñor et al., 2022).

Estas interacciones son complejas y están reguladas por señales químicas y físicas, como las sustancias volátiles y los compuestos orgánicos liberados por las raíces y los microorganismos (Brück et al., 2022; Mwangi et al., 2013). La comprensión de estas interacciones es esencial para optimizar el uso de los consorcios de microorganismos eficientes en el cultivo de banano y maximizar sus beneficios para las plantas y la productividad del cultivo.

1.2.6 Consorcio B401:

Presenta la siguiente composición B401 (Shannon, 2020):

Azospirillum spp, *Bacillus sp*, *Cellulomonas sp*, *Pseudomonas sp*, *Rhodopseudomonas sp*, *Saccharomyces sp*, *Streptomyces sp*, *Xanthobacter spp*, *Yarrowia sp*.

Cuya UFC (Unidades de Formación Colonizadora) por cada mililitro es 2×10^8 con 29 cepas de microorganismos.

1.2.7 Consorcio B501:

El mismo autor menciona que, la composición del B501 es:

Bacillus sp; *Candida ssp*; *Chaetomium sp*, *Cellulomonas sp*, *Lactobacillus sp*; *Pseudomonas sp*, *Paracoccus sp*, *Phanerochaete sp*, *Saccharomyces sp*; *Streptomyces sp*, *Yarrowia sp*.

Cuya UFC (Unidades de Formación Colonizadora) por cada mililitro es de 1×10^8 con 32 cepas de microorganismo.

1.3 Fundamentación Legal

1.3.1 Constitución de la república del Ecuador

La fundamentación legal en relación a la Constitución de la República del Ecuador establece las bases jurídicas y normativas que respaldan la investigación y el desarrollo en el ámbito agrícola, específicamente en el cultivo de plantas como el banano. La Constitución ecuatoriana, promulgada en 2008, reconoce y garantiza

el derecho de los ciudadanos al ambiente sano, al trabajo, a la producción de alimentos y al desarrollo sustentable.

En el artículo 14 de la Constitución se establece el derecho a la alimentación, reconociendo que todas las personas tienen derecho a una alimentación adecuada, saludable y culturalmente aceptable. Esto implica que el Estado tiene la responsabilidad de garantizar la disponibilidad, accesibilidad y calidad de los alimentos, así como promover la producción agrícola para satisfacer las necesidades alimentarias de la población.

Además, el artículo 281 de la Constitución establece que el Estado ecuatoriano promoverá la soberanía y seguridad alimentaria, mediante políticas que fomenten la producción, distribución y acceso equitativo a los alimentos. Esto implica la necesidad de desarrollar estrategias y programas que impulsen la producción agrícola sostenible, diversificada y resiliente, incluyendo cultivos como el banano.

En el artículo 283 se reconoce el derecho a la investigación científica, tecnológica y de innovación. Este derecho garantiza la libertad de investigación, así como la generación, apropiación y difusión de conocimientos científicos y tecnológicos. El Estado ecuatoriano tiene la obligación de promover y fomentar la investigación en diferentes áreas del conocimiento, incluyendo la agricultura y la producción de alimentos.

1.3.2 Buenas Prácticas Agrícolas para Bananos FAO

Las BPA son “prácticas orientadas a la sostenibilidad ambiental, económica y social para los procesos productivos de la explotación agrícola que garantizan la calidad e inocuidad de los alimentos y de los productos no alimenticios”. Las BPA son particularmente importantes en la industria del banano, no sólo para la sostenibilidad de la producción y minimización del impacto ambiental, sino también para asegurar que las actividades de cosecha, empaqueo y transporte se lleven a cabo en condiciones higiénicas para ofrecer fruta inocua y de buena calidad a los consumidores. Por otra parte, ciertas actividades realizadas en el sector conllevan importantes riesgos para los trabajadores y éstas deben abordarse para asegurar una producción de banano segura y eficiente (FAO, 2017).

1.3.3 Guía de Buenas Prácticas para Banano

Art. 2. Objetivo. Establecer las especificaciones técnicas que deben ser consideradas en los procedimientos de Buenas Prácticas Agrícolas para Banano, en todas sus etapas, orientadas a asegurar la inocuidad de los alimentos, la protección del ambiente y de las personas que trabajan en la explotación (así como las comunidades que viven en su cercanía) y el manejo sustentable de los insumos y materias primas, asegurando la salubridad de los productos en todas las etapas de producción del banano (Agrocalidad, 2020).

CAPÍTULO 2

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Métodos

En la investigación se utilizaron métodos deductivos, los cuales fueron basados en estudios previos sobre la aplicación de consorcios de microorganismos eficientes en el cultivo de Banano.

Método inductivo: porque se partió de lo particular lo cual permitió establecer las conclusiones generales una vez que la información estuvo ordenada y validada.

Método descriptivo: Una vez que se tabularon los datos obtenidos de la evaluación aplicada de consorcios de microorganismos en estudio, lo cual permitió definir las causas y efectos en el cultivo de banano.

2.1.1 Modalidad y tipo de investigación

Experimental: Porque que se buscó valorar el comportamiento de diferentes dosis de dos consorcios de microorganismos en el desarrollo del cultivo de banano en campo. Además, se enmarcó en contener bases bibliográficas y descriptivas que la respaldan.

Descriptiva: La investigación fue de tipo descriptiva porque se revisaron diferentes dosis de dos consorcios de microorganismos eficientes lo cual permitió conocer cuál es la apropiada y de esta manera dar solución a la problemática en las zonas donde se siembra banano en el cantón Yaguachi, provincia del Guayas.

2.1.2. Diseño de investigación

El estudio tuvo una base experimental donde se evaluaron diferentes dosis de dos consorcios de microorganismos eficientes frente a un testigo absoluto. En este caso se trató de responder a una problemática de la mayoría de los agricultores con plantaciones de banano a pequeña escala, los cuales proveen a sus compradores sin importar la variedad de banano sembrado.

2.2. Variables

En este estudio, se consideró las siguientes variables para evaluar el efecto de los tratamientos en el desarrollo de las plantas de banano:

2.2.1. Variables independientes

Dos consorcios de Microorganismos (29 y 32 cepas)

2.2.2. Variables dependientes

- Contenido de macronutrientes en el tejido vegetal.
- Incremento de altura de plantas.
- Diámetro de fuste desde la aplicación
- Densidad de raíces.
- Número de manos

2.2.3. Operacionalización de las Variables

Se presenta la siguiente matriz de operacionalización de las variables:

Tabla 1. Operacionalización de las variables

	TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO DE MEDICIÓN	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE	Dos tipos de consorcios de microorganismo	La aplicación de consorcio de microorganismo e inspección en las plantaciones de banano en el cantón Yaguachi con la finalidad de validar las estrategias utilizadas para su manejo orgánico.	Cuantificación y análisis de los diferentes manejos de consorcio de microorganismo en el cultivo de banano en el cantón Yaguachi	Manejo manual Manejo mecánico Sistema de producción	Cuantitativo Cualitativo Ordinal	Entrevista Experimento
	Contenido de macronutrientes en tejido vegetal Característica morfológica Número de manos comerciales	La medición servirá para determinar su influencia en el manejo orgánico.	Cantidades nutrientes presente Efectividad en los manejos aplicados Productividad del manejo	Porcentajes de nutrientes Aperos o herramientas agrícolas Ingredientes activos	Cuantitativo Cualitativo	Inspección técnica Observación Observación

Elaborado por: San Martín, 2024

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

De acuerdo a la estructura experimental delineada, este ensayo tuvo una población total de 32 unidades experimental, y la aplicación de los tratamientos se

realizó con plantas con una altura de 1.5 metros, previo a la etapa de floración. No se recurrió a ningún muestreo específico, dado que la unidad experimental estuvo representada por una plántula. En cada una se valoró todas las variables antes indicadas.

2.4 Técnica de Recolección de datos

- Contenido de macronutrientes en el tejido vegetal.

Se midió el contenido de macronutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio) en el tejido vegetal con la obtención de muestras en el periodo de cosecha en cada unidad experimental, mediante análisis foliares enviados a laboratorio certificado. Permitiendo evaluar el impacto de los tratamientos en la absorción y asimilación de nutrientes por parte de las plantas.

- Altura de plantas.

Se midió la diferencia de altura de las plantas de banano antes y después de la aplicación de los tratamientos, las medidas se tomaron desde la base del pseudotallo (a 5 cm al nivel del suelo) hasta el punto del pseudopeciolo (extremo superior o distal de la vaina foliar). Esto permitió determinar el efecto de los tratamientos en el crecimiento vertical de las 32 unidades experimentales, con mediciones periódicas mensuales para conocer el crecimiento en los cuatro meses que duró la investigación.

- Diámetro de fuste desde la aplicación

Se midió el diámetro del fuste (o pseudotallo) de las plantas de banano a una altura a partir de los 50 centímetros a nivel del suelo (5 cm) de la aplicación de los tratamientos. Esto permitió evaluar el efecto de los tratamientos en el engrosamiento del tallo de las plantas, con mediciones periódicas mensuales en las 32 unidades experimentales para conocer el engrosamiento y si se existió influencia por los tratamientos aplicados.

- Densidad de raíces

Para el proceso de densidad de raíces, se utilizó un ortoedro ubicado frente a la planta madre y al hijo, a una distancia de 5 cm de la base de la planta para cada tratamiento en estudio. Se empleó una pala afilada con dimensiones de 30

cm de largo, 15 cm de ancho y 30 cm de profundidad, equivalente a un volumen de 13.5 dm³. Este procedimiento se basa en la metodología descrita por Granda (2021).

Con la recolección de todas las raíces se procedió a lavar para eliminar el exceso de suelo. Una vez limpias, las raíces se colocaron dentro de fundas plásticas junto con sus respectivas etiquetadas por tratamiento (Chávez et al., 2009). Se utilizó una balanza electrónica para pesar las raíces obtenidas por cada tratamiento y así obtener los datos de densidades (g/dm³).

- Número de manos

Se contabilizó el número de manos por racimos de cada tratamiento después del deschive, este se realizó en la segunda semana de haber producido la inflorescencia y los datos se tomó de las 32 unidades experimentales.

2.5. Estadística Descriptiva e Inferencial

Para la valoración estadística de los datos de las diferentes variables evaluadas se utilizó el análisis de varianza (ANOVA), previa a la constatación de los principios de normalidad y homocedasticidad de los residuales. El modelo de ANOVA utilizado, considerando el diseño experimental que se indica más adelante, es el que se describe en la tabla 2. En los casos en donde se detectó diferencias significativas, se aplicó la prueba de Tukey. Todos estos análisis se desarrollaron mediante el software INFOSTAT.

Tabla 2. Esquema de análisis de varianza (ADEVA) del diseño Cuadrado latino Doble

Fuente de variación	Grados de libertad
Total ($R \cdot t^2 - 1$)	31
Tratamientos ($t - 1$)	3
Filas ($t - 1$)	3
Columnas ($t - 1$)	3
Replicas ($R - 1$)	1
Error Experimental [$(t - 1)(t - 1)(t - 1) - 2$]	25

Elaborado por. San Martin, 2024

2.6. Diseño Experimental

El diseño experimental utilizado en este estudio fue el Cuadrado Latino, una técnica estadística que permite controlar y reducir el error experimental al asignar los tratamientos de forma balanceada y aleatoria a las unidades experimentales (Abarca, 2005). En este caso, se aplicó un Cuadrado Latino Doble para evaluar el efecto de cuatro tratamientos diferentes en el desarrollo de las plantas de banano.

El Cuadrado Latino Doble es un diseño especialmente adecuado cuando se tienen más de dos tratamientos y se busca minimizar los efectos no deseados de los factores de bloqueo en el experimento. En este diseño, se utilizan dos cuadrados latinos, uno como bloque y otro como tratamiento, de manera que cada tratamiento aparece una vez en cada bloque y cada bloque aparece una vez en cada tratamiento (Ortiz y Chile A., 2020). Esto permite reducir la variabilidad y los posibles sesgos en la estimación de los efectos de los tratamientos.

En este estudio, se aplicaron cuatro tratamientos diferentes: B401 (T1 con 29 cepas), B501 (T2 con 32 cepas), B401 + B501 (T3 con 61 cepas combinadas) y un grupo de control (testigo absoluto como T4). Estos tratamientos fueron asignados de forma aleatoria a las unidades experimentales, que en este caso fueron las plantas de banano seleccionadas para el ensayo.

El Cuadrado Latino Doble implica la formación de bloques y tratamientos en una matriz cuadrada. En este caso, se utilizaron cuatro bloques y cuatro tratamientos, lo que dio lugar a una matriz de 4x4. Cada bloque contuvo una combinación diferente de tratamientos, asegurando que no haya repetición de tratamientos dentro de cada bloque.

Para asignar los tratamientos a los bloques, se puede utilizar una tabla de aleatorización previamente generada. Esta tabla asegura que se cumplan las condiciones del diseño, evitando la repetición de tratamientos dentro de cada bloque y garantizando la igualdad de frecuencia de los tratamientos en cada posición del cuadrado latino.

Una vez asignados los tratamientos a los bloques, se procedió a la aplicación de los mismos en las plantas de banano seleccionadas. Se realizaron las mediciones correspondientes a las variables mencionadas anteriormente, como el contenido de macronutrientes en el tejido vegetal, el incremento de altura, el diámetro del fuste, la cantidad de raíces y número de manos.

Posteriormente, se recopilaron los datos obtenidos y se realizó un análisis estadístico utilizando métodos apropiados para el diseño experimental utilizado. Esto incluyó un análisis de varianza (ANOVA) para determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos y pruebas de comparación múltiple para identificar las diferencias específicas entre los tratamientos evaluados.

El diseño Cuadrado Latino Doble proporciona una estructura robusta y eficiente para evaluar múltiples tratamientos en un experimento. Al controlar el error experimental y maximizar la precisión de los resultados, se obtiene una mayor confianza en las conclusiones obtenidas. Además, al asignar los tratamientos de forma aleatoria, se minimiza el sesgo y se garantiza la imparcialidad del estudio.

En resumen, el diseño Cuadrado Latino Doble utilizado en este estudio permitió evaluar de manera rigurosa el efecto de los tratamientos en el desarrollo de las plantas de banano. Su aplicación garantiza un adecuado control del error experimental y la asignación equilibrada de los tratamientos a las unidades experimentales. Los resultados obtenidos a partir de este diseño fueron fundamentales para la toma de decisiones en el manejo y la optimización de la producción de banano.

2.6.1. Tratamientos de estudio

El diseño estadístico utilizado en este estudio fue el Cuadrado Latino Doble. Se aplicaron cuatro tratamientos diferentes con cuatro repeticiones cada uno. Los tratamientos a evaluar fueron:

Tabla 3. Tratamientos a aplicarse en la investigación

Tratamientos	Descripción
T1	B401 (2 l/ha) con 29 cepas
T2	B501 (2 l/ha) con 32 cepas
T3	B401 + B501 (2 l/ha) 1l c/u
T4	Testigo absoluto

Elaborado por. San Martín, 2024

2.6.2. Delimitación del estudio

El presente ensayo se llevó a cabo en la parroquia Virgen de Fátima, que forma parte del cantón Yaguachi, en Ecuador. El área de estudio se centró específicamente en una bananera de 20 hectáreas ubicada en esta parroquia. Se seleccionó esta localización debido a su relevancia en la producción de banano en

la región y su representatividad en cuanto a las condiciones agroclimáticas y de manejo del cultivo.

En términos de las características del cultivo de banano, se limitó el estudio a la variedad R5. Esta variedad es ampliamente cultivada en la zona y se ha demostrado que tiene un buen desempeño en relación a la producción y calidad del fruto. Al centrarnos en esta variedad en particular, se busca obtener resultados específicos y aplicables a los productores de banano que trabajan con esta variedad en la parroquia Virgen de Fátima.

En cuanto al tamaño de la bananera, se consideraron únicamente las 20 hectáreas seleccionadas para el ensayo. Esto permitió un control adecuado de las condiciones de cultivo y una supervisión más detallada de las plantas de banano involucradas en el estudio.

Es importante mencionar que la delimitación geográfica y de tamaño de la bananera no implica que los resultados obtenidos sean extrapolables a otras áreas o tamaños de plantaciones. Sin embargo, los hallazgos de este estudio pudieron ser útiles como referencia y guía para los productores de banano que trabajan en condiciones similares a las del área de estudio.

2.6.3. Manejo del Ensayo

En el manejo del ensayo, se tomaron en cuenta aspectos específicos relacionados con la disposición y densidad de las plantas de banano en la bananera seleccionada. Teniendo en cuenta la información proporcionada, se estableció un esquema de manejo que se adapte a las características particulares del cultivo en estudio.

En primer lugar, se consideró la disposición de las plantas de banano en la bananera. Se menciona que de terciaria a terciaria hay 9 hileras de banano. Esta información es relevante para determinar cómo se distribuyó a los tratamientos en el ensayo. Se buscó que los tratamientos se apliquen de manera equilibrada y uniforme en cada hilera, para asegurar una representación adecuada de los tratamientos en toda la bananera.

Además, se tomó en cuenta la densidad de plantas de banano en el área de estudio. Se menciona que hay 1 400 plantas por hectárea. Esta información fue útil para determinar la cantidad de unidades experimentales requeridas y el número de plantas de banano que se incluyó en cada repetición. Se aseguró que cada

repetición contenga un número equivalente de plantas, siguiendo la densidad establecida en la bananera.

Otro aspecto importante a considerar es el clon utilizado en el ensayo. Se menciona que el clon es Gran Enano. El clon utilizado puede tener influencia en la respuesta de las plantas de banano a los tratamientos aplicados. Se buscó que las plantas seleccionadas para el ensayo correspondan al clon Gran Ney, garantizando así la homogeneidad y coherencia en los resultados obtenidos.

En cuanto al manejo específico del ensayo, se establecieron los procedimientos para la aplicación de los tratamientos en las plantas de banano. Se definieron las dosis, momento de aplicación previo y después a la etapa de floración, la forma (vía Drench), asegurando que se sigan los protocolos recomendados y las buenas prácticas agrícolas. Se registraron adecuadamente todas las intervenciones realizadas, incluyendo las fechas y las cantidades de tratamiento aplicadas.

Además, se implementaron medidas de control y monitoreo durante el desarrollo del ensayo. Se realizaron observaciones regulares para detectar cualquier signo de enfermedades, plagas u otros factores que puedan afectar el desarrollo de las plantas de banano. En caso de ser necesario, se tomaron medidas correctivas para mantener las condiciones óptimas de crecimiento y minimizar posibles interferencias en los resultados del ensayo.

Antes de la aplicación de los tratamientos, se realizó un análisis de suelo para evaluar las condiciones nutricionales y físicas del sustrato. Con base en los resultados obtenidos, se ejecutó la aplicación de los tratamientos en las plantas de banano de acuerdo al diseño estadístico previamente establecido.

Durante el desarrollo del ensayo, se registró en detalla las mediciones y observaciones realizadas, anotando el contenido de macronutrientes en el tejido vegetal, el incremento de altura, el diámetro del fuste, la cantidad de raíces y el número de manos por racimo deschivado. Estas mediciones se realizaron tanto antes como después de la aplicación de los tratamientos, permitiendo comparar los resultados y determinar los efectos causados por los mismos.

Al finalizar el ensayo, se realizó un análisis estadístico de los datos obtenidos para determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Los resultados obtenidos fueron interpretados y discutidos en función de los objetivos planteados en la investigación. Esta metodología permitió evaluar

de manera precisa y rigurosa el efecto de los tratamientos en el desarrollo de las plantas de banano, proporcionando información relevante para el manejo y la optimización de la producción de este cultivo.

2.7 Cronograma de Actividades.

El presente proyecto de investigación tiene que cumplir las diversas etapas planteadas en la tabla 3.

Tabla 4. Cronograma de actividades

Actividades	Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Selección del tema	X	x																																						
Recopilación de información	X	x																																						
Desarrollo e inscripción del anteproyecto	X	x	x	x	X	x	x	X																																
Presentación del anteproyecto											x																													
Revisión del anteproyecto											x																													
Sustentación del anteproyecto												x																												
Desarrollo de la fase experimental													x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x								
Análisis de datos																																								
Redacción de tesis																	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x								
Revisión del primer borrador																																								
Corrección de tesis																																								
Trámites para sustentar																																								
Sustentación de tesis																																								
Revisión del trabajo final																																								
Entrega de tesis empastada																																								

Elaborado por: San Martín, 2024

RESULTADOS

Análisis de la aplicación individual y combinada de consorcios de microorganismos eficientes en aplicación en plantas de banano.

- **Altura de plantas (m)**

En la Tabla 5 se registra la altura de la planta, datos obtenidos durante el evento experimental (1er al 4to mes de aplicación) con el clon de banano Gran Ney, por cada unidad experimental; presentó un coeficiente de variación del 1.28% y 1.33% para la 1era y 2da aplicación, respectivamente; mientras que para la 3ra aplicación fue de 1.50%; y en la 4ta aplicación fue de 1.24%. Además, en todas las aplicaciones se muestra un p-valor $0.0001 < 0.05$ por tanto existe al menos un tratamiento que presenta diferencia significativa.

Tabla 5. Promedio de altura del clon Gran Ney (m)

Tratamiento	Inicial	30 días	60 días	90 días	120 días
T1: B401 (2 l/ha)	1.49a	1.59b	1.66b	1.79b	1.83b
T2: B501 (2 l/ha)	1.46a	1.58b	1.65b	1.78b	1.83b
T3: B401 (2 l/ha) + B501 (2 l/ha)	1.45a	1.63a	1.72a	1.88a	1.93a
T4: Testigo absoluto	1.46a	1.57b	1.6c	1.67c	1.72c
C.V. (%)	2.65	1.28	1.33	1.50	1.24
E.E.	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
p-valor	0.294	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: San Martín, 2024

El mayor efecto experimental respecto al desarrollo de crecimiento vegetativo después de la 1era aplicación lo presentó el T3: B401 (2 l/ha) + B501 (2 l/ha) con 1.63 metros; seguido de los tratamientos T2: B501 (2l/ha) que alcanzó los 1.58 metros y T1: B401 (2l/ha) con 1.59 metros; ambos tratamientos mostraron similitud de respuesta; diferente de la planta de banano cuando no se le aplica tratamiento alguno que alcanzó los 1.57 metros.

El mayor efecto experimental respecto al desarrollo de crecimiento vegetativo después de la 2da aplicación lo presentó el T3: B401 (2 l/ha) + B501 (2 l/ha) con 1.72 metros; seguido de los tratamientos T2: B501 (2l/ha) que alcanzó los 1.65 metros y T1: B401 (2l/ha) con 1.66 metros; ambos tratamientos mostraron

similitud de respuesta; diferente de la planta de banano cuando no se le aplica tratamiento alguno que alcanzó los 1.60 metros.

El mayor efecto experimental respecto al desarrollo de crecimiento vegetativo después de la 3era aplicación lo presentó el T3: B401 (2 l/ha) + B501 (2 l/ha) con 1.88 metros; seguido de los tratamientos T2: B501 (2l/ha) que alcanzó los 1.78 metros y T1: B401 (2l/ha) con 1.79 metros; ambos tratamientos mostraron similitud de respuesta; diferente de la planta de banano cuando no se le aplica tratamiento alguno que alcanzó los 1.67 metros.

El mayor efecto experimental respecto al desarrollo de crecimiento vegetativo después de la 4ta aplicación lo presentó el T3: B401 (2 l/ha) + B501 (2 l/ha) con 1.93 metros; seguido de los tratamientos T2: B501 (2l/ha) y T1: B401 (2l/ha) que alcanzaron los 1.83 metros; ambos tratamientos mostraron similitud de respuesta; diferente de la planta de banano cuando no se le aplica tratamiento alguno que alcanzó los 1.72 metros.

Por tanto, se observa que con la aplicación del tratamiento T3: B401 (2 l/ha) + B501 (2 l/ha) crece 0.30 metros en un periodo de 4 meses. Diferente cuando no se aplica tratamiento alguno cuya planta de banano crece 0.15 metros, cual presenta su desarrollo común por genética del mismo.

- **Diámetro de fuste (cm)**

En esta Tabla 6 se muestra los valores promedios del diámetro del fuste, datos obtenidos durante el periodo experimental (1er al 4to mes de aplicación) con el clon de banano Gran Ney, en cada unidad experimental. Según los análisis estadísticos, presentó un coeficiente de variación del 1.68% para la 1era, 2da y 3era aplicación; mientras que para la 4ta aplicación fue de 1.41%. por tanto, en todas las aplicaciones se muestra un p-valor $0.0001 < 0.05$ por tanto existe al menos un tratamiento que presenta diferencia significativa en el diámetro del fuste

Tabla 6. Promedio de diámetro (cm) del fuste del clon Gran Ney

Tratamiento	Inicial	30 días	60 días	90 días	120 días
T1: B401 (2 l/ha)	16.2b	18.05b	18.83b	20.23b	20.68b
T2: B501 (2 l/ha)	16.25b	17.95b	18.75b	20.18b	20.68b
T3: B401 (2 l/ha) + B501 (2 l/ha)	16.8a	18.53a	19.63a	21.6a	22.13a
T4: Testigo absoluto	15.95b	17.5c	17.8c	18.58c	18.95c

C.V. (%)	1.43	1.68	1.68	1.68	1.41
E.E.	0.09	0.11	0.12	0.13	0.11
p-valor	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
 Elaborado por: San Martín, 2024

El mayor efecto experimental respecto al desarrollo de crecimiento vegetativo en el fuste después de la 1era aplicación lo presentó el T3: B401 (2 l/ha) + B501 (2 l/ha) con 18.53 cm; seguido de los tratamientos T2: B501 (2l/ha) que alcanzó los 17.95 cm y T1: B401 (2l/ha) con 18.05 cm; ambos tratamientos mostraron similitud de respuesta; diferente de la planta de banano cuando no se le aplica tratamiento alguno que alcanzó los 17.5 cm.

El mayor efecto experimental respecto al desarrollo de crecimiento vegetativo en el fuste después de la 2da aplicación lo presentó el T3: B401 (2 l/ha) + B501 (2 l/ha) con 19.63 cm; seguido de los tratamientos T2: B501 (2l/ha) que alcanzó los 18.75 cm y T1: B401 (2l/ha) con 18.83 cm; ambos tratamientos mostraron similitud de respuesta; diferente de la planta de banano cuando no se le aplica tratamiento alguno que alcanzó los 17.8 cm.

El mayor efecto experimental respecto al desarrollo de crecimiento vegetativo en el fuste después de la 3era aplicación lo presentó el T3: B401 (2 l/ha) + B501 (2 l/ha) con 21.6 cm; seguido de los tratamientos T2: B501 (2l/ha) que alcanzó los 20.18 cm y T1: B401 (2l/ha) con 20.23 cm; ambos tratamientos mostraron similitud de respuesta; diferente de la planta de banano cuando no se le aplica tratamiento alguno que alcanzó los 18.58 cm.

El mayor efecto experimental respecto al desarrollo de crecimiento vegetativo en el fuste después de la 4ta aplicación lo presentó el T3: B401 (2 l/ha) + B501 (2 l/ha) con 22.13 cm; seguido de los tratamientos T2: B501 (2l/ha) y T1: B401 (2l/ha) que alcanzaron los 20.68 cm; diferente de la planta de banano cuando no se le aplica tratamiento alguno que alcanzó los 18.95 cm.

- **Densidad de raíces**

En esta Tabla 7 se muestra los valores promedios de la densidad de raíces (gramos por cada 15 dm³) de la planta de banano, datos obtenidos durante el periodo de cosecha con el clon de banano Gran Ney, por cada unidad experimental. Según los análisis estadísticos, presentó un coeficiente de variación del 5,88%;

además, se observó que existe diferencias significativas entre tratamientos con un p-valor $0.0001 < 0.05$ como consecuencia, existe al menos un tratamiento que presenta diferencia significativa o efecto fisiológico en la densidad de raíces.

Tabla 7. Promedio de la densidad de raíces (g/dm³) del clon Gran Ney

Tratamiento	Promedio
T1: B401 (2 l/ha)	45.5b
T2: B501 (2 l/ha)	47ab
T3: B401 (2 l/ha) + B501 (2 l/ha)	50.25a
T4: Testigo absoluto	34.88c
C.V. (%)	5.88
E.E.	0.98
p-valor	<0.0001

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)
Elaborado por: San Martín, 2024

El mayor efecto experimental respecto al desarrollo de la densidad de raíces en el periodo de cosecha, lo presentó el T3: B401 (2 l/ha) + B501 (2 l/ha) con 50 g/dm³; seguido de los tratamientos T2: B501 (2l/ha) con 47 g/dm³ y T1: B401 (2l/ha) que alcanzó los 45.5 g/dm³; diferente cuando no se le aplica tratamiento alguno que alcanzó los 34.88 g/dm³.

Tratamientos de mayor eficacia en el desarrollo de la planta de banano.

- Contenido de macronutrientes en el tejido vegetal (%)

Como se muestra en el apartado de los Anexo 5 (reporte de análisis foliar – pseudotallo) de la Estación Experimental del Litoral Sur, las plantas de banano tratadas con T1: B401 (2l/ha) presenta niveles de adecuados de macronutrientes, exceptuando fósforo, que muestra una deficiencia del 0.09%. Para el tratamientos T2: B501 (2l/ha), los niveles de macronutrientes son adecuados a excepción de Magnesio (Mg) que presenta una deficiencia del 0.10%. En el caso del tratamiento T3: B401 (2 l/ha) + B501 (2 l/ha), los niveles de macronutrientes se encuentran dentro de los rangos adecuados. A continuación, Tabla 8 resumen:

Tabla 8. Niveles macronutrientes del tejido vegetal (%)

Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg	S
T1: B401 (2 l/ha)	1.5 a	0.09 d	0.68 a	4.70 a	0.21 a	0.18 a
T2: B501 (2 l/ha)	1.6 a	0.10 a	0.71 a	3.21 a	0.10 d	0.18 a
T3: B401 (2 l/ha) + B501 (2 l/ha)	1.6 a	0.10 a	0.73 a	3.75 a	0.20 a	0.18 a
T4: Testigo absoluto	1.5 a	0.09 d	0.74 a	2.21 a	0.18 d	0.09 d

A: adecuado. D: deficiente

Elaborado por: San Martin, 2024

Mientras que el tratamiento control (testigo absoluto), presentó deficiencia en el fósforo (P) con 0.09%, magnesio (Mg) con 0.18%, y Azufre (S) con 0.09%.

Establecimiento de la influencia de los tratamientos en la productividad del cultivo de banano.

- Número de manos (n)

En esta Tabla 9 se muestra los valores promedios del número de manos comerciales del banano Gran Ney, datos obtenidos durante el periodo de cosecha, en cada unidad experimental. Según los análisis estadísticos, presentó un coeficiente de variación del 8.41%; además, se observó que existe diferencias significativas entre tratamientos con un p-valor $0.117 > 0.05$ como consecuencia, no existe tratamiento que presenta diferencia significativa o no presente efecto en la emisión del número de manos comerciales.

Tabla 9. Promedio del número de manos del Gran Ney (n)

Tratamiento	Promedio
T1: B401 (2 l/ha)	7 a
T2: B501 (2 l/ha)	7 a
T3: B401 (2 l/ha) + B501 (2 l/ha)	8 a
T4: Testigo absoluto	7 a
C.V. (%)	8.41
E.E.	0.23
p-valor	0.1168

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: San Martin, 2024

El mayor efecto experimental respecto al número de manos comerciales en el periodo de cosecha, lo presentó el T3: B401 (2 l/ha) + B501 (2 l/ha) con 8 manos

comerciales; seguido de los tratamientos T2: B501 (2l/ha) y T1: B401 (2l/ha) que alcanzaron 7 manos comerciales; y aunque el testigo control no se le aplica tratamiento alguno que alcanzó los 7 manos comerciales.

DISCUSIÓN

Los resultados de la presente investigación muestran que el uso de la combinación de consorcio de microorganismo (B401 que contiene *Azospirillum* spp, *Bacillus* sp, *Cellulomonas* sp, *Pseudomonas* sp, *Rhodopseudomonas* sp, *Saccharomyces* sp, *Streptomyces* sp, *Xanthobacter* spp, *Yarrowia* sp + B501 que contiene *Bacillus* sp; *Candida* ssp; *Chaetomium* sp, *Cellulomonas* sp, *Lactobacillus* sp; *Pseudomonas* sp, *Paracoccus* sp, *Phanerochaete* sp, *Saccharomyces* sp; *Streptomyces* sp, *Yarrowia* sp.) con una dosificación de 2 litros en relación a una hectárea, muestra una compatibilidad y estabilidad bajo las condiciones ambientales del experimento, creando diferencias significativas (p -valor <0.05) en comparación cuando se aplican por separado en variables como el incremento vegetativo en su altura (Tabla 5) y diámetro del fuste (Tabla 6) de la planta de banano Gran Ney. Evidenciando lo expuesto por Rahayu et al. (2021), que cuando la inoculación con microorganismo de los géneros básicos comunes (*Bacillus* spp, *Enterobacter* spp., *Pseudomonas* spp. y *Rhizobium* spp) pueden influir en aspectos de la aptitud de la planta de banano, mejorando la calidad y salud de la planta y suelo; mismo efecto se ha observado en los ensayos de Beltra et al. (2021) donde la asociación de diferentes microorganismos perciben con sus diferentes fenotipos con múltiples enfoques el crecimiento de las plantas, mejorando su tolerancia con otros organismos y mejorando la interacción entre ellos. Por lo que, el uso de consorcios de microorganismos eficientes y la frecuencia de uso produce un impacto positivo en la morfología en suelos del cantón de Yaguachi en la provincia del Guayas.

En cuanto a la mayor eficacia en el desarrollo de la planta de banano, se monitorizó con un análisis de tejido vegetal (Tabla 8), observándose diferencias y donde el tratamiento T3 (B401 que contiene *Azospirillum* spp, *Bacillus* sp, *Cellulomonas* sp, *Pseudomonas* sp, *Rhodopseudomonas* sp, *Saccharomyces* sp, *Streptomyces* sp, *Xanthobacter* spp, *Yarrowia* sp + B501 que contiene *Bacillus* sp; *Candida* ssp; *Chaetomium* sp, *Cellulomonas* sp, *Lactobacillus* sp; *Pseudomonas* sp, *Paracoccus* sp, *Phanerochaete* sp, *Saccharomyces* sp; *Streptomyces* sp, *Yarrowia* sp.) con una dosificación de 2 litros en relación a una hectárea, mostrando compatibilidad y estabilidad, presentando niveles adecuado para la plantación de Banano. Con esto se puede exteriorizar que, con los microorganismos

experimentales utilizados se puede obtener una plantación orgánica, disminuyendo problemas fitosanitarios en épocas secas de la zona de Yaguachi (Guayas). Concordando por lo expuesto por (Melo, 2021) quien acota que, se ha demostrado que la adición de *Bacillus* spp. al suelo reduce la severidad de enfermedades en plantaciones de banano, con aumentos concomitantes en las abundancias relativas de las poblaciones de *Gemmatimonas*, *Sphingomonas*, *Rhizobium* y/o *Pseudolabrys*; además, el *Rhizobium* spp, produce la fitohormona auxina ácido indol-3-acético, fija nitrógeno y solubiliza fosfato que son aprovechadas por la planta del banano. Siendo evidente que, el uso de consorcios de microorganismos eficientes y la frecuencia de uso produce un impacto positivo en la morfología y productividad en plantaciones de banano del cantón de Yaguachi en la provincia del Guayas.

Así también los valores significativos y diferencias estadísticas entre los tratamientos encontrados en la variable número de manos comerciales (Tabla 9), presentaron mejor calidad visual al momento de la cosecha con el tratamiento T3 (B401 que contiene *Azospirillum* spp, *Bacillus* sp, *Cellulomonas* sp, *Pseudomonas* sp, *Rhodopseudomonas* sp, *Saccharomyces* sp, *Streptomyces* sp, *Xanthobacter* spp, *Yarrowia* sp + B501 que contiene *Bacillus* sp; *Candida* ssp; *Chaetomium* sp, *Cellulomonas* sp, *Lactobacillus* sp; *Pseudomonas* sp, *Paracoccus* sp, *Phanerochaete* sp, *Saccharomyces* sp; *Streptomyces* sp, *Yarrowia* sp.) con una dosificación de 2 litros en relación a una hectárea, observándose que las plantas estaban en su estado fenológico de fructificación, el cual influyó el consorcio de microorganismos debido a compatibilidad, estabilidad de los cambios asociados a la aplicación de este tratamiento (vía drench) en su rizodeposición (interacción de raíces y microorganismo con su entorno), donde le huésped (planta de banano) se asoció positivamente con la similitud del consorcio de microorganismo; información asemejada por el estudio realizado de (Umer, y otros, 2021), la diversidad bacteriana encontradas en las raíces de plantas del género *Musa* spp (comerciales y silvestre), albergan y tiende reflejarse positivamente (no siempre) dependiendo de la distancia filogenética (variedad) de la planta de banano e influyendo en su productividad y esparcimiento.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

El empleo individual de los consorcios de microorganismos B401 y B501 no presenta diferencias significativas en la morfología de las plantas de banano. Sin embargo, la combinación de ambos consorcios (B401 + B501) revela mejoras notables en diversas características morfológicas, como la altura de las plantas, el diámetro del fuste y la densidad radicular. Indicando que la sinergia entre los microorganismos de B401 y B501 puede potenciar el crecimiento y desarrollo del banano, promoviendo un sistema radicular más robusto y una estructura de planta más vigorosa.

La aplicación de dos consorcios de microorganismos (T3: B401 + B501) en plantas de banano mostró efectos significativamente positivos ($p < 0.05$) en las características morfológicas. Las plantas tratadas alcanzaron una altura promedio de 1.93 metros y un diámetro de fuste de 22.13 cm, junto con una densidad radicular de 50.25 g/dm³.

El tratamiento que demostró la mayor influencia en el incremento productivo, alcanzando 8 manos por racimo de banano, fue la combinación de los consorcios de microorganismos (T3: B401 + B501). Este tratamiento no solo aumentó la productividad, sino que también mostró que las plantas presentaron niveles (%) adecuados de nutrientes esenciales, nitrógeno (N) con rangos de 1.5 a 1.6, fósforo (P) en 0.10, potasio (K) en 0.73, calcio (Ca) en 3.75, magnesio (Mg) en 0.20, y azufre (S) en 0.18.

Recomendaciones

Se aconseja la aplicación de los consorcios de microorganismos B401 y B501 (2l/ha) para mejorar el desarrollo morfológico en plantaciones de banano en la zona de Yaguachi (Guayas), optimizando la agroproductividad y sostenibilidad del cultivo.

La aplicación continua de los consorcios de microorganismo fomenta un aumento en la producción de manos por racimo, y asegurando niveles adecuados de nutrientes esenciales promoviendo una salud óptima para plantaciones de banano orgánicas.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Abarca, O. I. (2005). Metodología de bajo costo para el levantamiento planimétrico de predios agrícolas con sistemas de información geográfica. *Agronomía Tropical*, 55(2), 183-201.
- Agrocalidad. (2020). *Guía de Buenas Prácticas para Banano*. Obtenido de Agrocalidad: Guías de Buenas Prácticas Agrícolas: <https://www.agrocalidad.gob.ec/guias-de-buenas-practicas-agricolas/>
- Aguirre Forero, S. E., Piraneque Gambasica, N. V., & Cruz O'Byrne, R. K. (2022). Relación entre nutrientes con carbono, nitrógeno y materia orgánica en suelos de la zona bananera de Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 13(2), 93–112, <https://doi.org/10.22490/21456453.5186>.
- Altendorf, S. (2020). Evaluación preliminar del impacto de la pandemia de la COVID-19 en el comercio de bananos y frutas tropicales. *Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura (FAO)*, Noviembre, 11–16.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. (Registro oficial 449): Recuperado de: https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf.
- Beltra, M., Martinez, A., Olmos, I., Valdez, B., Chavez, Y., Di Mascio, P., & White, J. (2021). Probiotic Endophytes for More Sustainable Banana Production. *Microorganisms* 9(9), 1805, <https://doi.org/10.3390/microorganisms9091805>.
- Birt, H. W., Pattison, A., Skarshewski, A., Daniells, J., Raghavendra, A., & Dennis, P. G. (2022). The core bacterial microbiome of banana (*Musa* spp.). *Environmental Microbiome* 17, 46, <https://doi.org/10.1186/s40793-022-00442-0>.
- Brück, S. A.-T., de Oliveira, T. B., Cereia, M., & de Moraes Polizeli, M. d. (2022). Prospection of Psychrotrophic Filamentous Fungi Isolated from the High Andean Paramo Region of Northern Ecuador: Enzymatic Activity and Molecular Identification. *Microorganisms*, 10(2), 282, <https://doi.org/10.3390/microorganisms10020282>.

- Calero Hurtado, A., Quintero Rodríguez, E., Pérez Díaz, Y., González-Pardo, Y., & González Lorenzo, T. N. (2019). Microorganismos eficientes y vermicompost lixiviado aumentan la producción de pepino. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* 22(2), <https://doi.org/10.31910/rudca.v22.n2.2019.1167>.
- Chabla Carrillo, J., Vidal Vazquez, E., Barrezueta Unda, S., & Bustamante León, M. (2019). Determinación del intervalo Hídrico Optimo en un suelo Inceptisol bananero, bajo sistemas de riego. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(2), 38–44.
- Chandler, S. (1995). The nutritional value of bananas. In *Bananas and Plantains* (pp. 468–480). Springer Netherlands, https://doi.org/10.1007/978-94-011-0737-2_16.
- Chávez-Velazco, C., & Araya-Vargas, M. (2009). Correlación entre las características del suelo y los nematodos de las raíces del banano (*Musa AAA*) en Ecuador. *Agronomía Mesoamericana*, 20(2), 361., <https://doi.org/10.15517/am.v20i2.4952>.
- Churchill, A. C. (2011). *Mycosphaerella fijiensis*, the black leaf streak pathogen of banana: progress towards understanding pathogen biology and detection, disease development, and the challenges of control. *Molecular Plant Pathology*, 12(4), 307–328, <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2010.00672.x>.
- Cioppo, F. D. (2016). Ecuador: Exportación de banano (*Musa sp.*) Estudio sectorial del banano ecuatoriano de exportación. *Universidad Agraria Del Ecuador*.
- FAO. (2017). *Colección de buenas prácticas: Foro Mundial bananero*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO siglas en inglés). Seceratría del Foro Mundial Bananero: <http://www.fao.org/3/i6917s/i6917s.pdf>
- Formowitz, B., Elango, F., Okumoto, S., Müller, T., & Buerkert, A. (2007). The role of “effective microorganisms” in the composting of banana (*Musa ssp.*) residues. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 170(5), 649–656, <https://doi.org/10.1002/jpln.200700002>.
- Ghag, S. B., & Ganapathi, T. R. (2017). Genetically modified bananas: To mitigate food security concerns. *Scientia Horticulturae* 214, 91–98, <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.11.023>.

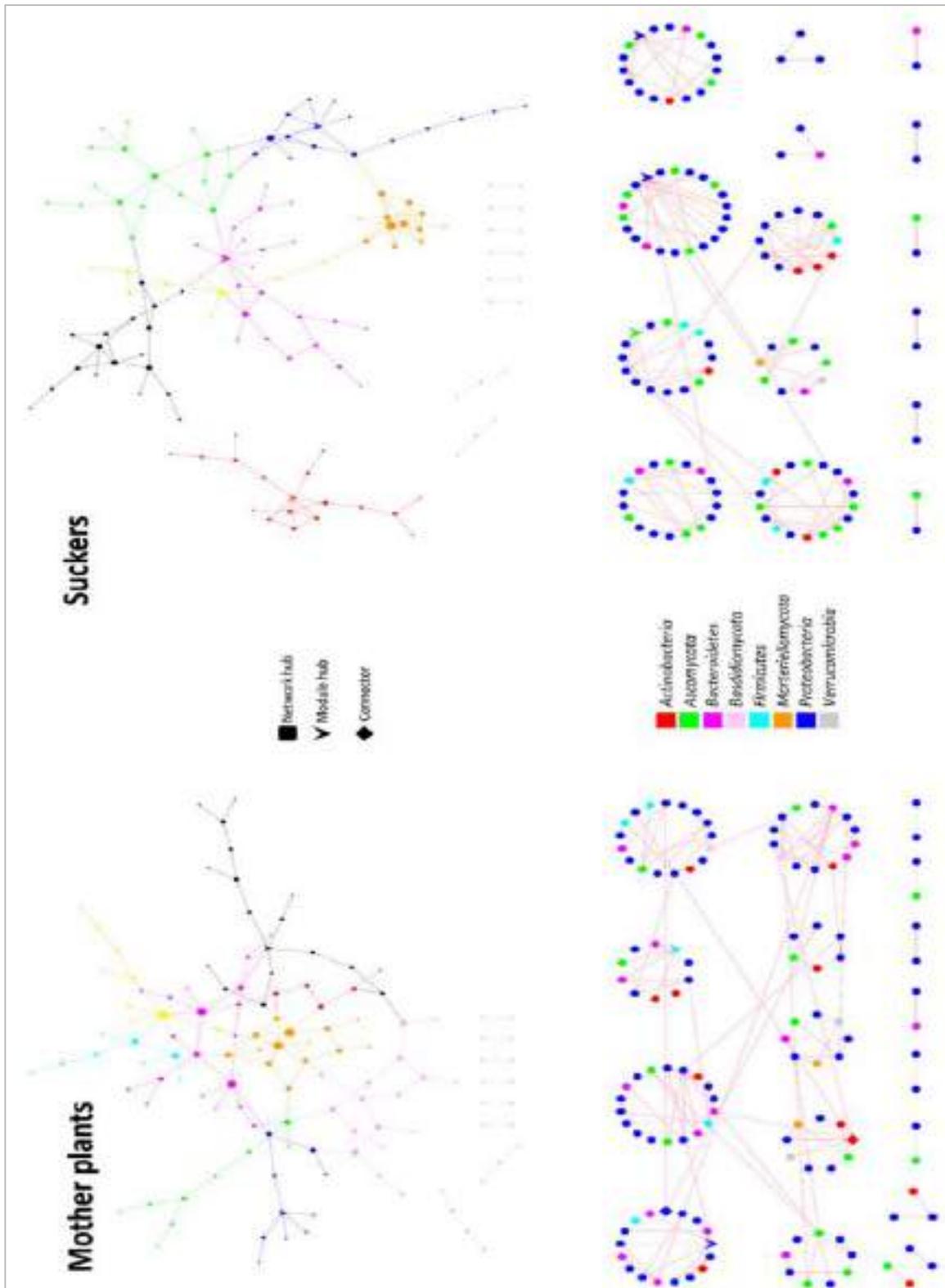
- Gómez, C., Fernández, A., Cardoni, M., Valverde, A., López, J., Fernández, M., & J., M. (2021). The Banana Root Endophytome: Differences between Mother Plants and Suckers and Evaluation of Selected Bacteria to Control *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*. *Journal Fungi* 7(3), 194, <https://doi.org/10.3390/jof7030194>.
- Gonzabay, R. (2017a). Cultivo del banano en Ecuador. *Afese* 58, 113-142.
- Gonzabay, R. (2017b). Cultivo de banano en el Ecuador. *Revista Afese* 58(58).
- Granda Alvarez, C. J. (2021). Determinación del efecto de enraizadores orgánicos en el cultivo de Banano. [Trabajo de Titulación Agronomía]. *Universidad Técnica de Machala*.
- Huang, S., Martínez, M. M., & Bohrer, B. M. (2019). The Compositional and Functional Attributes of Commercial Flours from Tropical Fruits (Breadfruit and Banana). *Foods* 8(11), 586, <https://doi.org/10.3390/foods8110586>.
- Humberto Centanaro, P., & Nava, J. C. (2021). Nudos críticos de procesos gerenciales en unidades productivas de banano, Milagro, Ecuador (Bottlenecks of Manageria Processes at Banana Production Units in Milagro, Ecuador). *Revista CEA*, 7(3).
- Iriarte, A., Almeida, M. G., & Villalobos, P. (2014). Carbon footprint of premium quality export bananas: Case study in Ecuador, the world's largest exporter. *Science of The Total Environment*, 472, 1082–1088, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.11.072>.
- León, L. A., Matailo, A. M., Romero, A. A., & Portalanza, C. A. (2020). Ecuador: producción de banano, café y cacao por zonas y su impacto económico 2013-2016. *Revista Científica UISRAEL*, 7(3), 97–114, <https://doi.org/10.35290/rcui.v7n3.2020.324>.
- Magdama, F., Monserrate-Maggi, L., Serrano, L., García Onofre, J., & Jiménez-Gasco, M. (2020). Genetic Diversity of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, the *Fusarium* Wilt Pathogen of Banana, in Ecuador. *Plants*, 9(9), 1133, <https://doi.org/10.3390/plants9091133>.
- Martínez, G., Delgado, E., Pargas, R., Manzanilla, E., & Ramírez, H. (2007). Consideraciones generales sobre la producción y el comercio mundial de banano. *Producción, exportación e importación. Ceniap Hoy*, 13(January), 12.

- Melo, F. (2021). Association of growth-promoting microorganisms and fertilizers improves the quality of banana seedling (Tese de doutorado). *Universidade Estadual Do Sudoeste Da Bahia*, <http://www2.uesb.br/ppg/ppgagronomia/wp-content/uploads/2022/03/ASSOCIATION-OF-GROWTH-PROMOTING-MICROORGANISMS-AND-FERTILIZERS-IMPROVES-THE-QUALITY-OF-BANANA-SEEDLINGS-Moreira-F.-M..pdf>.
- Mwangi, A. M., Kahangi, E. M., Ateka, E., Onguso, J., Mukhongo, R. W., Mwangi, E. K., & Jefwa, J. M. (2013). Growth effects of microorganisms based commercial products inoculated to tissue cultured banana cultivated in three different soils in Kenya. *Applied Soil Ecology*, *64*, 152–162, <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2012.12.002>.
- NCBI. (2020). *Mapa de vida*. Obtenido de Centro Nacional de Información Biotecnológica NCBI: <http://lifemap-ncbi.univ-lyon1.fr/>
- Nyombi, K. (2020). Diagnosis and management of nutrient constraints in bananas (*Musa spp*). *Elsevier - Fruit Crops*, 651-659, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818732-6.00044-7>.
- Orellana, H., Solorzano, H., Bonilla, A., Salazar, G., Falconí-Borja, C., & Velasteguí, R. (2008). El Cultivo De Banano. *Vademécum Agrícola*, 26.
- Ortiz, R. S., & Chile A., M. (2020). Métodos de cálculo para estimar la evapotranspiración de referencia para el Valle de Tumbaco. *Siembra*, *7(1)*, 070–079, <https://doi.org/10.29166/siembra.v7i1.1450>.
- Palomeque, J., & Lalangui, J. (2016). Propuesta de una ruta turística bananera en base a la historia regional, provincia El Oro de Ecuador. *Universidad y Sociedad* *8(3)*, 141-15, <http://rus.ucf.edu.cu/>.
- Peláez, B. (2023). Conoce la importancia de la certificación del banano . *Revista Clúster Bananos*, <https://sofoscorp.com/2019/01/conoce-importancia-certificacion-banano/>.
- Rahayu, T., Yekti, A. P., Siti, S., Ahmad, S., & Widiyanto, D. (2021). Exploration of core endophytic bacteria from different organs of diploid *Musa balbisiana* and triploid *Musa acuminata*. *Agriculture and Natural Resources* *55 (5)*. Bangkok, Thailand: 787–794, <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/anres/article/view/252968>.

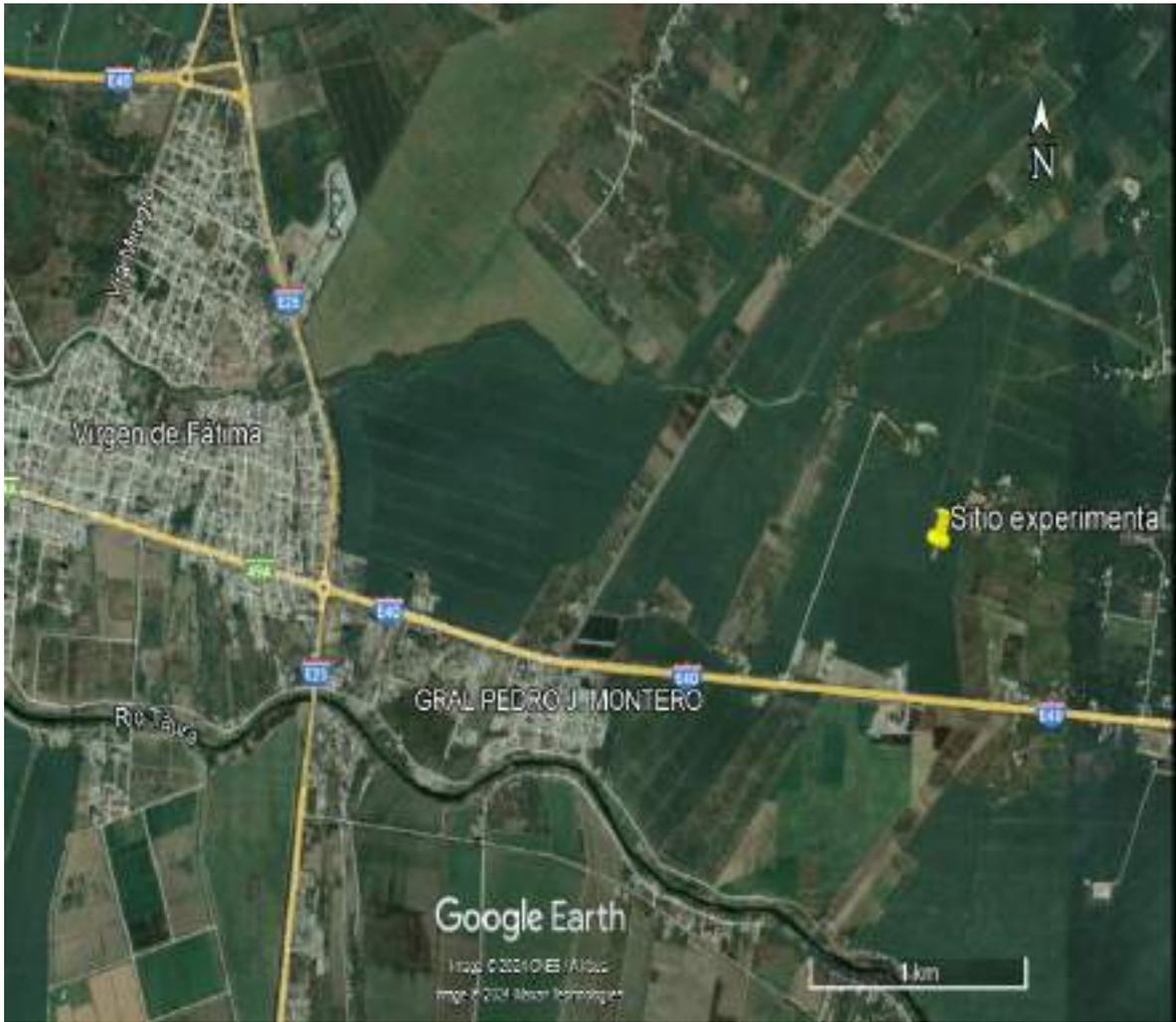
- Rajput, A., Memon, M., Memon, K. S., Sial, T. A., & Laghari, H. B. (2022). Integrated nutrient management in banana: comparative role of FYM and composted pressmud for the improvement of soil properties. *Pakistan Journal of Botany*, *54*(1), <https://www.pakbs.org/pjbot/papers/1628244059.pdf>.
- Santana-Aragone, D., Colina-Navarrete, E., Castro-Arteaga, C., Cadena-Piedrahita, D., Sotomayor-Morán, A., Galarza-Centeno, E., & López-Villacr e, M. (2017). Microorganismos Fijadores De Nitrógeno Y Su Acción Complementaria A La Fertilizaci n Química En El Cultivos De Coffea arabica L. *European Scientific Journal*, *13*(3), <https://doi.org/10.19044/esj.2016.v13n3p211>.
- Shannon, C. (2020). The Effect of Environmental Conditions on the Community Dynamics of Biofertilizer Microorganisms. *Purdue University ProQuest Dissertations*, *30503309*, <https://www.proquest.com/openview/b4e604c93ebca9aa174ce3b6ef7470ac/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>.
- Soares, J. M., Rocha, A. J., Nascimento, F. S., Santos, A. S., Miller, R. N., Ferreira, C. F., . . . Amorim, E. P. (2021). Genetic Improvement for Resistance to Black Sigatoka in Bananas: A Systematic Review. *Frontiers in Plant - Science* *12*, <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.657916>.
- Soto, M. (2011). Situaci n y Avances Tecnol gicos en la Producción Bananera Mundial. *Revista Brasileira de Fruticultura*, *33*(SPEC. ISSUE 1), 013–028. , <https://doi.org/10.1590/s0100-29452011000500004>.
- Thompson, A., Benjamin, M., Wortman, S., & al., e. (2019). Degradation Rate of Bio-based Agricultural Mulch is Influenced by Mulch Composition and Biostimulant Application. *Journal of Polymers and the Environment* *27*, 498-509, <https://doi.org/10.1007/s10924-019-01371-9>.
- Toro, J. M., & Castellanos Castellanos, P. A. (1999). El deshoje y despunte en plátano y banano, una alternativa para el manejo de la sigatoka negra y amarilla. *AGROSAVIA Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria*, <http://hdl.handle.net/20.500.12324/16348>.
- Umer, M., Mubeen, M., Iftikhar, Y., Shad, M., Usman, H., Sohail, M., . . . Ateeq, M. (2021). Role of Rhizobacteria on Plants Growth and Biological Control of Plant Diseases: A Review. *Plant Protection* *5*(1), 59-73, DOI: 10.33804/pp.005.01.3565.

- Vargas, A., Watler, W., Morales, M., & Vignola, R. (2017). Prácticas efectivas para la reducción de impactos por eventos climáticos en el cultivo de banano en Costa Rica. *Ministerio de Agricultura de Costa Rica*, <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-8205.pdf>.
- Vargas, J. P., Wang, A., & Muñoz, M. (2022). Identification of banana soft rot associated microorganisms, and in vitro evaluation of microbiological and chemical control alternatives. *Agron. Costarricense* 46(2), <https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v46n2/0377-9424-ac-46-02-61.pdf>.
- Villaseñor-Ortiz, D., de Mello Prado, R., Pereira da Silva, G., & Lata-Tenesaca, L. F. (2022). Applicability of DRIS in bananas based on the accuracy of nutritional diagnoses for nitrogen and potassium. *Scientific Reports*, 12(1), 18125, <https://doi.org/10.1038/s41598-022-22554-w>.
- Wadt, P. G., & Dias, J. R. (2012). Normas DRIS regionais e inter-regionais na avaliação nutricional de café Conilon. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 47(6), 822830, <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2012000600013>.
- Yonow, T., Ramirez-Villegas, J., Abadie, C., Darnell, R. E., Ota, N., & Kriticos, D. J. (2019). Black Sigatoka in bananas: Ecoclimatic suitability and disease pressure assessments. *PLOS ONE*, 14(8), e0220601, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220601>.

ANEXOS



Anexo 1. Red de consorcio microbiano en la endosfera de la raíz del banano
Planta madre (izquierda), planta hijo (derecha). El panel superior muestra módulos en las redes; en panel inferior muestra la interacción del filo (líneas rojas son enlaces e indican interacción negativa)
(Gómez, y otros, 2021)



Anexo 2. Sitio del experimento



ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR
"DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS

Av. 26 de Duran - Tumbaco Apdo. Postal 09-01-7089 Yaguachi - Guayas - Ecuador
 Teléfono: 3717161 Fax: 3717119 Correo: 0943331833 - 0943331760 e-mail: iniap_la_la@iniap.gub.ek

"Laboratorio de ensayo
 acreditado por el OAE
 con acreditación N° OAE LEC 11-007"

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA	
Nombre :	SAJIL SAN MARTIN LAIREA	Informe No. :	0673329	Factura No. :	9658
Dirección :	YAGUACHI	Responsable Muestras :	CLIENTE	Fecha Análisis :	07/11/2023
Ciudad :	N/E	Fecha Ingreso :	23/10/2023	Fecha Emisión :	08/11/2023
Teléfono :	N/E	Ubicación :		Fecha Impresión :	12/11/2023
Fax :	N/E			Cultivo Actual :	BANANO

N° Laboratorio	Identificación del Lote	pH	ug/ml											
			* NH ⁴	* P	K	* Ca	* Mg	* B	* Zn	Cu	* Fe	* Mn	* B	* Cl
45540	MUE ETDA 0-20CM	7.1 PH	34 M	40 A	347 A	4022 A	565 A	70 A	304.0 A	5.0 A	15 B	10.3 M	1.10 A	
45547	MUE STRA 20-40 CM	7.1 PH	21 M	22 A	383 A	3819 A	430 A	28 A	14.0 A	2.8 M	18 B	6.2 M	0.90 M	

Interpretación

NH ₄ , P, Ca, Mg, S	Medio	Medio Alto	Alto
Zn, Cu, Fe, Mn, B, Cl	Medio	Medio Alto	Alto
B	Bajo	Medio	Medio Alto
M	Medio	Medio Alto	Alto
A	Alto	Medio Alto	Alto

pH: **PH** = Normal, **PH** = Acido, **PH** = Muy Acido

Elementos

Elemento	Unidad	Resultado
Nitrogeno	ppm	34
Fosforo	ppm	40
Potasio	ppm	347
Calcio	ppm	4022
Magnesio	ppm	565
Boro	ppm	70
Zinc	ppm	304.0
Cobre	ppm	5.0
Hierro	ppm	15
Manganeso	ppm	10.3
Cloro	ppm	1.10

Muestra de Referencia Especial

Medio	Medio Alto	Alto

NI = No solicitado
NI = Menor al Límite de Cuantificación
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a las muestras sometidas al ensayo
 Los errores asociados con (*) en estos análisis en el momento de emisión son los siguientes:
 Los errores, interpretaciones, etc., son de índole a continuación, según sean los errores de interpretación solicitados al OAE.
 * Ensayo autorizado.
 Se permite la reproducción parcial, si se va el copyright que sea en su totalidad.

Responsable Laboratorio

Anexo 3. Análisis de suelo 1 de 2



ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR
"DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS

Km. 25 Vía Durán - Tarmao-Apao, Píscar 09-61-71009 Tarmao - Tarmao - Guayas - Ecuador
 Teléfono: 2717161 Fax: 2717119 Celular: 0943351903 - 0943351760 e-mail: inap_b_ah@iniap.gov.ec

"Laboratorio de ensayo
 acreditado por el OAE
 con acreditación N° OAE LE C 11-007"

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

SAULOS DEL PROYECTO:	
Nombre :	SAUL SAN MARTIN LARREA
Dirección :	YAGUACHI
Ciudad :	N/E
Teléfono :	N/E
Fax :	N/E

CATEGORÍA DE LA PROPIEDAD:	
Nombre :	
Provincia :	
Cantón :	
Parroquia :	
Ubicación :	

DATOS DE LA MUESTRA:	
Informe No. :	0013328
Responsible Muestreo :	CLIENTE
Fecha Muestreo :	23/10/2023
Fecha Ingreso :	23/10/2023
Condiciones Ambientales :	T°C:0.0 %H:0.0
Factura No. :	5625
Fecha Análisis :	07/11/2023
Fecha Emisión :	12/11/2023
Fecha Impresión :	07/01/2023
Código Actual :	BANANO

N° Laboral	Identificación	* Textura (%)	* Clase Textural	mg/100hv		mg/100cm		mg/100cm		mg/100cm		Ca		Mg		K	
				* Al+H	* Al	* Na	C.E.	M.O.	* Ca	* Mg	* Bases	Mg	K	Mg	K	Ca	K
45546	MUESTRA 0-20CM	Arena Limo Arcilla															
45547	MUESTRA 20-40CM																

Clasificación	
U	U1
U2	U3
U4	U5
U6	U7
U8	U9
U10	U11
U12	U13
U14	U15
U16	U17
U18	U19
U20	U21
U22	U23
U24	U25
U26	U27
U28	U29
U30	U31
U32	U33
U34	U35
U36	U37
U38	U39
U40	U41
U42	U43
U44	U45
U46	U47
U48	U49
U50	U51
U52	U53
U54	U55
U56	U57
U58	U59
U60	U61
U62	U63
U64	U65
U66	U67
U68	U69
U70	U71
U72	U73
U74	U75
U76	U77
U78	U79
U80	U81
U82	U83
U84	U85
U86	U87
U88	U89
U90	U91
U92	U93
U94	U95
U96	U97
U98	U99
U100	U101
U102	U103
U104	U105
U106	U107
U108	U109
U110	U111
U112	U113
U114	U115
U116	U117
U118	U119
U120	U121
U122	U123
U124	U125
U126	U127
U128	U129
U130	U131
U132	U133
U134	U135
U136	U137
U138	U139
U140	U141
U142	U143
U144	U145
U146	U147
U148	U149
U150	U151
U152	U153
U154	U155
U156	U157
U158	U159
U160	U161
U162	U163
U164	U165
U166	U167
U168	U169
U170	U171
U172	U173
U174	U175
U176	U177
U178	U179
U180	U181
U182	U183
U184	U185
U186	U187
U188	U189
U190	U191
U192	U193
U194	U195
U196	U197
U198	U199
U200	U201
U202	U203
U204	U205
U206	U207
U208	U209
U210	U211
U212	U213
U214	U215
U216	U217
U218	U219
U220	U221
U222	U223
U224	U225
U226	U227
U228	U229
U230	U231
U232	U233
U234	U235
U236	U237
U238	U239
U240	U241
U242	U243
U244	U245
U246	U247
U248	U249
U250	U251
U252	U253
U254	U255
U256	U257
U258	U259
U260	U261
U262	U263
U264	U265
U266	U267
U268	U269
U270	U271
U272	U273
U274	U275
U276	U277
U278	U279
U280	U281
U282	U283
U284	U285
U286	U287
U288	U289
U290	U291
U292	U293
U294	U295
U296	U297
U298	U299
U300	U301
U302	U303
U304	U305
U306	U307
U308	U309
U310	U311
U312	U313
U314	U315
U316	U317
U318	U319
U320	U321
U322	U323
U324	U325
U326	U327
U328	U329
U330	U331
U332	U333
U334	U335
U336	U337
U338	U339
U340	U341
U342	U343
U344	U345
U346	U347
U348	U349
U350	U351
U352	U353
U354	U355
U356	U357
U358	U359
U360	U361
U362	U363
U364	U365
U366	U367
U368	U369
U370	U371
U372	U373
U374	U375
U376	U377
U378	U379
U380	U381
U382	U383
U384	U385
U386	U387
U388	U389
U390	U391
U392	U393
U394	U395
U396	U397
U398	U399
U400	U401
U402	U403
U404	U405
U406	U407
U408	U409
U410	U411
U412	U413
U414	U415
U416	U417
U418	U419
U420	U421
U422	U423
U424	U425
U426	U427
U428	U429
U430	U431
U432	U433
U434	U435
U436	U437
U438	U439
U440	U441
U442	U443
U444	U445
U446	U447
U448	U449
U450	U451
U452	U453
U454	U455
U456	U457
U458	U459
U460	U461
U462	U463
U464	U465
U466	U467
U468	U469
U470	U471
U472	U473
U474	U475
U476	U477
U478	U479
U480	U481
U482	U483
U484	U485
U486	U487
U488	U489
U490	U491
U492	U493
U494	U495
U496	U497
U498	U499
U500	U501
U502	U503
U504	U505
U506	U507
U508	U509
U510	U511
U512	U513
U514	U515
U516	U517
U518	U519
U520	U521
U522	U523
U524	U525
U526	U527
U528	U529
U530	U531
U532	U533
U534	U535
U536	U537
U538	U539
U540	U541
U542	U543
U544	U545
U546	U547
U548	U549
U550	U551
U552	U553
U554	U555
U556	U557
U558	U559
U560	U561
U562	U563
U564	U565
U566	U567
U568	U569
U570	U571
U572	U573
U574	U575
U576	U577
U578	U579
U580	U581
U582	U583
U584	U585
U586	U587
U588	U589
U590	U591
U592	U593
U594	U595
U596	U597
U598	U599
U600	U601
U602	U603
U604	U605
U606	U607
U608	U609
U610	U611
U612	U613
U614	U615
U616	U617
U618	U619
U620	U621
U622	U623
U624	U625
U626	U627
U628	U629
U630	U631
U632	U633
U634	U635
U636	U637
U638	U639
U640	U641
U642	U643
U644	U645
U646	U647
U648	U649
U650	U651
U652	U653
U654	U655
U656	U657
U658	U659
U660	U661
U662	U663
U664	U665
U666	U667
U668	U669
U670	U671
U672	U673
U674	U675
U676	U677
U678	U679
U680	U681
U682	U683
U684	U685
U686	U687
U688	U689
U690	U691
U692	U693
U694	U695
U696	U697
U698	U699
U700	U701
U702	U703
U704	U705
U706	U707
U708	U709
U710	U711
U712	U713
U714	U715
U716	U717
U718	U719
U720	U721
U722	U723
U724	U725
U726	U727
U728	U729
U730	U731
U732	U733
U734	U735
U736	U737
U738	U739
U740	U741
U742	U743
U744	U745
U746	U747
U748	U749
U750	U751
U752	U753
U754	U755
U756	U757
U758	U759
U760	U761
U762	U763
U764	U765
U766	U767
U768	U769
U770	U771
U772	U773
U774	U775
U776	U777
U778	U779
U780	U781
U782	U783
U784	U785
U786	U787
U788	U789
U790	U791
U792	U793
U794	U795



**ESTACION EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**

Km. 26 Vía Durán Tumbo
Yaguachi - Ecuador Teléfono: 2717119 Fax: 2717260

REPORTE DE ANALISIS FOLIARES

DATOS DEL PROPIETARIO
 Nombre : SAUL SAN MARTIN LARREA
 Dirección : YAGUACHI
 Ciudad : N/E
 Teléfono : N/E
 Fax : N/E

DATOS DE LA PROPIEDAD
 Nombre :
 Provincia :
 Cantón :
 Parroquia :
 Ubicación :

PARA USO DEL LABORATORIO
 Cultivo : BANANO
 N° de Reporte : 2325
 Fecha de Muestreo: 16/02/2024
 Fecha de Ingreso : 16/02/2024
 Fecha de Salida : 08/03/2024

N° Muestr. Laborat.	Datos del Lote		(%)										(ppm)				
	Identificación	Area	N	P	K	Cu	Mg	S	Cl	Zn	Cu	Fe	Mn	B	Mo	Na	
22759	Biodvne-401	NE	1,5	0,09	0,68	4,70	0,21	0,18		27	4	63	130	103			
22750	Biodvne-501	NE	1,6	0,10	0,71	3,21	0,10	0,18		27	4	90	130	134			
22751	Biodvne-401+501	NE	1,6	0,10	0,73	3,75	0,20	0,18		42	5	71	185	177			
22752	Control-TA	NE	1,5	0,09	0,74	2,21	0,18	0,09		25	3	49	130	103			

INTERPRETACION
 D = Deficiente
 A = Adecuado
 E = Excesivo

[Firma]
RESPONSABLE LABORATORIO

RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS

Anexo 5. Reporte de análisis pseudotallo

Certificación
Orgánica :



Representante
para Ecuador :



Distribuidor exclusivo
para Ecuador :



**COMPOSICIÓN
BIOLÓGICA**

BIODYNE ENVIRONOC 501
2x10 ⁸ microorganismos / ml aprox.
32 cepas de microorganismos

**BIOGRAMA
MICROBIOLÓGICO**

Paracoccus spp, Chaetomium spp, Lactobacillus spp, Bacillus spp, Phanerochaete spp, Cellulomonas spp, Pseudomonas spp, Rhodopseudomonas spp, Saccharomyces spp, Chaetomium spp, Streptomyces spp, Yarrowia spp.

BENEFICIOS

- Rápida recuperación de los nutrientes presentes en los restos del cultivo por ejem: paja de ciclos cortos, hojas y ramas en general, flores y frutos que caen al campo.
- Mejora la capa de materia orgánica del suelo, recuperando su estructura y capacidad productiva.
- Reduce el impacto de patógenos en el suelo.
- Aumenta la fertilidad del suelo.

APLICACIÓN Y DOSIS

2 lts/ha
Campos leñosos (cacao, maderables, etc), raquis de banano: mojar los restos
Banano: Pulverizar entre plantas.
Arroz: Aplicar previo al fangeo.



PREPARACIÓN DE LA MEZCLA

2 lts de Biodyne 501/tanque de 200 lts de agua.
Si se aplica sobre desechos secos, agregar 200 gr de AMINOCROP-WP
Si se aplica al suelo, agregar 500 gr de HUMIQ-WP

ESPECIFICACIONES

Apariencia : Líquido acaramelado.
Olor : Suave olor a maíz molido.
Presentación : 4, 20 y 200lts
pH : 6.5 - 7.5
Concentración: 2×10^8 microorganismos / ml aproximadamente
Almacenamiento: Almacenar en sitio fresco, en el envase original, no congelar.
Solubilidad : 100% hidrosoluble, no hay presencia de sólidos.

CONSERVACIÓN

Almacene a temperatura ambiente (lugar fresco y aireado), se mantiene por 20 semanas. Posteriormente la viabilidad de los microorganismos (conteo) disminuye.

Anexo 7. Ficha técnica B501

ESPECIFICACIONES

Apariencia : Líquido acaramelado.
Olor : Suave olor a maíz molido.
Presentación : 4, 20 y 200lts
pH : 6.5 - 7.5
Concentración: 2×10^8 microorganismos / ml aproximadamente
Almacenamiento : Almacenar en sitio fresco, en el envase original, no congelar.
Solubilidad : 100% hidrosoluble, no hay presencia de sólidos.

CONSERVACIÓN

Almacene a temperatura ambiente (lugar fresco y aireado), se mantiene por 20 semanas. Posteriormente la viabilidad de los microorganismo (conteo) disminuye.

Anexo 8. Ficha técnica B401

**COMPOSICIÓN
BIOLÓGICA**

BIODYNE ENVIRONOC 401
2x10 ⁸ microorganismos / ml aprox. 29 cepas de microorganismos

**BIOGRAMA
MICROBIOLÓGICO**

Azospirillum spp, Bacillus spp, Cellulomonas spp, Pseudomonas spp,
Rhodospseudomonas spp, Saccharomyces spp, Streptomyces spp,
Xanthobacter spp, Yarrowia spp.

BENEFICIOS

- Aumenta la solubilización de fósforo y la fijación de nitrógeno atmosférico.
- Efecto bioestimulante.
- Ahorro en fertilizante nitrogenado (10 – 20%).
- Ahorro en otros fertilizantes, hasta 18%
- Estimula el desarrollo de las raíces y el crecimiento de plantas más saludables.
- Estimula mecanismos indirectos de defensa de las plantas.
- Recupera la calidad del suelo a través de procesos de biotransformación.
- Mejora la productividad del cultivo.
- Fomenta la sanidad del suelo
- Captura el ión Fe quelatandolo y evitando el efecto negativo que este produce cuando está presente en exceso.

APLICACIÓN Y DOSIS

2 lts/ha Indistintamente del cultivo sembrado.
Banano: aplicar en drench, plantas coronadas.
Arroz: aplicar después del fangao.
Cacao: aplicar a la pata y sobre los residuos.

**PREPARACIÓN DE
LA MEZCLA**

2 lts de Biodyne 401/tanque de 200 lts de agua.
Incorporar al agua de aplicación 500 gr de HUMIQ-WP.



Anexo 10. Observación del área experimental



Anexo 11. Medición previo a la aplicación de los tratamientos



Anexo 12. Marcación de las plantas tratadas



Anexo 13. Productos para su aplicación



Anexo 14. Preparación de tratamiento con la bomba



Anexo 15. Observación de diferenciación de color del consorcios de microorganismos
Más oscuro (B501) más claro (B401)



Anexo 16. Preparación de combinación de consorcios



Anexo 17. Aplicación del tratamiento respectivo en su árbol correspondiente



Anexo 18. Observación y recopilación de datos como diámetro de tallo



Anexo 19. Observación y recopilación de datos en la tercera visita



Anexo 20. Inspección en la 3era visita



Anexo 21. Observación e inspección de manos en racimo en tratamientos aplicados



Anexo 22. Observación e inspección de manos en racimo en tratamientos aplicados



Anexo 23. Visita e inspección del tutor en el trabajo realizado



Anexo 24. Visita del tutor en el campo

APENDICE

Tabla 10. Análisis estadístico de la altura 0 días (m)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
altura_inicial	32	0.61	0.52	2.65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.06	6	0.01	6.54	0.0003
Tratamiento	0.01	3	0.003	1.31	0.2937
Fila	0.05	3	0.02	11.78	0.0001
Error	0.04	25	0.0015		
Total	0.1	31			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.05349

Error: 0.0015 gl: 25

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T1: B401 (2 l/ha)	1.49	8	0.01	A
T4: Testigo absoluto	1.46	8	0.01	A
T2: B501 (2 l/ha)	1.46	8	0.01	A
T3: B401 (2 l/ha) + B501 (2 l/ha)	1.45	8	0.01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: San Martin, 2024

Tabla 11. Análisis estadístico de la altura 30 días (m)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
altura_1 mes	32	0.61	0.52	1.28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.02	6	2.70E-03	6.54	0.0003
Tratamiento	0.01	3	4.20E-03	10.21	0.0001
Fila	3.50E-03	3	1.20E-03	2.86	0.0572
Error	0.01	25	4.10E-04		
Total	0.03	31			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.02793

Error: 0.0004 gl: 25

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T3: B401 (2 l/ha) + B501 (2 l/ha)	1.63	8	0.01	A
T1: B401 (2 l/ha)	1.59	8	0.01	B
T2: B501 (2 l/ha)	1.58	8	0.01	B
T4: Testigo absoluto	1.57	8	0.01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: San Martin, 2024

Tabla 12. Análisis estadístico de la altura 60 días (m)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
altura_2 mes	32	0.84	0.81	1.33

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.07	6	0.01	22.65	<0.0001
Tratamiento	0.06	3	0.02	41.8	<0.0001
Fila	0.01	3	1.70E-03	3.49	0.0304
Error	0.01	25	4.80E-04		
Total	0.08	31			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.03019*Error: 0.0005 gl: 25*

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T3: B401 (2 l/ha) + B501 (2 l/ha)	1.72	8	0.01	A	
T1: B401 (2 l/ha)	1.66	8	0.01		B
T2: B501 (2 l/ha)	1.65	8	0.01		B
T4: Testigo absoluto	1.6	8	0.01		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: San Martin, 2024

Tabla 13. Análisis estadístico de la altura 90 días (m)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
altura_3 mes	32	0.91	0.89	1.5

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.18	6	0.03	43.11	<0.0001
Tratamiento	0.18	3	0.06	84.74	<0.0001
Fila	3.10E-03	3	1.00E-03	1.47	0.2473
Error	0.02	25	7.10E-04		
Total	0.2	31			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.03671*Error: 0.0007 gl: 25*

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T3: B401 (2 l/ha) + B501 (2 l/ha)	1.88	8	0.01	A	
T1: B401 (2 l/ha)	1.79	8	0.01		B
T2: B501 (2 l/ha)	1.78	8	0.01		B
T4: Testigo absoluto	1.67	8	0.01		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: San Martin, 2024

Tabla 14. Análisis estadístico de la altura 120 días (m)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
altura_4 mes	32	0.94	0.92	1.24

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.19	6	0.03	62.66	<0.0001
Tratamiento	0.19	3	0.06	123.34	<0.0001
Fila	3.00E-03	3	1.00E-03	1.98	0.1434
Error	0.01	25	5.10E-04		
Total	0.21	31			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.03114*Error: 0.0005 gl: 25*

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T3: B401 (2 l/ha) + B501 (2 l/ha)	1.93	8	0.01	A	
T1: B401 (2 l/ha)	1.83	8	0.01		B
T2: B501 (2 l/ha)	1.83	8	0.01		B
T4: Testigo absoluto	1.72	8	0.01		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: San Martin, 2024

Tabla 15. Análisis estadístico del diámetro inicial (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diametro_inicial	32	0.7	0.63	1.43

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.2	6	0.53	9.8	<0.0001
Tratamiento	3.08	3	1.03	18.87	<0.0001
Fila	0.12	3	0.04	0.74	0.5408
Error	1.36	25	0.05		
Total	4.56	31			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.32078*Error: 0.0544 gl: 25*

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T3: B401 (2 l/ha) + B501 (2 l/ha)	16.8	8	0.09	A	
T2: B501 (2 l/ha)	16.25	8	0.09		B
T1: B401 (2 l/ha)	16.2	8	0.09		B
T4: Testigo absoluto	15.95	8	0.09		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: San Martin, 2024

Tabla 16. Análisis estadístico del diámetro 30 días (m)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
diámetro_1 mes	32	0.67	0.59	1.68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4.68	6	0.78	8.47	<0.0001
Tratamiento	4.24	3	1.41	15.37	<0.0001
Fila	0.43	3	0.14	1.57	0.2213
Error	2.3	25	0.09		
Total	6.98	31			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.41727*Error: 0.0920 gl: 25*

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T3: B401 (2 l/ha) + B501 (2 l/ha)	18.53	8	0.11	A	
T1: B401 (2 l/ha)	18.05	8	0.11		B
T2: B501 (2 l/ha)	17.95	8	0.11		B
T4: Testigo absoluto	17.5	8	0.11		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: San Martin, 2024

Tabla 17. Análisis estadístico del diámetro 60 días (m)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
diámetro_2 mes	32	0.85	0.81	1.68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	13.84	6	2.31	23.25	<0.0001
Tratamiento	13.39	3	4.46	44.99	<0.0001
Fila	0.45	3	0.15	1.51	0.2358
Error	2.48	25	0.1		
Total	16.32	31			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.43317*Error: 0.0992 gl: 25*

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T3: B401 (2 l/ha) + B501 (2 l/ha)	19.63	8	0.12	A	
T1: B401 (2 l/ha)	18.83	8	0.12		B
T2: B501 (2 l/ha)	18.75	8	0.12		B
T4: Testigo absoluto	17.8	8	0.12		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: San Martin, 2024

Tabla 18. Análisis estadístico del diámetro 90 días (m)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
diámetro_3 mes	32	0.93	0.91	1.68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	37.34	6	6.22	54.37	<0.0001
Tratamiento	36.71	3	12.24	106.93	<0.0001
Fila	0.62	3	0.21	1.82	0.1699
Error	2.86	25	0.11		
Total	40.2	31			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.46528*Error: 0.1144 gl: 25*

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T3: B401 (2 l/ha) + B501 (2 l/ha)	21.6	8	0.13	A	
T1: B401 (2 l/ha)	20.23	8	0.13		B
T2: B501 (2 l/ha)	20.18	8	0.13		B
T4: Testigo absoluto	18.58	8	0.13		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: San Martin, 2024

Tabla 19. Análisis estadístico del diámetro 120 días (m)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
diámetro_4 mes	32	0.95	0.94	1.41

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	41.3	6	6.88	81.12	<0.0001
Tratamiento	40.47	3	13.49	159	<0.0001
Fila	0.82	3	0.27	3.24	0.0391
Error	2.12	25	0.08		
Total	43.42	31			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.40062*Error: 0.0848 gl: 25*

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T3: B401 (2 l/ha) + B501 (2 l/ha)	22.13	8	0.11	A	
T2: B501 (2 l/ha)	20.68	8	0.11		B
T1: B401 (2 l/ha)	20.68	8	0.11		B
T4: Testigo absoluto	18.95	8	0.11		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: San Martin, 2024

Tabla 20. Análisis estadístico del peso de la raíz (g)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
peso raíz	32	0.87	0.84	5.88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1127.57	6	187.93	27.58	<0.0001
Tratamiento	1063.34	3	354.45	52.01	<0.0001
Fila	64.22	3	21.41	3.14	0.043
Error	170.37	25	6.81		
Total	1297.94	31			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.59031*Error: 6.8149 gl: 25*

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T3: B401 (2 l/ha) + B501 (2 l/ha)	50.25	8	0.98	A	
T2: B501 (2 l/ha)	47	8	0.98	A	B
T1: B401 (2 l/ha)	45.5	8	0.98		B
T4: Testigo absoluto	34.88	8	0.98		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: San Martin, 2024

Tabla 21. Análisis estadístico del número de manos (n)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número mano	32	0.29	0.12	8.41

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.75	6	0.63	1.71	0.1596
Tratamiento	2.38	3	0.79	2.17	0.1168
Fila	1.38	3	0.46	1.26	0.3109
Error	9.13	25	0.37		
Total	12.88	31			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.83090*Error: 0.3650 gl: 25*

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T3: B401 (2 l/ha) + B501 (2 l/ha)	7.50	8	0.23	A
T2: B501 (2 l/ha)	7.25	8	0.23	A
T1: B401 (2 l/ha)	7.25	8	0.23	A
T4: Testigo absoluto	6.75	8	0.23	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: San Martin, 2024