



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
EXTENSIÓN EL CARMEN

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

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

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROPECUARIO

**Evaluación de biol enriquecido con microorganismos eficientes autóctonos
en la producción de plátano de exportación (*Musa AAB*)**

AUTOR: Vélez Loor Jefferson David

TUTOR: Ing. Marco Vinicio De la Cruz Chicaiza, MSc.

El Carmen, agosto del 2022

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A)	CÓDIGO: PAT-01-F-010
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO	REVISIÓN: 2
		Página II de 68

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la extensión de El Carmen de la carrera Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido y revisado el trabajo de investigación, bajo la autoría del Sr. Vélez Loor Jefferson David legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2022, cumpliendo el total de 400 horas, bajo la opción de titulación de trabajo experimental, cuyo tema del proyecto es “Evaluación de biol enriquecido con microorganismos eficientes autóctonos en la producción de plátano de exportación (*Musa AAB*)”.

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

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

El Carmen, 19 de agosto de 2022.

Lo certifico,

Ing. Marco Vinicio De La Cruz Chicaiza, MSc.
Docente Tutor
Área: Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria

UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ
EXTENSIÓN EL CARMEN

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TÍTULO:

Evaluación de biol enriquecido con microorganismos eficientes autóctonos en la
producción de plátano de exportación (*Musa* AAB)

AUTOR: Vélez Loor Jefferson David

TUTOR: Ing. Marco Vinicio De la Cruz Chicaiza, MSc.

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

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

Ing. Randy Cedeño

Dr. Francel López

Ing. Paúl González

DEDICATORIA

Dedico mi tesis a mis padres Orlando Vélez Pinto y Bexsy Loo Tuárez y a mis hermanos Erika y Jonathan, los cuales me han brindado su apoyo incondicional para culminar con éxito este proceso de formación académica, ya que con cada palabra de motivación me impulsaron para enfrentar todos los obstáculos presentados, así mismo me ayudaron a no decaer ante las dificultades, sino que aprender una lección de todo ello para poder llevar la situación de manera adecuada; además quiero también dedicarla a mis familiares más allegados que por varios motivos ya dejaron de existir ya que les tenía un gran aprecio y me vieron crecer e ir cumpliendo mis metas y por último quiero dedicarla a aquellos jóvenes que como yo en algún momento estuve motivado a querer estudiar una carrera en la Universidad y que por muchos obstáculos como la parte económica, falta de apoyo familiar, no logran entrar a una institución de tercer nivel, que luchen por sus sueños, que con responsabilidad y sacrificio si se lo puede lograr.

AGRADECIMIENTO

A Dios y a mis padres por la dedicación y sacrificio realizado para lograr que culmine mis estudios universitarios, de la misma manera agradezco a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí por la oportunidad brindada para formarme profesionalmente. Así mismo a cada uno de los docentes que impartieron sus conocimientos para contribuir en el proceso académico y de esta forma finalizar con éxito la etapa universitaria, agradecer también al Ing. Marco De la Cruz ya que es un buen tutor y muy buena persona ya que siempre estuvo a disposición de querer ayudarme cuando lo necesitaba, agradecer también a la ya extinta Escuela Particular Mixta “Corazones Jóvenes”, al Colegio Nacional “El Carmen” y al Colegio “Las Delicias” donde tuve el privilegio de formar parte como alumno e ir atravesando nivel a nivel mis estudios hasta cumplir mi meta de obtener mi Título de Ingeniero Agropecuario en la gloriosa ULEAM.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA	I
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	II
HOJA DE CALIFICACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL.....	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XI
RESUMEN.....	XII
SUMMARY	XIII
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	4
1. MARCO TEÓRICO.....	4
1.1 Origen.....	4
1.2 Importancia económica del cultivo	4
1.3 Zonas plataneras en el Ecuador.....	5
1.4 Planta de plátano	5
1.5 Labores culturales en el cultivo de plátano.....	6
1.5.1 Deshije	7
1.5.2 Deshoje	7
1.5.3 Apuntalamiento	7
1.5.4 Destronque	7
1.5.5 Embolse.....	8
1.5.6 Encintado	8
1.5.7 Desmane.....	8
1.5.8 Desflore.....	8
1.5.9 Desbellote.....	9
1.6.1 Fertilizantes orgánicos.....	10
1.7 Características de los suelos para el cultivo de plátano.....	10
1.7.1 La biota en la rizósfera de los suelos plataneros	10
1.7.2 La actividad microbiana en un suelo sin agroquímicos.....	11
1.7.3 La actividad microbiana en un suelo platanero con la presencia de agroquímicos.....	12
1.8 Bioles supermagros	12

1.8.1 Función	13
1.8.2 Manejo	13
1.8.3 Materiales	14
CAPÍTULO II	15
2. ESTADO DEL ARTE	16
CAPÍTULO III	18
3. MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1 Ubicación del ensayo	19
3.2 Características agroclimáticas	19
3.3 Materiales e insumos	20
3.3.1 Insumos	20
3.3.2 Materiales	20
3.4 Variables	21
3.4.1 Variables dependientes	21
3.4.2 Variable independiente	21
3.5 Características de las unidades experimentales	21
3.6 Tratamientos	22
3.7 Análisis estadístico	22
3.8 Diseño experimental	22
3.9 Datos tomados	23
CAPÍTULO IV	27
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES	27
4.1 Variables agronómicas	27
4.1.1 Altura de planta	27
4.1.2 Perímetro de pseudotallo	28
4.1.3 Número de hojas	29
4.2 Variables de rendimiento productivo	29
4.2.1 Peso del racimo	29
4.2.2 Número de dedos exportables	31
4.2.3 Rendimiento por hectárea	32
4.3 Análisis económico	34
4.3.1 Análisis de dominancia	34
CAPÍTULO V	36
5. CONCLUSIONES	36
CAPÍTULO VI	37
6. RECOMENDACIONES	37
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

ANEXOS..... 44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tratamientos evaluados.	22
Tabla 2. Esquema de ADEVA empleado.....	22
Tabla 3. Promedios de microbiota en suelo a los 60 días en la investigación “Evaluación de biol enriquecido con microorganismos eficientes autóctonos en la producción de plátano de exportación (<i>Musa AAB</i>)”.	33
Tabla 4. Costo beneficio en los diferentes tratamientos evaluados en la investigación “Evaluación de biol enriquecido con microorganismos eficientes autóctonos en la producción de plátano de exportación (<i>Musa AAB</i>)”.....	34
Tabla 5. Análisis de dominancia en la investigación “Evaluación de biol enriquecido con microorganismos eficientes autóctonos en la producción de plátano de exportación (<i>Musa AAB</i>)”.	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Planta de plátano o banano y sus partes.	5
Figura 2. Racimo de plátano y sus partes.....	6
Figura 3. Materiales para elaboración de Biol Supermagro.....	14
Figura 4. Ubicación de la finca El Progreso.....	19
Figura 5. Promedios de altura de planta (cm) a los 80 y 120 días después de la aplicación de los tratamientos (DAT) en la investigación “Evaluación de biol enriquecido con microorganismos eficientes autóctonos en la producción de plátano de exportación (<i>Musa AAB</i>)”.	27
Figura 6. Promedios de perímetro del pseudotallo del retorno (cm) a los 80 y 120 días después de la aplicación de los tratamientos (DAT) en la investigación “Evaluación de biol enriquecido con microorganismos eficientes autóctonos en la producción de plátano de exportación (<i>Musa AAB</i>)”.	28
Figura 7. Promedios de número de hojas a la floración en la investigación “Evaluación de biol enriquecido con microorganismos eficientes autóctonos en la producción de plátano de exportación (<i>Musa AAB</i>)”.	29
Figura 8. Promedios de peso racimos (kg) en la investigación “Evaluación de biol enriquecido con microorganismos eficientes autóctonos en la producción de plátano de exportación (<i>Musa AAB</i>)”.	30
Figura 9. Promedios de número de dedos exportable en la investigación “Evaluación de biol enriquecido con microorganismos eficientes autóctonos en la producción de plátano de exportación (<i>Musa AAB</i>)”.	31
Figura 10. Promedios de rendimiento por hectárea (t) exportable en la investigación “Evaluación de biol enriquecido con microorganismos eficientes autóctonos en la producción de plátano de exportación (<i>Musa AAB</i>)”.	32
Figura 11. Promedios de microbiota en suelo inicial y a los 60 días en la investigación “Evaluación de biol enriquecido con microorganismos eficientes autóctonos en la producción de plátano de exportación (<i>Musa AAB</i>)”.	33

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza de la variable altura de planta a los 80 días (DDA).....	44
Anexo 2. Análisis de varianza de la variable altura de planta a los 120 días (DDA)....	44
Anexo 3. Análisis de varianza de la variable perímetro de pseudotallo a los 80 días (DDA).	44
Anexo 4. Análisis de varianza de la variable perímetro de pseudotallo a los 120 días (DDA).	44
Anexo 5. Análisis de varianza de la variable número de hojas antes de la floración.	45
Anexo 6. Análisis de varianza de la variable peso del racimo (kg).....	45
Anexo 7. Análisis de varianza de la variable número de dedos por racimo.	45
Anexo 8. Análisis de varianza de la variable rendimiento por hectárea.	45
Anexo 9. Análisis de varianza de la variable microbiota del suelo inicial.	46
Anexo 10. Análisis de varianza de la variable microbiota del suelo a los 60 días.....	46
Anexo 11. Costo de producción de 1 litro de Biol Supermagro.....	46
Anexo 12. Análisis del suelo donde se estableció el ensayo.....	48
Anexo 13. Banco fotográfico del manejo del ensayo.	49
Anexo 14. Análisis bromatológico del Biol Supermagro elaborado.	54

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto del biol supermagro enriquecido con microorganismos eficientes autóctonos en la producción de plátano de exportación (*Musa AAB*) en el cantón El Carmen-Manabí-Ecuador, para ello se evaluaron cuatro tratamientos: T1 (50 ml l⁻¹), T2 (100 ml l⁻¹), T3 (150 ml l⁻¹), T4 (200 ml l⁻¹) y T5 (0 ml l⁻¹), implementados en un diseño de bloques completo al azar. Concluyendo que las dosis de biol enriquecido con microorganismos eficientes autóctonos no infirió sobre el comportamiento agronómico del retorno en la producción de plátano de exportación (*Musa AAB*) ($p>0,05$); el T4 (200 ml l⁻¹) fue superior para las variables peso de racimo (12,03 kg), número de dedos (29,30 dedos) y rendimiento por hectárea de plátano de exportación (*Musa AAB*) (42,12 t ha⁻¹) ($p<0,05$); la aplicación con biol supermagro infirió sobre la microbiota del suelo ($p<0,05$), siendo el T4 (200 ml l⁻¹) el mejor con 18,48 mg de CO₂. Finalmente, el análisis económico estableció que el T4 (200 ml l⁻¹) tuvo la mayor tasa de retorno marginal con 19,94 %, por lo que es considerado económicamente más rentable.

Palabras clave: Microbiota, rendimiento, respiración microbiana, peso del racimo, actividad biológica.

SUMMARY

The objective of this research was to evaluate the effect of biol supermagro enriched with efficient native microorganisms on the production of export banana (*Musa AAB*) in the canton of El Carmen, Manabí, Ecuador, for which four treatments were evaluated: T1 (50 ml l⁻¹), T2 (100 ml l⁻¹), T3 (150 ml l⁻¹), T4 (200 ml l⁻¹) and T5 (0 ml l⁻¹), implemented in a Randomized Complete Block Design. It was concluded that the doses of Biol enriched with autochthonous efficient microorganisms did not influence the agronomic return yield in the production of export banana (*Mussa AAB*) ($p>0,05$); T4 (200 ml l⁻¹) was superior for the variables bunch weight (12,03 kg), number of fingers (29,30 fingers) and yield per hectare of export banana (*Mussa AAB*) (42,12 t ha⁻¹) ($p<0,05$); application with Biol Supermagro influenced soil microbiota ($p<0,05$), with T4 (200 ml l⁻¹) being the best with 18,48 mg CO₂. Finally, the economic analysis established that T4 (200 ml l⁻¹) had the highest marginal rate of return with 19,94 %, so it is considered economically more profitable.

Key words: Microbiota, yield, microbial respiration, bunch weight.

INTRODUCCIÓN

El plátano es un cultivo de trascendencia mundial, gracias a su aporte al desarrollo económico de territorios productores y al elevado consumo poblacional que lo convierte en un cultivo clave para la estabilidad alimentaria. (Cedeño, et al, 2013).

La carencia de plantaciones de plátano que provengan de material seleccionado, por sus propiedades fenotípicas y resistencia a plagas y patologías, ha incidido en los diferentes comportamientos agronómicos de la especie, por esto se necesita, disponer de técnicas de selección y propagación que permitan contrarrestar este problema. (Meza, 2013).

Los principales problemas que se pueden observar en las plantaciones plataneras como pérdida de materia orgánica en el suelo (poco a poco se ha ido degradando por la constante utilización del suelo y no incorporar enmiendas orgánicas), escasas poblacionales de microorganismos en el suelo (se observa plantas susceptibles a plagas), no incorporan material orgánico, ni bio-insumos y la exagerada utilización de agrotóxicos, que han contaminado el suelo (FAO, 2018).

Por ello se formuló la siguiente pregunta de investigación ¿Cómo influye la aplicación de biol supermagro enriquecido con microorganismos eficientes autóctonos (EMAs) en la producción de plátano de exportación (*Musa* AAB)?

Como justificación de la presente investigación se ha considerado que en la actualidad la utilización indiscriminada de agroquímicos sumado con las malas prácticas agrícolas son los componentes determinantes que aceleran la degradación de los suelos, la contaminación de acuíferos y la pérdida de microflora y microfauna que forman parte importante en los procesos de mineralización de la materia orgánica, formación de agregados, estructura química y características físicas de los suelos; cabe señalar que el uso recurrente de herbicidas, fungicidas y fertilizantes químicos influye de manera directa en el costo nutricional de las cosechas. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO, 2015).

Ciertas plantaciones no aplican nada de nutrientes, por medio del desempeño incluido del cultivo de plátano, la utilización de microorganismos eficientes se intentará regresar al suelo sus características físicas y químicas, dañadas por la aplicación de agroquímicos por algunas décadas, ofrendando a los productores una elección de desempeño a bajo precio y de simple utilización en sus plantaciones (Morocho y Leiva, 2019),

Según Lazo (2016) al evaluar el efecto de la aplicación de microorganismos eficientes en la producción de *Musa paradisiaca* var. *Valery*, manifiesta que las poblaciones de nemátodos; *Radopholus similis* y *Helicotylenchus multicinctus*, disminuyeron significativamente en comparación con el testigo, mejorando el peso y número de raíces sanas, altura del retorno.

Tomando como referencia lo planteado anteriormente, se hace necesario buscar alternativas como las que se plantean en esta investigación, que tengan un impacto económico, social y ambiental, que tributen a mejorar la calidad de vida del productor ecuatoriano.

Objetivos

Objetivo general

- Evaluar el efecto del biol supermagro enriquecido con microorganismos eficientes autóctonos en la producción de plátano de exportación (*Musa* AAB) en el cantón El Carmen- Manabí-Ecuador.

Objetivos específicos

- Determinar el comportamiento agronómico y productivo del cultivo de plátano de exportación (*Musa* AAB) por efecto de la aplicación de diferentes dosis de biol supermagro.
- Establecer el efecto de la aplicación de diferentes dosis de biol supermagro enriquecido con microorganismos eficientes autóctonos (EMAs) en la microbiota del suelo del cultivo de plátano de exportación (*Musa* AAB).

- Realizar el análisis económico de los tratamientos.

Hipótesis

- **Hipótesis alternativa:** La aplicación de biol supermagro enriquecido con microorganismos eficientes (EMAs) autóctonos mejorará la biota del suelo y producción de plátano de exportación (*Mussa AAB*).
- **Hipótesis nula:** La aplicación de biol supermagro enriquecido con microorganismos eficientes autóctonos (EMAs) no mejorará la biota del suelo y producción de plátano de exportación (*Mussa AAB*).

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Origen

Para el Centro Nacional de Información y Documentación Agropecuaria (CENIDA) (2007), el plátano es “una fruta tropical originada en el sudoeste asiático, perteneciente a la familia de las musáceas (es un híbrido triploide de *Musa acuminata* y *Musa balbisiana*)”. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (2004), manifiesta que el plátano se cultivaba en el sur de la India alrededor del siglo V, A.C. De allí se distribuyó a Malasia, Madagascar, Japón y Samoa. Fue introducido probablemente al continente africano del este y oeste, entre los años 1000 y 1500 de la era cristiana. Finalmente llegó al Caribe y Latinoamérica, poco después del descubrimiento del continente. En América del Sur se encontró en Bolivia y la mayor parte del Brasil.

1.2 Importancia económica del cultivo

López (2002) al hacer referencia sobre la importancia del cultivo del plátano manifiesta que:

“Es una actividad de gran importancia en la mayoría de países tropicales, ya que brinda trabajo a una cantidad considerable de personas y aporta divisas cuando se exporta. Además, el alto contenido calórico y potásico que lo caracteriza es otra razón para considerarlo como un cultivo de importancia actual y futura”. p 16.

Arias (2014) (citado por Álvarez et al., 2020) refiere que el Ecuador cuenta con importantes productos agrícolas, y entre ellos uno de los más significativos es el plátano en sus distintas variedades, representando un 32% del comercio en el mundo; además cuantifica que la producción de plátano representa el 3,84% del PIB total de la economía ecuatoriana, y el 50% del PIB agrícola nacional. El Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) (2011), expone que el cultivo de plátano genera una importante fuente de

trabajo con alrededor de 400 000 plazas directas, lo que significa que alrededor del 12 % de la población económicamente activa se beneficia de esta actividad de una u otra forma.

1.3 Zonas plataneras en el Ecuador

Álvarez et al. (2020) describen al Ecuador, como un país agrícola, donde el sector agropecuario es el motor productivo de la economía ecuatoriana que cuenta con importantes productos agrícolas, y entre ellos uno de los más significativos es el plátano en sus distintas variedades, representando un 32% del comercio en el mundo. Las zonas de mayor producción de plátano son Manabí, Santo Domingo y Los Ríos.

1.4 Planta de plátano

Las plantas de plátano y banano, son similares estructuralmente ya que tienen las mismas partes y se definen como hierbas perennes con pseudotallos aéreos que se originan de cormos carnosos, en los que se desarrollan numerosas yemas laterales denominados hijos, hijuelos o machiques; estas plantas al llegar a su fase productiva emiten un racimo que no es otra cosa que el conjunto de frutos a lo largo del raquis (Murrieta y Palma, 2018).

Figura 1. Planta de plátano o banano y sus partes.



Fuente: Infoagro (2020)

El racimo presenta una forma cónica, es decir, las manos ubicadas en la parte superior del racimo del racimo son a menudo de mayor tamaño que las localizadas en su parte terminal del mismo y generalmente, esas ultimas manos, al no cumplir con los estándares de calidad que se manejan en los mercados especializados, se desechan o se venden como plátano de tercera (Figura 2). El racimo del plátano está constituido por varias manos dependiendo de la variedad y las prácticas agronómicas desarrolladas durante el ciclo del cultivo (González et al., 2013).

Figura 2. Racimo de plátano y sus partes.



Fuente: Daniells (2016).

1.5 Labores culturales en el cultivo de plátano

Para el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) (2016), las labores culturales en el cultivo de plátano presentan las siguientes ventajas:

- Son labores sencillas de efectuar y de bajo costo.
- Tienen gran importancia para mantener la sanidad, productividad y calidad en la producción.
- Permite tener un inventario real de lo que existe en la finca, con lo cual se puede estimar y proyectar futuras cosechas.
- Facilita identificar el racimo que está listo para cosechar.

1.5.1 Deshije

Rodríguez et al. (2017) expresan que el deshije consiste en mantener una sucesión racional y ordenada de progenies en el sitio de producción; pudiendo realizarse en el momento en que el desarrollo de los colinos facilite una adecuada selección y luego se deben realizar rondas para eliminar los brotes no seleccionados y que van emergiendo alrededor de la planta.

1.5.2 Deshoje

Lardizabal (2007) expone en su guía de plátano en alta densidad que esta práctica cultural es “la eliminación de las hojas que dañan calidad, la hoja capote y otras hojas que podrían estar en contacto con el racimo y causar cicatrices a los dedos que les dimitirían la calidad y no se podrían comercializar para mercado fresco de primera” pp.17.

1.5.3 Apuntalamiento

Para el Centro Nacional de Información y Documentación Agropecuaria (CENIDA) (2008), esta práctica se realiza cuando se poseen plantas con pseudotallo débil y mal anclaje, mismas que son propensas al volcamiento ocasionado por el viento y/o el mismo peso del racimo; por ello se apuntala con varas de bambú o bien con fibra plástica.

Sobre esta actividad Murrieta y Palma (2018), explican que el apuntalamiento es una labor que consiste en dar soporte a las plantas con racimos presentes, debido a que muchas veces tienden a doblarse o volcarse, lo que causa pérdidas importantes a los productores; esta labor se puede realizar de dos formas: con suncho plástico de color amarillo, antes de realizar el enfunde de la bellota o con puntales de madera, cuando el racimo se descuelga totalmente o se está llenando el fruto.

1.5.4 Destronque

Rodríguez et al. (2017) señalan que esta actividad consiste en la eliminación del vástago o pseudotallo, labor que se debe realizar tan pronto se efectúe la cosecha del

racimo; pudiendo realizarse a ras de suelo o el corte se puede realizar dejando una parte del pseudotallo ya que este posee nutrientes que puede aportarle a los hijos, también se hace dejando una parte de entre 30 a 50 cm de altura, que sirva para dar humedad a la cepa; a medida que se va secando se va cortando y repicando en el terreno, el pseudotallo se repica en las calles de la plantación para acelerar el secamiento y prevenir problemas por picudo (*Cosmopolites sordidus*), a veces se aprovechan partes del pseudotallo para hacer trampas contra estos insectos.

1.5.5 Embolse

Para el Programa de Entrenamiento y Desarrollo de Agricultores (EDA) (2007), el embolsado solo se coloca sobre el racimo la bolsa para protección contra el sol, reduce las cicatrices y daño de insecto, la bolsa solo se amarra de arriba con la cinta de color para esa semana.

1.5.6 Encintado

Correa (2020) menciona que “el encintado de los racimos de acuerdo a su edad con cintas de colores con respecto al calendario bananero, las dimensiones de la cinta son: ancho (4,44 cm), largo (101,42 cm) con un calibre de 0,0078 cm.”; además de distinguir la edad de los racimos sirven para realizar inventarios de la fruta que se tiene en campo.

1.5.7 Desmane

El desmane es una práctica cultural que consiste en eliminar o podar una o varias manos durante la labor de protección de fruta, se eliminan las manos apicales que generalmente no cumplen con las especificaciones del largo del dedo exigidas en los mercados para bananos y plátanos de exportación Sierra (1993) (citado por Barrera y Salazar, 2010).

1.5.8 Desflore

Murrieta y Palma (2018) describen que este proceso se realiza con la eliminación de las flores adheridas a los dedos, esta labora se realiza en dos etapas: primera, que se

realiza cuatro días después de la colocación de la funda, eliminando los dedos que estén paralelos al suelo, la segunda, que hace dos días después del primer desflore del restante de dedos que estén paralelos al suelo.

Correa (2020) describe que “El desflore disminuye la incidencia de enfermedades y evita el ataque de insectos, también ayuda a la presentación de la fruta en el empaque, reduciendo los daños ocasionados por las cicatrices florales durante la cosecha y el transporte de la fruta a la empacadora; esta práctica puede producir derrame de látex que ocasiona la pérdida de la calidad de la fruta, cuando no es hecha a tiempo”.

1.5.9 Desbellote

Álvarez (2013), menciona que el desbellote “es una labor que consiste en eliminar la bellota para prevenir enfermedades y mejorar el llenado de la fruta”. De igual manera Morales (2010), expresa que este desbellote es una práctica opcional realizada por algunos productores que buscan mejorar el llenado de los dedos; misma que se justifica solamente cuando existe un mercado especializado para la producción; además explica que esta práctica consiste en la eliminación de la parte terminal del racimo o bellota, con o sin la eliminación de la última o dos últimas manos (desmane).

1.6 Fertilización del cultivo de plátano

Combatt et al. (2012), recaban información sobre fertilización en el cultivo de plátano y expone lo siguiente:

“El cultivo de plátano es exigente en nutrientes, especialmente K, N y P, no obstante, se han observado diferencias en los rendimientos de plantaciones ubicadas en áreas agroecológicamente iguales en zonas productoras en Córdoba, esto puede estar relacionado con la cantidad de nutrientes presente en el suelo en forma disponible, la cantidad de fertilizante aplicado y del manejo agronómico de cada plantación, en trabajos realizados por Corpoica (2001) en el cultivo de plátano, se destaca que en la región los planes de nutrición del cultivo no son suficientes para garantizar una producción sostenible. Sarita y Damatto (2007), indican que el K es el nutriente que más extrae la fruta de plátano. Su baja

disponibilidad en el suelo reduce la floración, aumenta el tiempo de maduración, reduce el tamaño y el peso de los frutos. Además, la deficiencia de N ocasiona una reducción en el área foliar, lo que incide en el ciclo vegetativo y la calidad de los frutos. Según Espinosa et al. (1998), entre los requerimientos del plátano se destaca la adecuada fertilización con N, P y K basada en el análisis de suelos, con lo cual se logra un incremento significativo en el rendimiento. Martínez (1995), estableció que tanto el N como el K son necesarios para el cultivo del plátano, puesto que su deficiencia impide que la planta florezca, y en el caso del K, su ausencia total ocasiona la muerte de la planta” p. 167.

1.6.1 Fertilizantes orgánicos

Aliaga (2013), menciona que los fertilizantes orgánicos se pueden catalogar de acuerdo a la forma de aplicación. Pudiendo ser aplicados directamente al suelo y otros en forma foliar a los cultivos; los abonos orgánicos empleados más destacados son: compost, humus de lombriz, estiércol de animales, abonos verdes, biofertilizantes, bioles o abonos foliares, dentro de ellos tenemos: supermagro, té de compost o de guano, purines, entre otros.

1.7 Características de los suelos para el cultivo de plátano

Para Chemonics, Inc. (2002), los terrenos dedicados al cultivo del plátano deben reunir ciertas condiciones naturales que los hagan aptos para este fin. Los suelos apropiados para son los que varían de ligeramente ácidos a neutros (pH 6,5 -7,0), aunque también tolera los ligeramente alcalinos. Los suelos deben ser de topografía plana para facilitar las labores culturales y evitar al máximo la erosión, sueltos, profundos, ricos en materia orgánica, fértiles y con buen drenaje, dado que los encharcamientos lo afectan e inclusive pueden matar la planta.

1.7.1 La biota en la rizósfera de los suelos plataneros

Rosales y Jaramillo (2004) exponen que, a pesar de su importancia en la productividad de los suelos bananeros, la calidad y salud del suelo no ha recibido la atención que se merece, los esfuerzos de los productores y los científicos se han dirigido

a incrementar la producción dejando relegada la preservación y el incremento de la calidad de vida en el suelo, el adecuado manejo de la productividad y la sostenibilidad de los recursos en el suelo hace necesario contar con una clara y confiable apreciación de la calidad y salud de los suelos bananeros. Para esto es necesario disponer de indicadores que ayuden a diagnosticar y a manejar nuevas alternativas tecnológicas que sean sostenibles en una dimensión económica, ecológica y social.

El carbono microbiano ha sido frecuentemente estudiado por su alta y rápida sensibilidad a los cambios que se producen en el sistema y, además, porque es uno de los pocos que controla parte de los procesos que involucran la transformación y el ciclado de nutrientes, así como la macroagregación, lo cual favorece la retención de agua y la aireación del suelo. (Perez et al., 2020).

1.7.2 La actividad microbiana en un suelo sin agroquímicos

García (2017), en su análisis considera que durante estos últimos 5 años ha existido un considerable incremento en el sector de los biofertilizantes y bioestimulantes agrícola, mismo que influyen directamente en la rizósfera de las plantas, enriqueciéndola o estimulándola, incrementando el rendimiento de los cultivos y generando resistencia a estrés biótico (plagas y enfermedades) y abiótico (sequía, heladas, exceso de minerales, entre otras), de igual manera menciona que existe evidencia que indica que el manejo de la rizósfera como un factor más en el manejo de los cultivos está definido.

Ramos et al. (2016), menciona que una alternativa a la disminución de las dosis de fertilizantes a aplicar a los cultivos, la constituye la aplicación de abonos orgánicos (compost, biosólidos, entre otros), los cuales pueden proveer los nutrimentos requeridos por las plantas; un ejemplo de ello lo constituye el bocashi, cuyo uso aumenta la cantidad de microorganismos en el suelo, así como mejora sus características físicas y suministra nutrimentos a las plantas.

Paolini (2017), al evaluar la actividad microbiológica y biomasa microbiana en suelos cafetaleros de los Andes venezolanos demostró que las fincas con agricultura orgánica presentaron los mayores valores de carbono orgánico total, carbono hidrosoluble, respiración basal y biomasa microbiana en comparación con las de manejo

tradicional y convencional; con lo cual la producción orgánica es un sistema de manejo más sostenible por la mayor conservación de los recursos naturales y la producción más amigable y armónica con el ambiente.

1.7.3 La actividad microbiana en un suelo platanero con la presencia de agroquímicos

Stavi y Lal (2015) (citado por Tapia y Rivera, 2021), menciona que los organismos del suelo son un componente integral de los ecosistemas, pero sus actividades son poco reconocidas en las estrategias de manejo. La intensidad en el uso de la tierra aumenta constantemente a escala mundial, con efectos adversos en los ecosistemas del suelo.

El incremento en la aplicación de insumos de alto costo, así como la búsqueda de tecnología de punta para tratar de detener la disminución vertiginosa en el rendimiento y la producción de los cultivos han contribuido al deterioro acelerado de las características biológicas del suelo (González et al., 2021).

1.8 Bioles supermagros

Restrepo (2016), expone que los biofertilizantes son súper abonos líquidos con mucha energía equilibrada y en armonía mineral, preparados a base de estiércol de vaca muy fresca, disuelta en agua y enriquecida con leche, melaza y ceniza, que se ha colocado a fermentar por varios días en toneles o tanques de plástico, bajo un sistema anaeróbico (sin la presencia de oxígeno) y muchas veces enriquecidos con harina de rocas molidas o algunas sales minerales como son los sulfatos de magnesio, zinc, cobre.

Para el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) (2011), en la preparación de este biofertilizante se produce una descomposición biológica de los materiales que lo componen, por lo que es importante la eliminación de gases, para ello, es necesario que el recipiente tenga un orificio en la tapa para permitir su salida. Idealmente se debe instalar una manguera con el otro extremo en una botella desechable, para permitir la salida de los gases y evitar el ingreso de oxígeno.

1.8.1 Función

Restrepo (2007), describe que la función principal del biol al interior de las plantas, activando el fortalecimiento del equilibrio nutricional como un mecanismo de defensa de las mismas, a través de los ácidos orgánicos, las hormonas de crecimiento, antibióticos, vitaminas, minerales, enzimas y co-enzimas, carbohidratos, aminoácidos y azúcares complejas, entre otros, presentes en la complejidad de las relaciones biológicas, químicas, físicas y energéticas que se establecen entre las plantas y la vida del suelo.

Martin (2003) (citado por Toalombo, 2013), menciona que la función del biol en el interior de las plantas es, activar el fortalecimiento del equilibrio nutricional como un mecanismo de defensa, a través de los ácidos orgánicos las hormonas de crecimiento, antibióticos, vitaminas, minerales, enzimas, co-enzimas carbohidratos, azúcares complejas de relaciones biológicas, químicas, físicas y energéticas que se establece entre las plantas y la vida del suelo.

Las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC) (2003), mediante boletín describe que el Biol además, de mejorar la producción de las plantas y su desarrollo, el biol sirve para estimular la floración y el fruto, aumentar el follaje, favorecer un mejor enraizamiento de la planta, acelerar y uniformizar la germinación de semillas, aumentar y acelerar el crecimiento de brotes, rechazar plagas por su fuerte olor repelente.

1.8.2 Manejo

El INIA (2011) menciona que en la preparación de este biofertilizante se produce una descomposición biológica de los materiales que lo componen, por lo que es importante la eliminación de gases, para ello, es necesario que el recipiente tenga un orificio en la tapa para permitir su salida. Idealmente se debe instalar una manguera con el otro extremo en una botella desechable, para permitir la salida de los gases y evitar el ingreso de oxígeno.

El INIA (2011) describe que en la preparación del supermagro se agregan los micronutrientes que necesitan los vegetales y que no siempre están presentes en las

cantidades necesarias en los suelos, estos micronutrientes, ya disueltos en el agua, son capturados por los compuestos orgánicos existentes en la dilución (agentes quelantes) incorporándolos a su estructura, para después liberarlos lentamente y proveer a las plantas de un suministro continuo de microelementos sin alcanzar nunca concentraciones tóxicas, los micronutrientes agregados son necesarios para el metabolismo, crecimiento y producción de las plantas.

1.8.3 Materiales

En este ítem existen diferencias en cuanto a materiales con los que se prepara los bioles supermagros ya que depende de la ubicación geográfica y la disponibilidad de los recursos materiales como lo sugiere las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC) (2003) mediante boletín donde publican que “todo los materiales que se utiliza para la preparación del biol tiene que ser productos locales que se puede encontrar en la misma comunidad”.

Figura 3. Materiales para elaboración de biol supermagro.



Fuente: Agronotips (2021).

1.8.4 Aplicación

Aliaga (2013) expone que este biofertilizante se utiliza principalmente en hortalizas y frutales, además que la dosis de aplicación para cada tipo de planta es: para

las hortalizas de hoja (1-2%), para hortalizas de fruta (1-3%), para frutales (2-5 %).

El INIA (2011) sugiere que se puede aplicar el supermagro directo al suelo, en una concentración de 10 y 30% o bien mediante el riego por goteo, para tratamientos de semillas, se impregnan con el líquido puro antes de la siembra (1 hora antes).

CAPÍTULO II

2. ESTADO DEL ARTE

Taimal (2019) menciona que en una investigación que tuvo como objetivo evaluar la concentración de nutrientes en el cultivo de papa después de las aplicaciones del biol, estableció tratamientos con biol estándar, biol con lodos lácteos y fertilización química; en el cual al finalizar el estudio estableció que los rendimientos (kg ha^{-1}) de los tratamientos con biol fueron superiores al tratamiento con fertilización química por 13,20 %. Por otro lado, aunque las poblaciones de microorganismos en el suelo difirieron entre tratamientos; los resultados del recuento de bacterias, muestran que el T2 obtuvo mayor cantidad de unidades formadoras de colonias para cada tipo de microorganismo evaluado, posiblemente esté relacionado con la incorporación de lodos lácteos en el biol, y el incremento de estos microorganismos mejoraría la asimilación de los nutrientes por las plantas.

Araya (2010) en la producción y caracterización de bioles para el uso en el cultivo de banano (*Musa sp*) en Costa Rica, el bioensayo con dos bioles escogidos por el nivel de nitrógeno (Pasto fermentado, con y sin lixiviado del raquis e inoculado con EMAs), en plantas propagadas in vitro y trasplantadas en bolsa en vivero, indicaron una ligera diferencia en la variable altura a las 6 semanas de tratamiento con el biol suplementado con lixiviado del raquis, pero no hubo diferencias en las variables diámetro del pseudotallo, número de hojas y área foliar; en cuanto a costos la producción de bioles varía entre \$ 0,03/L y \$ 0,19/L en el caso de bioles preparados con boñiga y \$ 0,08/L y \$ 0,24/L los preparados con pasto fermentado, siendo el principal costo la recolección de lixiviado del raquis.

Cabrera (2019) al evaluar el efecto de la aplicación de abonos orgánicos mejorados en las características morfológicas y rendimiento de *Coffea arabica* L. variedad Costa Rica 95, estableció varios tratamientos fueron: 0 kg N ha^{-1} , guano de isla 200 kg N ha^{-1} , fórmula 2 (200 y 400 kg N ha^{-1}), fórmula 4 (200 y 400 kg N ha^{-1}). Los resultados mostraron que, en el incremento de altura de planta, no hubo diferencia estadística significativa entre abonos orgánicos, en incremento del número de hojas la fórmula dos (200 y 400 kg N ha^{-1}) logró un incremento de 734,5 y 514,13 hojas, en el

contenido de N foliar por planta los tratamientos mostraron diferencias estadísticas frente al testigo, en el rendimiento en quintales no se observaron diferencias estadísticas entre tratamientos.

Pino (2005) en la determinación de la mejor dosis de biol en el cultivo de (*Musa sapientum*) como alternativa a la fertilización foliar química estableció que la mejor dosis de Biol correspondiente al tratamiento T3 (Biol+Ca) y cuya dosis es de 15 litros de (Biol+Ca) + 5 litros de agua, concluyendo que la plantación de *Musa sapientum* requirió mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas para lograr mejores resultados productivos.

Barrera et al. (2011) al evaluar el efecto de abonos orgánicos sobre el crecimiento y producción del plátano evaluó los tratamientos: micorrizas, bocashi, biol, lombriabono, testigo, químico, micorrizas + bocashi, micorrizas + bocashi + biol, micorrizas + lombriabono, micorrizas + lombriabono + biol, micorrizas + biol y micorriza comercial (NN Garcés). Para el primer ciclo los abonos orgánicos no influyeron sobre las variables de crecimiento y desarrollo, solo afectaron el peso del racimo, grosor y longitud de la primera mano del racimo y no afectaron el número de dedos y el grosor de la tercera mano, para el segundo ciclo influyeron significativamente en las variables de crecimiento, desarrollo y de producción, no logró influir en el peso del racimo y en el grosor de la tercera mano.

Alcivar y Párraga (2011) al probar el efecto del biol enriquecido con bacterias acidolácticas en la productividad del cultivo de maní (*Arachis hipogaea l.*) ESPAM – MFL, los factores en estudios fueron, porcentaje de dilución (10% y 20%) y frecuencias de aplicación (7, 15 y 21 días). Respecto a las variables evaluadas estadísticamente no presentaron diferencias significativas en las fuentes de variación estudiadas; sin embargo, en la variable de rendimiento (peso total de semillas), el tratamiento Dilución al 20% + frecuencia de 21 días presentó numéricamente el mayor promedio de producción (2083,17 kg/ha) en comparación de la frecuencia de 7 y 15 días que tuvieron rendimientos de 1935,34 y 1790,05 kg/ha respectivamente. Desde el punto de vista económico el T2 (biol común al 10% de dilución frecuencia 15 días) resultó la mejor alternativa por tener la mayor tasa de retorno marginal (170,21%) debido a la variación de los costos de cada tratamiento.

Quichimbo (2014), al evaluar el enraizamiento a partir de la aplicación de un biorregulador de crecimiento en yemas de banano (*Musa sp*) con la variedad William, empleó cepas de banano de híbrido Willams, en sustrato de siembra, cajas de cristal y herramientas. Los tratamientos fueron T1. 1cepa-3 yemas+ kelpak; T2 ½ cepa con 1 yema+ Kelpak; T3. ½ cepa + 2 yemas + Kelpak 10 cc; T4 Hijo de agua + 3 yemas + Kelpak y Testigo (cepa con 3 yemas). Se probó que el sustrato enriquecido con humus, humus macerado con hidróxido de potasio más el bioestimulante Kelpak de la Basf. y “una cepa con tres yemas + el bioestimulante 10 ml (T2) y T3 “Media cepa con dos yemas + Kelpak” produjo los mejores resultados en el análisis de las variables relativas a la altura de las yemas, y desarrollo del sistema radicular en peso y volumen a los 60 días. El testigo tradicional fue superado por los diferentes tratamientos experimentales; sin existir diferencias relevantes entre emplear la cepa entera o dividida en dos partes,

González et al. (2021), al evaluar las características físicas, químicas y biológicas del suelo asociadas al vigor del cultivo *Musa* AAB cv. Hartón, obtuvo que, en las relaciones con las características edáficas, resultaron correlaciones significativas y negativas entre porcentaje de arena, densidad aparente, infiltración básica e instantánea con NMR, AHS y CPM. Se obtuvieron correlaciones positivas entre porcentaje de limo y humedad del suelo con NMR. Al considerar las características químicas, no se presentaron correlaciones significativas. Respecto a las variables biológicas, resultaron correlaciones negativas entre la población total de fitonematodos con el NMR y CPM. El carbono microbiano presentó correlaciones positivas con CPM y AHS. El análisis de componentes principales permitió determinar la agrupación de lotes de AV y BV, y su correlación con variables edáficas con mayor peso en la expresión de la variabilidad de los resultados.

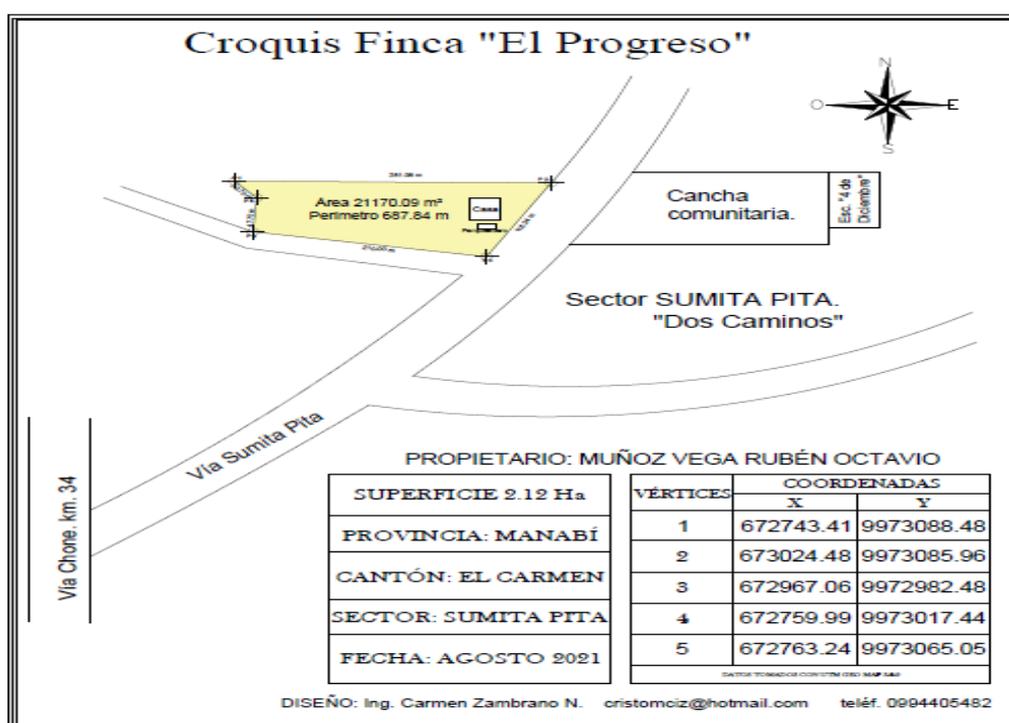
CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del ensayo

La presente investigación se realizó en la provincia de Manabí, en el cantón El Carmen, sector de Sumita Pita, propiedad del Sr. Rubén Muñoz, cuya ubicación se presenta en la siguiente figura:

Figura 4. Ubicación de la finca El Progreso.



3.2 Características agroclimáticas

A continuación, se detalla algunas características agroclimáticas que presenta en El Carmen, Manabí.

Piso climático: Tropical Megatérmico Húmedo

Precipitación: 2500 – 3000 mm/anales

Humedad: 80%

Temperatura: 24 – 25°C

Fuente: Gobierno Autónomo descentralizado de el cantón El Carmen (2019).

3.3 Materiales e insumos

3.3.1 Insumos

- Roca fosfórica : 2 kg
- Zeolita : 3 kg
- ZnSO₄ (Sulfato de zinc) : 1,5 kg
- K₂SO₄ (Sulfato de potasio) : 1 kg
- FeSO₄ (Sulfato de hierro) : 300 g
- KCL (Muriato de potasio) : 1,5 kg
- MgSO₄ (Sulfato de magnesio) : 1 kg
- MBA(microorganismos) : 8 litros
- Leche : 16 litros
- Melaza : 16 litros
- Agua limpia : 100
- Estiércol fresco : 50 kg

3.3.2 Materiales

- Recipiente plástico de 200 litros : 1
- Conexión manguera con tanque : 1
- Balde plástico de 20 litros : 1
- Paleta de madera para remover : 1
- Papel Tornasol para medir pH : 1
- Termómetro de 0 a 100°C : 1

3.4 Variables

3.4.1 Variables dependientes

- Altura del retorno
- Perímetro de pseudotallo del retorno
- Número de hojas a la floración
- Peso del racimo
- Número de dedos exportables
- Rendimiento por hectárea
- mg de CO₂ del suelo
- Análisis económico

3.4.2 Variable independiente

- Diferentes porcentajes de biol enriquecido con microorganismos eficientes.

3.5 Características de las unidades experimentales

A continuación, se detalla las características de las unidades experimentales:

- Número de unidades experimentales: 20
- Área de las unidades experimentales: 100m²
- Largo: 10m
- Ancho: 10m
- Área total del ensayo: 2000m²
- Número de plantas total: 320
- Plantas netas por parcela: 16
- Número de evaluadas: 5

3.6 Tratamientos

Los tratamientos para el ensayo experimental, que evaluó las diferentes dosis de biol supermagro enriquecido con microorganismos eficientes en el cultivo de plátano, son los expuestos en la tabla 1.

Tabla 1. Tratamientos evaluados.

Simbología	Detalle
T1	50 ml l ⁻¹ de agua
T2	100 ml l ⁻¹ de agua
T3	150 ml l ⁻¹ de agua
T4	200 ml l ⁻¹ de agua
T5	0 ml l ⁻¹ de agua

3.7 Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza (ADEVA) de todas las variables evaluadas y para la comparación de medias se aplicó la prueba de Tukey al 5%.

3.8 Diseño experimental

El experimento se desarrolló utilizando un Diseño de Bloque Completamente al Azar (D.B.C.A.), con cinco tratamientos y cuatro repeticiones como se aprecia en la tabla 2.

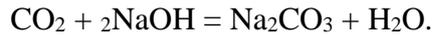
Tabla 2. Esquema de ADEVA empleado.

F.V.	G1
Total	19
Tratamientos	4
Repeticiones	3
Error experimental	12

3.9 Datos tomados

- **Altura de planta:** Para esta variable se midió la altura de la planta madre de la parcela neta de los tratamientos evaluados a nivel de campo, utilizando una cinta métrica.
- **Perímetro del pseudotallo:** Se procedió a utilizar una cinta métrica, para medir el perímetro del pseudotallo de la planta madre en centímetros.
- **Número de hojas a la floración:** Para esta variable se realizó la observación, conteo y registro de manera consecutiva del número de hojas al comienzo de floración.
- **Peso del racimo:** Para el registro de esta variable se utilizó una balanza gramera (0,01 a 200 g) como para constatar el peso del racimo de las plantas que integraron el trabajo experimental.
- **Número de dedos exportables:** Para esta variable a medir con base a lo aplicado se utilizó como unidad de medida el calibrador que permitió evidenciar de manera consecutiva el número de dedos exportables con base a la investigación realizada.
- **Rendimiento:** Con base al peso del racimo (kg) por el número de racimos cosechados en el área de cada ensayo y con la densidad poblacional (3 x 3 m), se realizó una extrapolación y se obtuvo el rendimiento en toneladas (t) por hectárea.
- **Emisión de CO₂ (Microbiota del suelo):** Para el cálculo de esta variable se usó el método de incubación en medio cerrado con 5 ml de NaOH 1N descrito por Anderson (1982) (citado por (Guerrero et al., 2012), y el desprendimiento de CO₂ se estimó mediante titulación con HCl 0,1N, en presencia de tres gotas de fenolftaleína al 1% y luego de la precipitación de los carbonatos con 3 ml de BaCl₂ al 2%. Se consideraron tres blancos, sin adición de sustrato, para controlar la presencia de CO₂ en los frascos. El CO₂ liberado durante la respiración aeróbica en suelos puede ser adsorbido en solución alcalina y medida como un índice de la tasa de respiración.

La reacción en la cual el CO₂ es adsorbido es:



La cantidad de CO₂ adsorbido es equivalente a la cantidad de NaOH consumido. Para determinar esto, se precipitó el carbonato (CO₃²⁻) con BaCl₂ y se tituló el remanente NaOH con HCl.

De la diferencia entre la cantidad de NaOH presente inicialmente y la remanente después de la exposición al CO₂ se obtiene la cantidad de gas producido por respiración mediante la siguiente fórmula:

$$R = (B-M) NE (1)$$

Donde:

R = Respiración microbiana en mg CO₂

B = Volumen de ácido necesario para titular el NaOH del promedio de los blancos (ml)

M = Cantidad de ácido necesaria para titular el NaOH de la muestra (ml)

N = Normalidad del ácido

E = Peso equivalente del CO₂

- **Análisis económico:** Se realizó empleando la metodología de análisis económico mediante el presupuesto parcial de Perrin (citado por Reyes, 2001) propuesto, basado en los costos variables de la investigación.

3.10 Manejo del ensayo

Fase de campo: Elaboración de biol supermagro

DIA 1: En el tanque plástico de 200 litros, colocar 100 libras de estiércol fresco, luego se agregó 70 litros de agua limpia sin cloro y marcar bien. A continuación, en un balde plástico se colocó unos 5 litros de agua limpia-tibia y procedemos a disolver 2 litros de melaza, agregándola a la misma disolución 1 litro de microorganismos benéficos activados (MBA) y 2 litros de leche.

Todas las mezclas de melaza, leche, microorganismos benéficos activados, se hizo introduciendo la mano, pero cuando ya se incluyeron los otros componentes se usó una paleta a fin de no lastimar la piel.

DIA 5: En un balde con 5 litros de agua tibia, se disolvió 2 libras de sulfato de magnesio, 0,45 kg de roca fosfórica y 0,45 kg de zeolita, bien disuelto, luego incluir 2 litros leche, 2 litros de melaza y 1 litro de microorganismos benéficos activados, se invirtió en el tanque.

DIA 9: En un balde con 5 litros de agua tibia, se disolvió 2 litros leche, 2 litros de melaza y 1 litro de microorganismos benéficos activados, mezclar bien. Se agregó 0,45 kg de sulfato de zinc, 0,45 kg de roca fosfórica, 0,45 kg de zeolita, se tapó bien e invirtió en el tanque.

DIA 13: En un balde con 5 litros de agua tibia, se disolvió 0,45 kg de muriato de potasio más 0,45 kg de roca fosfórica, 0,45 kg de zeolita, más 2 litros de leche, más 2 litro melaza, más 1 litro de microorganismos benéficos activados, se mezcló e invirtió en el tanque y tapó bien.

DIA 17: En un balde de 5 litros de agua tibia se disolvió 0,45 kg de sulfato de magnesio, más 0,45 kg de roca fosfórica, más 0,45 kg de zeolita, más 2 litros de leche, litros de melaza, más 1 litro de microorganismos benéficos activados, se mezcló e invirtió en el tanque.

DIA 20: En un balde con 5 litros de agua tibia, se disolvió 0,90 kg de muriato de potasio, más 0,45 kg de sulfato de magnesio, más 0,45 kg de zeolita, más 2 litros de 1 más 2 litros de melaza, y más 1 litro de microorganismos benéficos activados, se invertir y tapó bien el tanque.

DIA 24: En un balde con 5 litros de agua tibia, se disolvió 0,90 kg de sulfato de potasio más 0,22 kg de sulfato de hierro, más 0,45 kg de zeolita, mezclar bien, se agregó 16 litros de leche, más 2 litros de melaza, más 1 litro de microorganismos benéficos, se mezcló bien e invirtió en el tanque.

DIA 30: En un balde de 5 litros de agua tibia, se disolvió 0,45 kg de sulfato de magnesio, más 0,45 kg de zeolita, mezclar bien, agregar 2 litros de melaza, 2 litros de y 1 litro de microorganismos benéficos activados, mezcló bien e invirtió en el tanque.

DIA 36: Se abrió el tanque y se observó la coloración, pH, temperatura y olor posteriormente se procedió a filtrar y colocar en canecas,

Finalmente se aplicó la dosis de biol supermagro correspondiente a cada tratamiento expuesto en la tabla 1.

Fase de laboratorio

Las muestras de suelo fueron recolectadas en recipientes cerrados con un peso de 200 gramos. El CO₂ respirado fue atrapado en 5 ml de NaOH (0,1N) y el exceso fue titulado con HCl (0,1 N) en presencia de cloruro de bario. La determinación de CO₂ fue realizada a los 0 y 60 días desde el momento de la aplicación de los tratamientos en campo.

CAPÍTULO IV

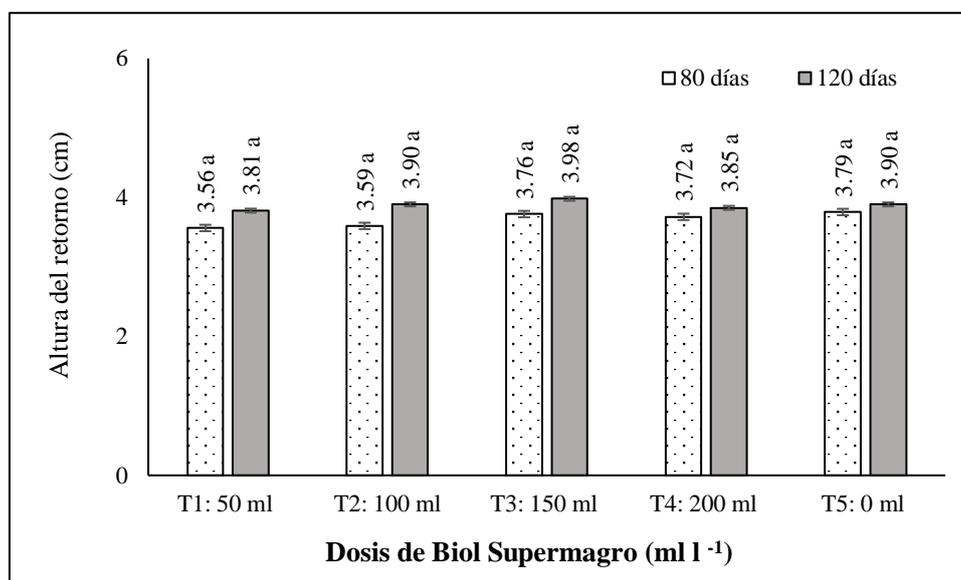
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Variables agronómicas

4.4.1 Altura de planta

En el anexo 1 y 2 se reporta el análisis de varianza de la variable altura de planta a los 80 y 120 días luego de la aplicación de los tratamientos (DAT), en los cuales se aprecia que no existió diferencias estadísticas significativas tratamientos ($p > 0,05$), en ambas fechas de evaluación (Figura 5). Los coeficientes de variación fueron de 8,40 y 5,92 %, respectivamente.

Figura 5. Promedios de altura de planta (m) a los 80 y 120 días después de la aplicación de los tratamientos (DAT) en la investigación “Evaluación de biol enriquecido con microorganismos eficientes autóctonos en la producción de plátano de exportación (*Musa AAB*)”.



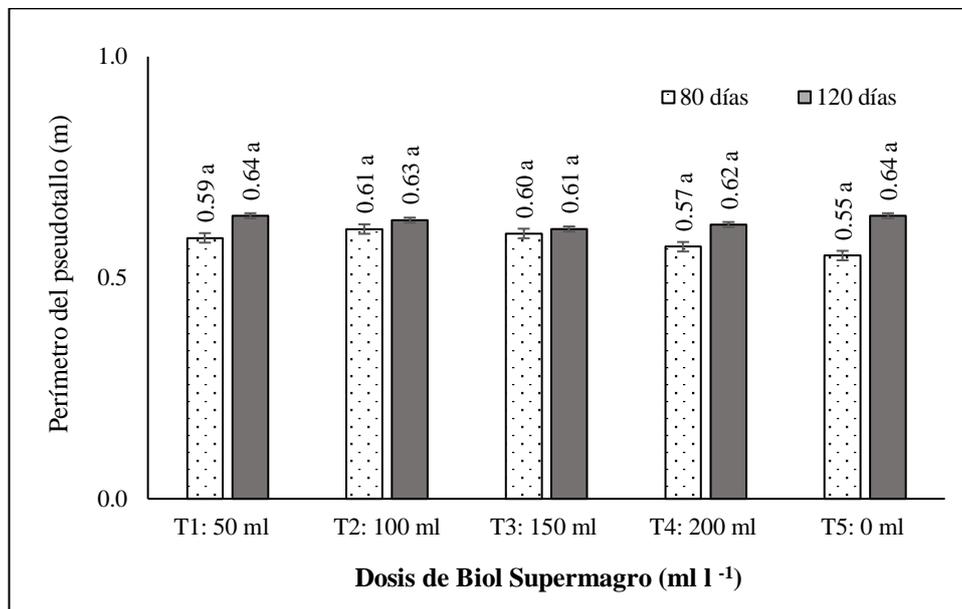
Estos resultados son similares a los reportados por Barrera et al. (2011), quien al evaluar el efecto de abonos orgánicos sobre el crecimiento y producción del plátano, evaluó los tratamientos: micorrizas, bocashi, biol, lombriabono, testigo, químico,

micorrizas + bocashi, micorrizas + bocashi + biol, micorrizas + lombriabono, micorrizas + lombriabono + biol, micorrizas + biol y micorriza comercial (NN Garcés) y demostró que para el primer ciclo de cosecha los abonos orgánicos no influyeron sobre las variables de crecimiento y desarrollo.

4.1.2 Perímetro de pseudotallo

El análisis de varianza de la variable perímetro de pseudotallo a los 80 y 120 días luego de la aplicación de los tratamientos (DAT) expuesto en los anexos 3 y 4, en los cuales se aprecia que no existió diferencias estadísticas significativas tratamientos ($p > 0,05$), en ambas fechas de evaluación. Los coeficientes de variación fueron de 7,99 y 8,94 %, respectivamente.

Figura 6. Promedios de perímetro del pseudotallo (m) a los 80 y 120 días después de la aplicación de los tratamientos (DAT) en la investigación “Evaluación de biol enriquecido con microorganismos eficientes autóctonos en la producción de plátano de exportación (*Musa AAB*)”.

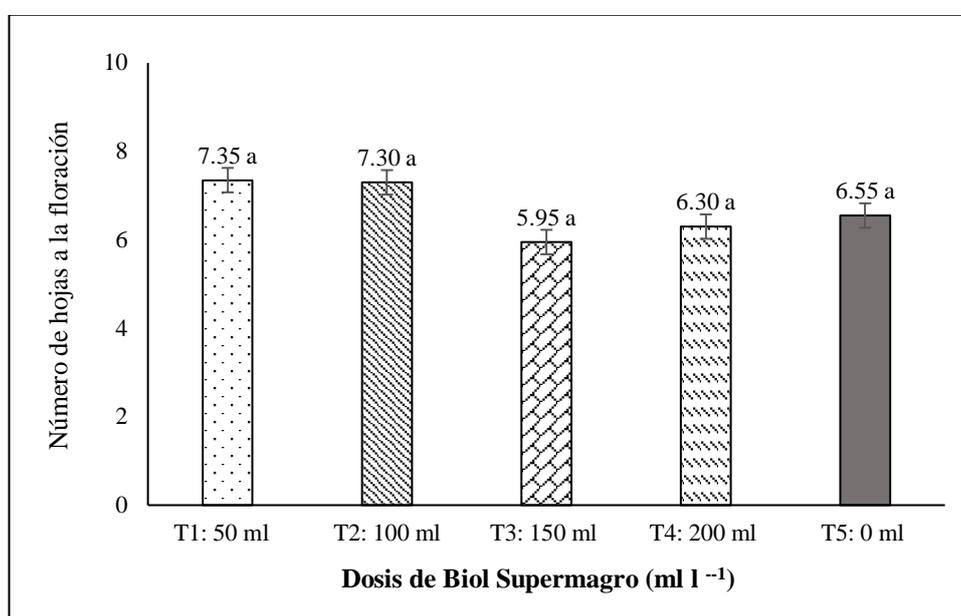


Dichos resultados son similares a los obtenidos por Araya (2010) quien en la producción y caracterización de bioles para su uso en el cultivo de banano (*Musa sp*) en Costa Rica demostró que no hubo diferencias en las variables diámetro del pseudotallo, número de hojas y área foliar.

4.1.3 Número de hojas

Al analizar los resultados del anexo 5 sobre la variable número de hojas se puede observar que luego de la aplicación de los tratamientos (DAT), se detectó que no existió diferencias estadísticas significativas tratamientos ($p>0,05$). El coeficiente de variación fue de 13,39 %.

Figura 7. Promedios de número de hojas a la floración en la investigación “Evaluación de biol enriquecido con microorganismos eficientes autóctonos en la producción de plátano de exportación (*Musa AAB*)”.



El promedio general fue de 6,66 hojas; dichos resultados a nivel estadísticos son opuestos a los reportados por Cabrera (2019) quien al evaluar el efecto de la aplicación de abonos orgánicos mejorados en las características morfológicas y rendimiento de *Coffea arabica* L. variedad Costa Rica 95, estableció que en el incremento del número de hojas la fórmula dos (200 y 400 kg N ha⁻¹) logró un incremento de 734,5 y 514,13 hojas, mostrando diferencias estadísticas frente al testigo.

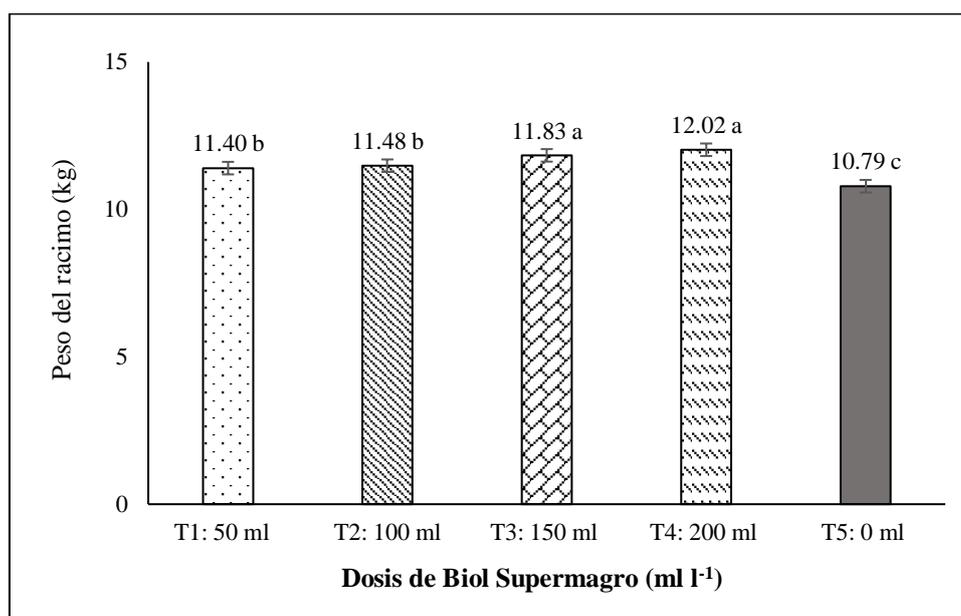
4.2 Variables de rendimiento productivo

4.2.1 Peso del racimo

En el anexo 6 se reporta el análisis de varianza de la variable número de racimos cosechados, en el cual se aprecia diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0,05$). El promedio general de esta variable fue de 11,50 kg por racimo. El coeficiente de variación fue de 0,92 %,

Al analizar los resultados de la figura 8 se puede deducir que el T4 (200 ml l⁻¹) fue estadísticamente superior y tuvo el mayor peso de racimo con 12,03 kg. Se observa que conforme se incrementó la dosis de biol supermagro aumento el peso del racimo, siendo probable que por la cantidad de macro elementos que contiene el Biol en su composición mejore este coeficiente.

Figura 8. Promedios de peso racimos (kg) en la investigación “Evaluación de biol enriquecido con microorganismos eficientes autóctonos en la producción de plátano de exportación (*Musa AAB*)”.



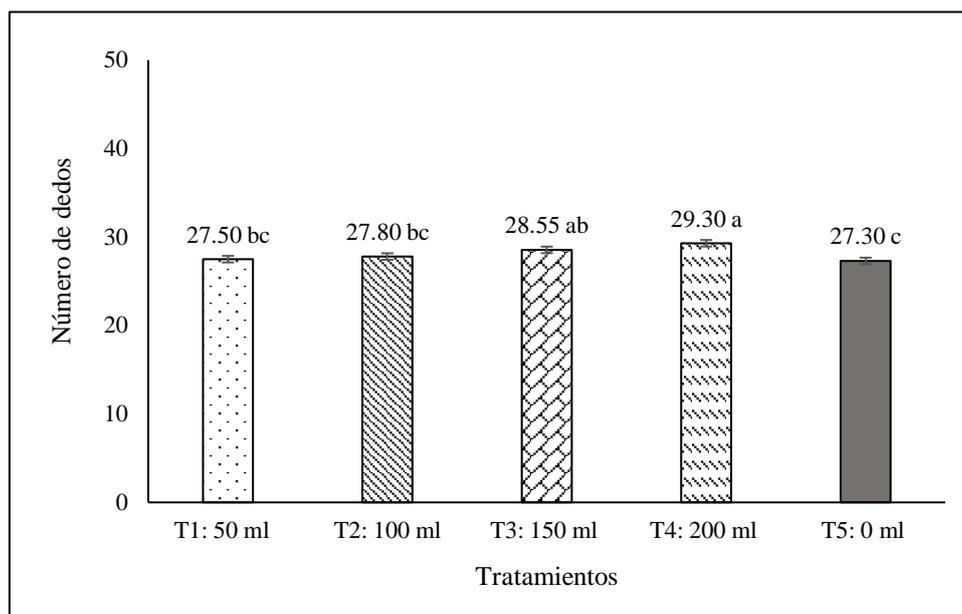
Los datos reportados en esta variable son diferentes a los reportados por Barrera et al. (2011), quien al evaluar el efecto de abonos orgánicos sobre el crecimiento y producción del plátano, evaluó los tratamientos: micorrizas, bocashi, biol, lombriabono, testigo, químico, micorrizas + bocashi, micorrizas + bocashi + biol, micorrizas + lombriabono, micorrizas + lombriabono + biol, micorrizas + biol y micorriza comercial (NN Garcés), demostrando que para el primer ciclo de cosecha los abonos orgánicos solo afectaron el peso del racimo, grosor y longitud de la primera mano del racimo.

4.2.2 Número de dedos exportables

El análisis de varianza de la variable número de dedos exportables reportado en el anexo 7 en el cual se aprecia que existió diferencias estadísticas significativas tratamientos ($p < 0,05$). El coeficiente de variación fue de 1,30 %.

En la figura 9 se puede deducir que el T4 (200 ml l⁻¹) fue superior a los demás tratamientos evaluados con el mayor número de dedos con 29,30; al igual que en la variable anterior se nota que conforme aumenta la dosis de EMAs se incrementa el número de dedos.

Figura 9. Promedios de número de dedos exportable en la investigación “Evaluación de biol enriquecido con microorganismos eficientes autóctonos en la producción de plátano de exportación (*Musa AAB*)”.



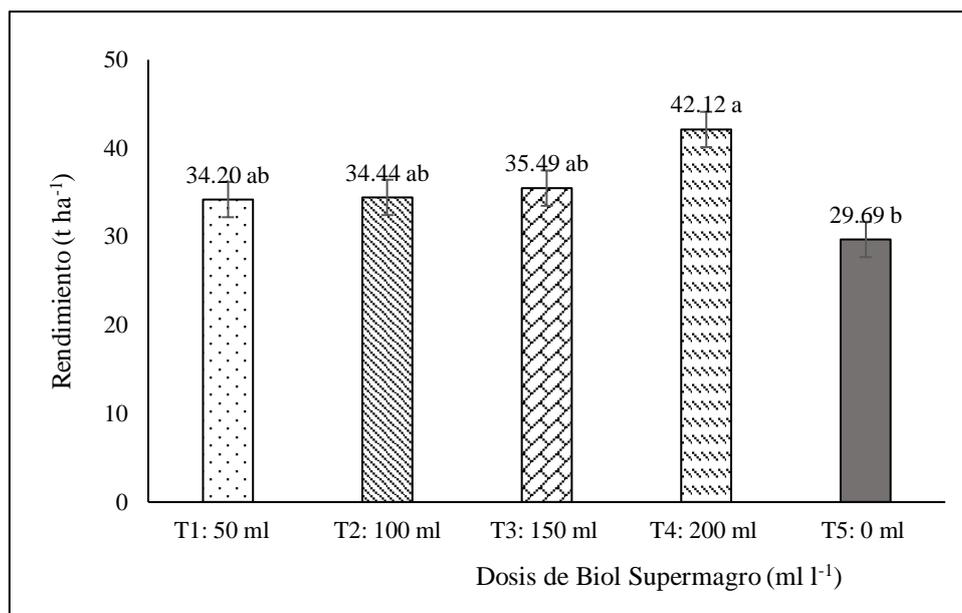
Esta variable se comportó de igual manera que lo reportado por Barrera et al. (2011), quien al evaluar el efecto de abonos orgánicos sobre el crecimiento y producción del plátano estableció efectos significativos ($p \leq 0,01$) para esta variable, los mejores tratamientos fueron el químico, micorrizas + bocashi + biol y micorrizas + lombriabono con 35,0, 30,33 y 30,33 dedos por racimo, respectivamente.

4.2.3 Rendimiento por hectárea

En los anexos 8 se reportan los análisis de varianza de la variable de rendimiento por hectárea, en los cuales se aprecia que existió diferencias estadísticas significativas a nivel de tratamientos (Dosis de aplicación) ($p < 0,05$). El coeficiente de variación fue de 11,13 %.

Al analizar los resultados de la figura 10 se puede deducir que el T4 (200 ml l⁻¹) fue estadísticamente superior a los demás tratamientos evaluados con el mayor rendimiento por hectárea con 42,12, t ha⁻¹.

Figura 10. Promedios de rendimiento por hectárea (t) exportable en la investigación “Evaluación de biol enriquecido con microorganismos eficientes autóctonos en la producción de plátano de exportación (*Musa AAB*)”.



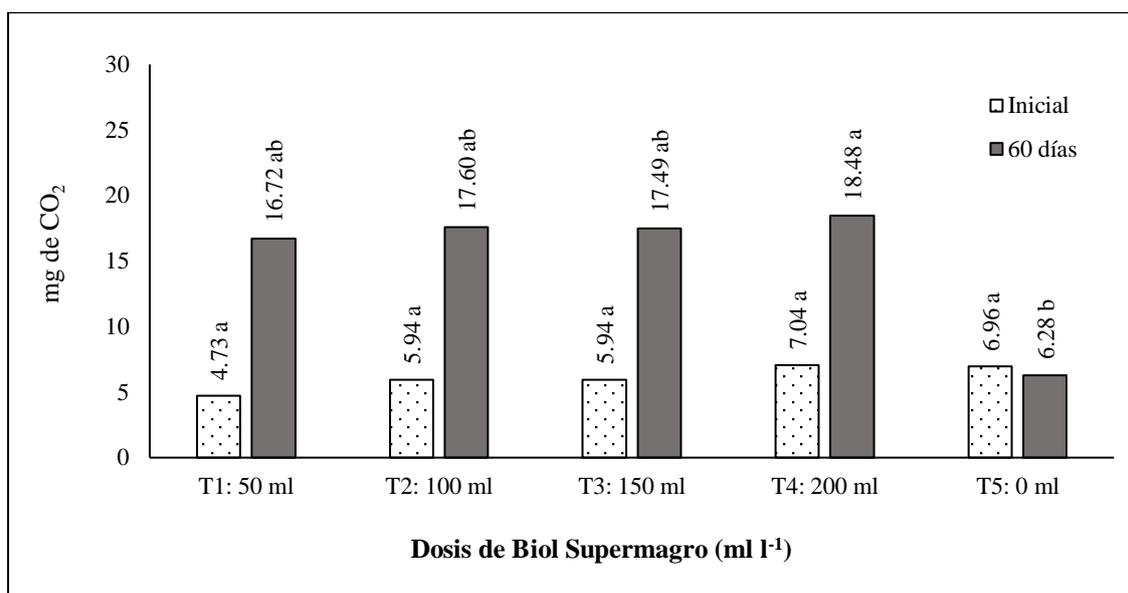
El efecto del biol supermagro en el rendimiento del cultivo de plátano fue similar al reportado por Taimal (2019) quien menciona que en una investigación llevada a cabo con el objetivo de evaluar la concentración de nutrientes en el cultivo de papa después de las aplicaciones del biol, estableció al finalizar el estudio que los rendimientos (kg/ha) de los tratamientos con biol fueron superiores al tratamiento con fertilización química por 13,20 %.

4.4 Microbiota en suelo

En el anexo 9 y 10 se reporta el análisis de varianza de la variable microbiota en suelo inicial y a los 60 días luego de la aplicación de los tratamientos (DAT), en los cuales se aprecia que existió diferencias estadísticas significativas tratamientos ($p < 0,05$) solo a los 60 días. El coeficiente de variación fue de 4,76 % y 10,65%, respectivamente.

En la figura 11 se observa que a dosis de biol supermagro (200 ml l^{-1}) fue estadísticamente superior a los demás con la mayor cantidad de CO_2 producto de la actividad biológica del suelo (18,48 mg) con una diferencia numérica de 12,20 mg de CO_2 con respecto al Testigo; lo que permite deducir que al aumentar la cantidad de biol supermagro también lo hace la microbiota del suelo.

Figura 11. Promedios de microbiota en suelo inicial y a los 60 días en la investigación “Evaluación de biol enriquecido con microorganismos eficientes autóctonos en la producción de plátano de exportación (*Musa AAB*)”.



Se observa una tendencia incremental de la cantidad de CO_2 en suelo conforme aumenta la dosis de biol supermagro; es decir sus condiciones biológicas como lo corrobora Pino (2005) quien en la determinación de la mejor dosis de biol en el cultivo de (*Musa sapientum*) como alternativa a la fertilización foliar química estableció que la mejor dosis de biol fue la correspondiente al tratamiento T3 (Biol+Ca) cuya dosis es de 15 litros de (Biol+Ca) + 5 litros de agua, concluyendo que la plantación de *Musa sapientum* requirió mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas para lograr

mejores resultados productivos.

4.3 Análisis económico

El análisis económico expuesto en la tabla 3 obtenido mediante el presupuesto parcial mostró que el tratamiento T4 (200 ml l⁻¹) tiene mayor beneficio neto \$ 9 6543,27 USD, seguido del T3 (150 ml l⁻¹) con \$ 8 128,90 USD por hectárea.

Tabla 3. Costo beneficio en los diferentes tratamientos evaluados en la investigación “Evaluación de biol enriquecido con microorganismos eficientes autóctonos en la producción de plátano de exportación (*Musa AAB*)”.

Detalle	Tratamientos				
	T1 50 ml	T2 100 ml	T3 150 ml	T4 200 ml	T5 Testigo
Rendimiento (kg)	34200,00	34440,00	35490,00	42120,00	29690,00
Rendimiento ajustado (10%)	30780,00	30996,00	31941,00	37908,00	26721,00
Precio de kg	\$0,26	\$0,26	\$0,26	\$0,26	\$0,26
Beneficio bruto	\$7.900,20	\$7.955,64	\$8.198,19	\$9.729,72	\$6.858,39
Costos variables					
Dosis de biol Supermagro	\$7,16	\$14,32	\$21,47	\$28,63	\$0,00
Mano de obra	\$47,81	\$47,81	\$47,81	\$47,81	\$0,00
Total costos variables	\$54,97	\$62,13	\$69,29	\$76,45	\$0,00
Beneficio neto	\$7.845,23	\$7.893,51	\$8.128,90	\$9.653,27	\$6.858,39

4.3.1 Análisis de dominancia

La tabla 4 mostró que la mayor tasa de retorno marginal del T4 (200 ml l⁻¹) con el 19,94 %, es considerado económicamente más rentable. Resultados similares los obtuvo Alcivar y Párraga (2011), quien desde el punto de vista económico obtuvo que el T2 (biol común al 10% de dilución frecuencia 15 días) resultó la mejor alternativa por tener la mayor tasa de retorno marginal (170,21%) en el cultivo de maní.

Tabla 4. Análisis de dominancia en la investigación “Evaluación de biol enriquecido con microorganismos eficientes autóctonos en la producción de plátano de exportación (*Musa AAB*)”.

Tratamientos	C.V	B.N	Dominancia	Tasa de retorno marginal (%)
Testigo	\$0,00	\$6.858,39	ND	
50 ml	\$54,97	\$7.845,23	D	17,95
100 ml	\$62,13	\$7.893,51	D	0,78
150 ml	\$69,29	\$8.128,90	D	3,40
200 ml	\$76,45	\$9.653,27	D	19,94

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES

- Las dosis del biol supermagro enriquecido con microorganismos eficientes autóctonos no infirieron sobre el comportamiento agronómico de los tratamientos evaluados en el cultivo de plátano de exportación (*Musa AAB*) ($p>0,05$).
- El T4 (200 ml l⁻¹) fue superior para las variables peso de racimo (12,03 kg), número de dedos (29,30 dedos) y rendimiento por hectárea con 42,12 t ha⁻¹ de plátano de exportación (*Musa AAB*) ($p<0,05$).
- La aplicación con biol supermagro enriquecido con microorganismos eficientes autóctonos infirió sobre la microbiota del suelo ($p<0,05$), siendo el T4 (200 ml l⁻¹) el mejor con 18,48 mg de CO₂.
- Al realizar el análisis económico se estableció que el T4 (200 ml l⁻¹) tuvo la mayor tasa de retorno marginal con 19,94 %, por lo que es considerado económicamente más rentable.

CAPÍTULO VI

6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso del biol supermagro enriquecido con microorganismos eficientes (EMAs) en dosis de 200 ml l⁻¹ en el cultivo de plátano, ya que incrementa la producción del mismo.
- Continuar con la evaluación de la microbiota del suelo en el cultivo ya establecido con el propósito de generar información en el tiempo del efecto del biol supermagro en los meses posteriores.
- Se recomienda el uso de biol supermagro enriquecido con microorganismos eficientes autóctonos (EMAs) en suelos que han perdido sus características físicas, químicas y biológicas por la adición de productos convencionales.
- Seguir haciendo investigaciones con el uso de biol supermagro enriquecido con microorganismos eficientes autóctonos (EMAs) en diferentes cultivos en la zona de El Carmen.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agronotips. (2021). *Elaboración y usos del Biol un abono natural en la agricultura sostenible*. Obtenido de <https://www.portalfruticola.com/noticias/2021/09/29/elaboracion-y-usos-del-biol-un-abono-natural-en-la-agricultura-sostenible/>
- Alcivar, E., & Párraga, F. (2011). *Efecto del biol enriquecido con bacterias acidolácticas en la productividad del cultivo de maní (Arachis hipogaea l.) ESPAM – MFL*. Obtenido de Tesis Ing. Agrop. Escuela Superior Agropecuaria de Manabí: <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/25/1/Alc%20C3%ADvar%20Su%20C3%A1rez%20Elicio%20Gregorio-P%20C3%A1rraga%20Palacios%20Flor%20Mar%20C3%ADa.pdf>
- Aliaga, N. (2013). *Producción del Biol Supermagro*. Obtenido de http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/Manual_de__Bioles_rina.pdf
- Álvarez, E., León, S., Sánchez, M., & Cusme, B. (2020). *Evaluación socioeconómica de la producción de plátano en la zona norte de la Provincia de los Ríos*. Obtenido de Journal of Business and entrepreneurial. Vol. 4 - 2: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:7JJZ65ImZ4wJ:https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7888294.pdf&cd=15&hl=es&ct=clnk&gl=ec>
- Araya, F. (2010). *Producción y caracterización de bioles para su uso en el cultivo de banano (Musa sp), Rio Frio, Sarapiquí, Heredia, Costa Rica*. Obtenido de Tesis Ing. Agronómica. Instituto Tecnológico de Costa Rica: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/3168/Producci%C3%B3n%20y%20caracterizaci%C3%B3n%20de%20bioles%20para%20su%20uso%20en%20el%20cultivo%20de%20banano%20%28Musa%20sp%29%20Rio%20Frio%20C3%ADo%20C2%20Sarapiqu%C3%AD%20C2%20Heredia%20C2%20Costa%20Rica>
- Barrera, J., & Salazar, C. (2010). *Efecto del desmane y remoción de dedos sobre la calidad y producción del banano*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/324232097_Efecto_del_desmane_y_re

mocion_de_dedos_sobre_la_calidad_y_produccion_del_banano

- Barrera, J., Combatt, E., & Ramírez, Y. (2011). *Efecto de abonos orgánicos sobre el crecimiento y producción del plátano Hartón (Musa AAB)*. Obtenido de Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. Vol. 5 - No. 2 - pp. 186-194.:
<http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v5n2/v5n2a03.pdf>
- Cabrera, G. (2019). *Efecto de abonos orgánicos mejorados en la producción de Coffea arabica L. variedad Costa Rica 95 en Satipo*. . Obtenido de esis Ing. en Ciencias Agrarias.) Universidad Nacional del Centro del Perú:
https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5497/T010_46089012_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cedeño, et al. (2013). *EFFECTO DE TAMAÑOS DE CORMOS SOBRE LA TASA DE MULTIPLICACIÓN DEL PLÁTANO EN DOS AMBIENTES DE PROPAGACIÓN*. Instituto Tecnológico Superior Calazacon, Santo. Obtenido de
<http://sigloxxi.espam.edu.ec/Ponencias/VII/ponencias/55.pdf>
- Centro Nacional de Información y Documentación Agropecuaria (CENIDA). (2007). *Ficha del plátano*. Obtenido de
<https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01N583.pdf>
- Chemonics, Inc. (2002). *Guía Práctica para el Cultivo del Plátano*. Obtenido de
<https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/NF01C965mp.pdf>
- Combatt, E., Novoa, R., & Barrera, R. (2012). *Caracterización química de macroelementos en suelos cultivados con plátano (Musa AAB Simmonds) en el departamento de Córdoba, Colombia*. Obtenido de Revista Acta Agron. vol.61 no.2:
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28122012000200009
- Correa, M. (2020). *Evaluación de labores agronómicas (Musa AAA Simmonds) tipo exportación Finca Galeon, Carepa - Antioquia*. Obtenido de Tesis Ingeniería Agronómica. Universidad de Córdoba. pp.22:
<https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/2686/MILSON%20ANTONIO%20CORREA%20MORELO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Daniells, J. (2016). *Would the true peduncle please stand up?* Obtenido de
<https://www.promusa.org/blogpost431-Would-the-true-peduncle-please-stand-up>
- El Centro Nacional de Información y Documentación Agropecuaria (CENIDA). (2008). *Guía Práctica para el Cultivo del Plátano*. Obtenido de

- <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/NF01C965mp.pdf>
- Fao. (2018). *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo*, 120-128. Obtenido de <https://www.fao.org/3/I9553ES/i9553es.pdf>
- García, D. (2017). *La Rizósfera de los Cultivos: la Clave Oculta para el Rendimiento Sostenible de la Agricultura*. Obtenido de Serie Suelos Núm. 32. p. 3: <https://www.intagri.com/articulos/suelos/la-rizosfera-de-los-cultivos-la-clave-oculta-para-el-rendimiento>
- González, H., González, A., Atencio, J., & Soto, A. (2021). *Evaluación de calidad de suelos plataneros a través de la actividad microbiana en el sur del lago de Maracaibo, estado de Zulia, Venezuela*. Obtenido de Rev. Fac. Agron. (LUZ). 2021, 38: 216-240. pp. 219-220: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:TXTV43WpKk0J:https://www.produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/download/35497/37615/&cd=12&hl=es&ct=clnk&gl=ec>
- González, H., González, A., Rodríguez, G., León, R., & Betancourt, M. (2021). *Vigor en plantas de plátano (Musa AAB Hartón) y su relación con las características físico, químicas y biológicas del suelo*. Obtenido de Agronomía Costarricense 45(2): 115-134.: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agrocost/article/view/47772/47492>
- Guerrero, P., Quintero, R., Espinoza, V., Benedicto, G., & Sánchez, M. (2012). *Respiración de CO₂, como indicador de la actividad microbiana en abonos orgánicos de Lupinus*. Obtenido de Revista Terra Latinoamericana Vol. 30 Número 4 : <https://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v30n4/2395-8030-tl-30-04-00355.pdf>
- Infoagro. (2020). *Guía del cultivo de banano orgánico*. Obtenido de <https://m.facebook.com/infoagronomo/photos/a.1239371766194943/2417790491686392/?type=3>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (2016). *Prácticas Culturales para Manejo Sanitario de Enfermedades en Cultivo de Plátano*. Obtenido de pp. 5: <http://repiica.iica.int/docs/B4208e/B4208e.pdf>
- Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). (2011). *Manual de biopreparados para la Agricultura ecológica*. Obtenido de <http://bibliotecadigital.fia.cl/bitstream/handle/20.500.11944/146445/6%20SUPE%20RMAGRO.pdf?sequence=9&isAllowed=y>

- Lardizabal, R. (2007). *Producción de plátano de alta densidad*. Obtenido de https://santic.rds.hn/wp-content/uploads/2013/06/Manual-de-Produccion-de-Platano_05_07.pdf
- Lizarzaburo, G. (2022). *Chapeo y «Vampirazo», los sistemas con los que algunos exportadores reducen la producción de banano del Ecuador*. Obtenido de <https://deunanoticias.com/chapeo-y-vampirazo-los-sistemas-con-los-que-algunos-exportadores-reducen-la-produccion-de-banano-del-ecuador/>
- López, O. (2002). *Manual de producción de plátano basado en la experiencia de Zamorano*. Obtenido de pp.16: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/133d25cb-68d9-455a-911f-9005b9f607e4/content>
- Meza, J. (2013). *Propagación vegetativa de plátano dominique (musa paradisiaca) bajo dos porcentajes de sombra con la aplicación de cuatro dosis de benzilaminopurina (bap) en el cantón El Empalme provincia del Guayas. Universidad Técnica de Cotopaxi*. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/2551>
- Morocho, T., & Leiva, M. (2019). *Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas*. Obtenido de Ctro. Agr. vol.46 no.2 Santa Clara: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000200093
- Murrieta, E., & Palma, H. (2018). *Manual de Buenas Prácticas de Cosecha y Poscosecha de plátano y banano*. Obtenido de https://issuu.com/comunicacionesalianzacacaoperu/docs/manual_poscosecha_banano
- Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC). (2003). *Hagamos Nuestro Biol*. Obtenido de Boletín N° 179: https://www.unodc.org/documents/bolivia/DI_Hagamos_nuestro_biol.pdf
- Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación (FAO). (2004). *La economía mundial del banano*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/y5102s/y5102s00.htm#Contents>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO. (2015). *Los suelos están en peligro, pero la degradación puede revertirse*. Obtenido de <https://www.fao.org/news/story/es/item/357165/icode/>
- Paolini, J. (2017). *Actividad microbiológica y biomasa microbiana en suelos cafetaleros*.

- Obtenido de Terra Latinoamericana 36: 13-22:
<https://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v36n1/2395-8030-tl-36-01-13.pdf>
- Perez, C., Huidobro, J., & Álvarez, M. (2020). *Carbono de la biomasa microbiana de los suelos como indicador de cambios en sistemas productivos locales*. Obtenido de Carbono de la biomasa microbiana de los
- Pino, C. (2005). *Determinación de la mejor dosis de Biol en el cultivo de (Musa sapientum) Banano, como alternativa a la fertilización foliar química*". Obtenido de Tesis Ing. Agrop. Escuela Politécnica del Litoral:
<https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/14619>
- Quichimbo, J. (2014). *Evaluación del enraizamiento a partir de la aplicación de un biorregulador de crecimiento en yemas de banano (Musa sp) con la variedad William*. Obtenido de Tesis. Universidad Técnica de Machala:
http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1039/7/CD306_TESIS.pdf
- Ramos, D., Terry, E., Soto, F., Cabrera, A., Rodríguez, G., & Fernández, L. (2016). *Respuesta del cultivo del plátano a diferentes proporciones de suelo y Bocashi, complementadas con fertilizante mineral en etapa de vivero*. Obtenido de cultrop vol.37 no.2: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362016000200020
- Restrepo, J. (2007). *Biofertilizantes preparados y fermentados a base de mierda de vaca*. Obtenido de p-18: <http://agroecologia.org/wp-content/uploads/2016/12/ABC-de-la-Agricultura-organica-Abonos-organicos.pdf>
- Restrepo, J. (2016). *Biofertilizantes preparados a base de mierda de vaca*. Obtenido de Manual práctico. pp,17: <http://agroecologia.org/wp-content/uploads/2016/12/ABC-de-la-Agricultura-organica-Abonos-organicos.pdf>
- Reyes, M. (2001). *Análisis económico de experimentos agrícolas con presupuestos parciales: Re-enseñando el uso de este enfoque*. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Mamerto-Reyes-Hernandez/publication/334655730_Analisis_economico_de_experimentos_agricolas_con_presupuestos_parciales_Re-ensenando_el_uso_de_este_enfoque/links/5d388c4ca6fdcc370a5d014e/Analisis-economico-de-experimento
- Rodriguez, G., Betancourt, M., Cardona, L., & Palacios, S. (2017). *Cultivo del plátano, prácticas y recomendaciones*. Obtenido de

https://www.researchgate.net/publication/350358277_Cultivo_del_platano_practicas_y_recomendaciones

- Rosales, F., & Jaramillo, R. (2004). *Calidad de vida en la rizosfera del banano: una vision de nuevas iniciativas en america latina* . Obtenido de https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:3tdhPTMqr0oJ:https://www.musalit.org/viewPdf.php%3Ffile%3DIN050652_spa.pdf%26id%3D9616&cd=3&hl=es&ct=clnk&gl=ec
- Taimal, S. (2019). Obtenido de Tesis Ing. Agrop. Universidad Técnica del Norte: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9227/1/03%20AGP%20243%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Tapia, A., & Rivera, W. (2021). *Efecto de tres condiciones agronómicas diferentes sobre el perfil bioquímico y la diversidad en la rizosfera de plantaciones de banano con Fusarium oxysporum Raza 1*. Obtenido de Rev. Chapingo Ser.Hortic vol.27 no.2: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1027-152X2021000200055&script=sci_arttext&tlng=es
- Toalombo, M. (2013). *Aplicación de abonos orgánicos líquidos tipo Biol al cultivo de Mora (Rubusglaucus benth)*. Obtenido de Tesis Ing. Agrop. Universidad Técnica de Ambato. pp.34: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6490/1/Tesis-64%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%2020205.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza de la variable altura de planta a los 80 días (DDA).

F.V.	gl	SC	CM	F	Valor p	
Tratamientos	4	0,16	0,04	0,39	0,8112	ns
Repeticiones	3	0,21	0,07	0,67	0,5891	ns
Error	12	1,26	0,11			
Total	19	1,64				
C.V (%)				8,40		

Anexo 2. Análisis de varianza de la variable altura de planta a los 120 días (DDA).

F.V.	gl	SC	CM	F	Valor p	
Tratamientos	4	0,18	0,04	0,92	0,4840	ns
Repeticiones	3	0,19	0,06	1,34	0,3077	ns
Error	12	0,57	0,05			
Total	19	0,94				
C.V (%)				5,92		

Anexo 3. Análisis de varianza de la variable perímetro de pseudotallo a los 80 días (DDA).

F.V.	gl	SC	CM	F	Valor p	
Tratamientos	4	0,01	0,00	0,96	0,4625	ns
Repeticiones	3	0,00	0,00	0,40	0,7584	ns
Error	12	0,03	0,00			
Total	19	0,04				
C.V (%)				7,99		

Anexo 4. Análisis de varianza de la variable perímetro de pseudotallo a los 120 días (DDA).

F.V.	gl	SC	CM	F	Valor p	
Tratamientos	4	0,00	0,00	0,28	0,8855	ns
Repeticiones	3	0,00	0,00	0,60	0,6286	ns
Error	12	0,03	0,00			
Total	19	0,04				

C.V (%)	8,34
---------	------

Anexo 5. Análisis de varianza de la variable número de hojas antes de la floración.

F.V.	gl	SC	CM	F	Valor p	
Tratamientos	4	6,11	1,53	1,90	0,1749	ns
Repeticiones	3	1,49	0,50	0,62	0,6153	ns
Error	12	9,64	0,80			
Total	19	17,24				
C.V (%)			13,39			

Anexo 6. Análisis de varianza de la variable peso del racimo (kg).

F.V.	gl	SC	CM	F	Valor p	
Tratamientos	4	17,48	4,37	80,93	<0,0001	**
Repeticiones	3	0,14	0,05	0,88	0,4801	ns
Error	12	0,65	0,05			
Total	19	18,27				
C.V (%)			0,92			

Anexo 7. Análisis de varianza de la variable número de dedos por racimo.

F.V.	gl	SC	CM	F	Valor p	
Tratamientos	4	10,93	2,73	9,19	0,0012	**
Repeticiones	3	0,18	0,06	0,20	0,8916	ns
Error	12	3,57	0,3			
Total	19	14,68				
C.V (%)			1,94			

Anexo 8. Análisis de varianza de la variable rendimiento por hectárea.

F.V.	gl	SC	CM	F	Valor p	
Tratamientos	4	319,48	79,87	5,2	0,0115	*
Repeticiones	3	71,14	23,71	1,54	0,2538	ns
Error	12	184,23	15,35			
Total	19	574,84				

Anexo 9. Análisis de varianza de la variable microbiota del suelo inicial.

F.V.	gl	SC	CM	F	Valor p	
Tratamientos	4	400,18	100,04	1,34	0,3125	ns
Repeticiones	3	167,8	55,93	0,75	0,5447	ns
Error	12	898,68	74,89			
Total	19	1466,66				
C.V (%)				10,59		

Anexo 10. Análisis de varianza de la variable microbiota del suelo a los 60 días.

F.V.	gl	SC	CM	F	Valor p	
Tratamientos	4	11,58	2,89	4,25	0,0227	ns
Repeticiones	3	1,27	0,42	0,62	0,6149	ns
Error	12	8,17	0,68			
Total	19	21,02				
C.V (%)				4,76		

Anexo 11. Costo de producción de 1 litro de Biol Supermagro.

Detalle	Unidad	Cantidad	Precio	Valor total
Captura EMA				
Harina de pescado	kg	0,2	0,25	0,05
Arroz	lb	10	0,5	5,00
Tarrina	unidad	20	0,1	2,00
Media nylon	unidad	5	1,5	7,50
Subtotal 1				14,55
Elaboración de solución madre				
Melaza	1	3	0,50	1,50
Agua	1	9	0,05	0,05

EMA	kg	10	1,46	1,46
Subtotal 2				3,01
Preparación de Biol Supermag				
1° fase				
Leche	l	4	0,6	2,40
Yogurt	l	4	2	8,00
Torta de soya	kg	2	0,66	1,32
Subtotal 3				11,72
2° fase				
Agua	l	100	\$0,05	\$5,00
Roca fosfórica	lb	1	\$2,00	\$2,00
Sulfato de zinc	lb	1,5	\$3,75	\$5,63
Sulfato de potasio	kg	1	\$2,50	\$2,50
Sulfato de hierro	kg	0,3	\$1,00	\$0,30
Muriato de potasio	kg	1,5	\$3,00	\$4,50
Sulfato de magnesio	kg	1	\$1,50	\$1,50
Solución madre	l	12	\$0,25	\$3,01
Estiércol fresco	kg	50	\$0,10	\$5,00
Zeolita	kg	3	\$3,00	\$9,00
Leche	l	16	\$0,60	\$9,60
Melaza	l	16	\$0,50	\$8,00
Subtotal 4				\$56,03
Tanque	unidad	1	30	\$30,00
Caneca	unidad	1	4	\$4,00
Subtotal 5				\$34,00
Costo total				\$119,31
Costo por litro				\$0,60

Anexo 12. Análisis del suelo donde se estableció el ensayo.

RESULTADOS: ANÁLISIS DE SUELOS

Datos del cliente		Referencia	
Cliente:	Ing. RUBÉN MUÑOZ	Número Muestra:	8084
Propiedad:	EL PROGRESO	Fecha de ingreso:	11/2/2022
Cultivo:	PLÁTANO BARRAGANETE	Impreso:	28/2/2022
Identificación	42 AÑOS	Fecha de Entrega:	2/3/2022

Identificación del lote: **2 has**
Profundidad: 20 cm

pH	C.E	M.O	NH4	P	S	K	Ca	Mg
	ds/m	%		ppm			meq/100 g	
5,75	0,14	5,40	23,54	6,53	2,16	1,20	4,00	2,21
Me.Ac.	N.S.	A	B	B	B	A	M	M

Na	Al+H	Al	Σ bases	TEXTURA (%)			Cu	B
	meq/100g			Arena	Limo	Arcilla	ppm	
			7,41				2,30	0,30
			B				M	B

Fe	Zn	Mn	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K
	ppm		R1	R2	R3
102,1	16,00	2,40	1,81	1,84	5,18
A	A	B	B	B	B

INTERPRETACIÓN

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

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

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

Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA



Dirección:
Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)
Teléfono:
2752-607

M&J

Anexo 13. Banco fotográfico del manejo del ensayo.



Captura de microorganismos



Elaboración de Biol Supermagro



Identificación de tratamientos en campo



Aplicación de Biol Supermagro en cultivo de plátano



Registro de variables de campo



Toma de muestra de suelo



Pesaje de suelo



Titulación en blanco



**Medición de ml de HCl
gastados**

**Registro de variables de
laboratorio**

Anexo 14. Análisis bromatológico del biol supermagro elaborado.

RESULTADOS: ANÁLISIS DE ABONO ORGÁNICO

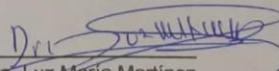
Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Sr. Jefferson David Vélez Loor	Número de muestra:	6418
Identificación:	ABONO ORGÁNICO	Fecha de Ingreso:	9/8/2022
Muestra:		Fecha de Entrega:	29/8/2022
		No. Laboratorio: Desde:	0001Hasta:

MATERIA SECA (%)							pH	C.E dS/m
VALORES	N	P	K	Ca	Mg	S		
Tiene	1,20	0,16	0,93	1,32	0,10	0,19	3,76	9,45
							M.Ac	M.s

ppm						M.O	HUMEDAD	Materia seca
VALORES	Cu	B	Fe	Zn	Mn	%	%	%
Tiene	67,00	5,66	369,0	146,00	38,00	3,12	92,92	7,08

RELACIONES							BASES (%)
VALORES	N/k	K/P	Mg/k	Ca/Mg	(Ca+Mg)/k	C/N	(K+Ca+Mg)
	R1	R2	R4	R3	R3	R	SUMATORIA
Tiene	1,29	5,81	0,11	13,20	1,53	1,2	2,35

INTERPRETACIÓN	
M.Ac: Muy Ácido	pH
M.s: Muy Salino	Conductivida Eléctrica


Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA
AGROLAB



Dirección:
Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras
de la Clínica Araujo margen izquierdo)
Teléfono:
2752-607

M&J