

# 09

## EVALUACIÓN DE LA SUPERVIVENCIA DE MICROORGANISMOS EFICIENTES APLICADOS EN EL SUELO DEL CULTIVO BANANO ORGÁNICO

### EVALUATION OF THE SURVIVAL OF EFFICIENT MICROORGANISMS APPLIED IN THE SOIL OF THE ORGANIC BANANA CROP

Gustavo Leonel Jumbo Cabrera<sup>1</sup>

E-mail: [gjumbo5@utmachala.edu.ec](mailto:gjumbo5@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-3807-6250>

Nashely Daytiana Velepucha Paredes<sup>1</sup>

E-mail: [nvelepuch1@utmachala.edu.ec](mailto:nvelepuch1@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3193-0652>

José Nicasio Quevedo Guerrero<sup>1</sup>

E-mail: [jquevedo@utmachala.edu.ec](mailto:jquevedo@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8974-5628>

Rigoberto Miguel Garcia Batista<sup>1</sup>

E-mail: [rmgarcia@utmachala.edu.ec](mailto:rmgarcia@utmachala.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2403-0135>

<sup>1</sup>Universidad Técnica de Machala, El Oro, Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Jumbo Cabrera, G. L., Velepucha Paredes, N. D., Quevedo Guerrero, J.N., Garcia Batista, R. M. (2023). Evaluación de la supervivencia de Microorganismos eficientes aplicados en el suelo del cultivo Banano orgánico. *Revista Científica Agroecosistemas*, 11(3),68-75. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

#### RESUMEN

El banano es una fruta importante, en la economía del Ecuador y de los demás países productores, por otra parte, uno de los aspectos fundamentales que se debe tener en cuenta, es el cuidado y protección del suelo donde se cultiva, siendo este principalmente afectado por el uso inadecuado y descontrolado de agroquímicos, que deterioran sus propiedades biológicas, fisicoquímicas y estructurales. Una alternativa práctica para su recuperación y conservación es la aplicación de microorganismos eficientes (ME). El objetivo del presente trabajo fue evaluar la supervivencia de microorganismos eficientes aplicados en el suelo con cultivo de banano orgánico. El diseño experimental fue bloques completamente al azar, con tres tratamientos y un testigo, con 20 repeticiones cada uno. Los tratamientos estuvieron compuestos por: harina de hoja de guaba, harina de arroz, harina de maíz, harina de banano, melaza y ME. Las variables evaluadas fueron: presencia de microorganismos benéficos y patógenos, emisión foliar de la planta madre, emisión foliar del hijo retorno, diámetro de fuste, altura de hijo y porcentaje de raíces vivas. Los resultados indican que el T1 y T2 presentaron la mayor cantidad de microorganismos benéficos y mejores resultados en las demás variables.

#### Palabras clave:

Conservación, microbiota, sustrato, suelo, trampa de arroz.

#### ABSTRACT

Banana is an important fruit, in the economy of Ecuador and other producing countries, on the other hand, one of the fundamental aspects that must be taken into account is the care and protection of the soil where it is grown, this being mainly affected due to the inappropriate and uncontrolled use of agrochemicals, which deteriorate their biological, physicochemical and structural properties. A practical alternative for its recovery and conservation is the application of efficient microorganisms (EM). The objective of this work was to evaluate the survival of efficient microorganisms applied in the soil with organic banana cultivation. The experimental design was completely randomized blocks, with three treatments and a control, with 20 repetitions each. The treatments were composed of: guaba leaf flour, rice flour, corn flour, banana flour, molasses and ME. The variables evaluated were: presence of beneficial and pathogenic microorganisms, foliar emission from the mother plant, foliar emission from the return shoot, stem diameter, shoot height and percentage of live roots. The results indicate that T1 and T2 presented the highest number of beneficial microorganisms and better results in the other variables.

#### Key words:

Conservation, microbiota, substrate, soil, rice trap.

## INTRODUCCIÓN

El banano es una fruta tropical crucial para la alimentación y la economía. de diferentes países, es cultivado en alrededor de 150 países a nivel mundial, el 18% de la producción global le pertenece a India (Galecio et al., 2020); y Ecuador se encuentra ubicado en el primer lugar como productor y exportador de banano premium de acuerdo a datos de la FAO.

Dentro del manejo que se da a la plantación de banano, uno de los aspectos fundamentales que se toma en cuenta es el cuidado y protección del suelo, por tal motivo, la aplicación de productos químicos tales como fertilizantes, se debe realizar de manera consciente para evitar efectos negativos (Alarcon et al., 2020). Pero, la aplicación excesiva de estos fertilizantes, no resulta sustentable porque no son amigables con el ambiente y tienen altos costos (Córdova et al., 2009). Una de las estrategias para evitar el uso excesivo de fertilizantes químicos es el empleo de microorganismos eficientes (ME), multiplicados en medios de propagación y utilizados como enmiendas o biofertilizantes (Rondon et al., 2021).

Los microorganismos eficientes se producen a base de microorganismos que viven en el suelo en bajas poblaciones, mismos que se incrementan por inoculación artificial; son capaces de disponibilizar una parte importante de los elementos nutritivos que la planta necesita en su desarrollo, sin afectar el equilibrio biológico y mejoran la condición fisicoquímica del suelo (Alarcon et al., 2020). Además, promueven el reciclaje de nutrientes y son capaces de descomponer sustancias tóxicas como los pesticidas y producir moléculas orgánicas simples que las plantas pueden absorber (Torres et al., 2022).

La supervivencia de ME es crucial en la agricultura moderna, estos microorganismos benéficos pueden impulsar la producción de cultivos, mejorar la calidad del suelo y disminuir la necesidad de pesticidas y fertilizantes sintéticos (Tanya & Leiva, 2019). También, la supervivencia de ME está influenciado por una serie de factores, como la disponibilidad de nutrientes, la competencia con otros microorganismos y las condiciones ambientales como la temperatura y la humedad. Por lo tanto, es importante entender cómo estos factores pueden afectar la supervivencia de los ME y cómo se pueden optimizar las condiciones para promover su crecimiento y colonización del suelo (Galecio et al., 2020).

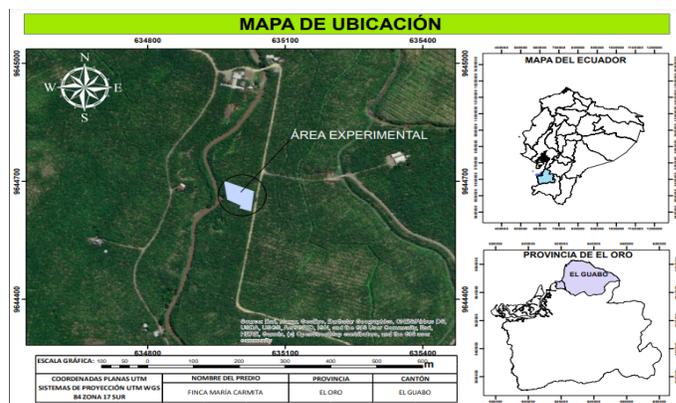
Los microorganismos de cada región están más adaptados localmente, facilitando el proceso de restauración de suelos vivos y degradados. Estos microorganismos obtienen alimento de la materia orgánica y durante su descomposición la reducen, liberando al medio ambiente pequeñas cantidades de compuestos, tales como: nutrientes, hormonas y vitaminas, que proporcionan alimento tanto a las propias comunidades microbianas como a plantas y animales (Chávez-Díaz, 2020).

En la actualidad existen casas de insumos agrícolas que comercializan microorganismos como biofertilizantes; pero se debe considerar diferentes aspectos para obtener rendimientos óptimos (Chávez-Díaz, 2020). Córdova et al., (2009) menciona que la efectividad de estos productos a base de microorganismos tiene un promedio bajo dependiendo de la zona y el tipo de cultivo, debido a que los microorganismos no se adaptan al lugar donde fueron aplicados; además es necesario que se incorpore un acolchado de materia orgánica ya que son fotosintéticos, de esta manera se garantiza la supervivencia y reproducción de estos microorganismos. Teniendo en cuenta la información mencionada el presente artículo tiene como objetivo evaluar la supervivencia de microorganismos eficientes aplicados en el suelo con cultivo de banano orgánico.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en la finca María Carmita, sector la Mina perteneciente al cantón El Guabo, de la Provincia El Oro (Figura 1). El área de estudio presenta las siguientes coordenadas geográficas de latitud: 3°21'13,53" S y longitud: 79°78'55,58" O, con una superficie total de 26.01 ha.

**Figura 1.** Mapa de ubicación del área de estudio



El material vegetal utilizado fue el Clon Cavendish Gigante, se seleccionó 200 plantas (+3 m), ocupando un área de 3009,65 m<sup>2</sup>. El diseño experimental fue completamente aleatorio con dos factores de estudio: primer factor los tres tratamientos y el segundo factor las dosificaciones, cada dosis con 20 repeticiones y 1 testigo con 20 repeticiones (Tabla 1). El trabajo de campo se realizó desde enero de 2023 hasta julio de 2023.

**Tabla 1.** Tratamientos que forman parte del estudio

Tratamientos	COMPOSICIÓN	Dosis (g)
T1	Harina de hoja de guaba + Harina de arroz + Melaza + Microorganismo Eficientes (ME)	50-100-150
T2	Harina de hoja de guaba + Harina de maíz + Melaza + ME	50-100-150

T3	Harina de hoja de guaba + Harina de banano + Melaza + ME	50-100-150
Testigo	Sin adición de microorganismos	

Fuente: Elaboración propia

## METODOLOGÍA

### Sustratos utilizados para la propagación de microorganismos

Actualmente, hay una gran cantidad de residuos, pero el mundo usa solo una pequeña fracción, las otras causan contaminación ambiental; es fundamental planificar el uso de estos residuos de forma positiva elaborando diferentes productos como abono orgánico, sustrato de propagación, entre otros (Acevedo et al., 2017). Para esta investigación se elaboraron diferentes sustratos como:

#### Harina de hoja de Guaba (*Inga edulis* M.)

Se usó hoja de Guaba para la elaboración de harina, como principal componente común de los distintos sustratos, inicialmente se recolectaron hojas de guaba secas en el bosque de la Facultad de Ciencias Agropecuaria de la Universidad Técnica de Machala, seguido se procedió a triturar en un molino eléctrico hasta obtener la harina. (Figura 2A)

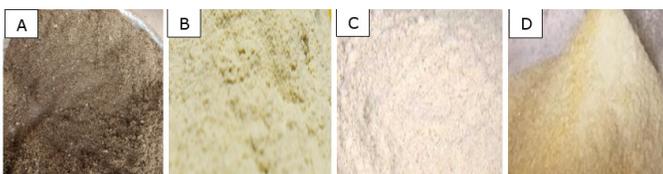
#### Harina de Banano (*Musa x paradisiaca* L.)

Se aprovechó el rechazo de banano producido en la finca de estudio, cuya materia prima se procesó separando la cáscara de su pulpa, Se realizaron cortes diagonales en rodajas de 5 milímetros de espesor y se esparció en plástico limpio de 5x5 m, además, expuesto a secado natural (al sol) aproximadamente 7 días, dependiendo de las condiciones climáticas, para luego trituarlo mediante un molino eléctrico hasta obtener la harina. (Figura 2B)

#### Harina de Arroz (*Oryza sativa* L.) y Harina de Maíz (*Zea mays* L.)

Se obtuvo grano de arroz y maíz seco, se trituro mediante el uso de un molino eléctrico hasta obtener la harina de arroz (Figura 2C) y maíz (Figura 2D).

**Figura 2.** A) Harina de hoja de guaba. B) Harina de banano. C) Harina de arroz. D) Harina de maíz



Luego de la obtención de los diferentes tipos de harinas, se procedió a realizar la mezcla homogénea entre harina

de hoja guaba + harina de arroz, harina de hoja guaba + harina de banano, harina de hoja guaba + harina de maíz.

### Captura de microorganismos

Para la recolección de microorganismos se establecieron trampas de arroz, distribuidos en tarrinas desechables cubiertas con gasas o medias nylon (Figura 3A), ya que su porosidad permite el paso de los agentes fúngicos, se ubicaron en distintas áreas (Figura 3B), facilitando su desarrollo. Después, de siete días se verificaron las trampas para confirmar la presencia de la población.

Macroscópicamente se observó coloraciones preponderantes de hongos, de manera recurrente se encontraron tinciones verdes, amarillo, blanco, anaranjados y rojos. Se seleccionaron microorganismos benéficos para la inoculación. (Figura 3C)

**Figura 3.** A) Llenado de trampa. B) Ubicación de trampa. C) Obtención de trampa con diferentes colores



### Inoculación de ME autóctonos

Para la composición de los tratamientos se mezclaron 10 kg de harina de banano con 10 kg de harina de hoja de guaba, se adicionó melaza a la mezcla, con una relación de 1-10, en 10 litros de agua 1 litro de melaza, se mezclaron homogéneamente hasta obtener la consistencia deseada (Figura 4A). Este proceso fue repetitivo para los demás tratamientos, posteriormente a cada tratamiento se agregó 100 g de ME. (Figura 4B). Cada tratamiento debe reposar en recipientes herméticos, durante 21 días aproximadamente para su reproducción. (Figura 4C)

**Figura 4.** A) Mezcla de harinas. B) Aplicación de microorganismos. C) Sellado de recipiente



### Observación de microorganismos

Inicio con la selección de granos de arroz, por color puro, posteriormente se siembra en placas Petri con un asa y pasarla por un mechero de alcohol, este procedimiento se realiza en la cámara de flujo laminar para evitar contaminaciones externas. Luego de cinco días se tomaron

muestras del crecimiento en placa con una cinta adhesiva y se colocaron sobre un portaobjeto con una gota de azul de lactofenol.

La observación se realizó en el microscopio EUROMEX con el lente de 40x, se capturaron imágenes con una cámara microscópica MD500 y mediante el software IMAGENFOCUS para poder tomar dimensiones de las estructuras fúngicas.

### Identificación de microorganismos

Se realizó la apreciación de forma microscópica el color, forma y crecimiento en placa. La identificación taxonómica a nivel de género y/o especie se usaron claves taxonómicas como “Atlas of Clinically Important Fungi” escrita por Carmen Sciortino (2017), “Identification of Pathogenic Fungi” escrito por Colin Campbell, Elizabeth Johnson y David Warnock (2013), “Practical Handbook of the Biology and Molecular Diversity of *Trichoderma* Species from Tropical Regions” escrito por Shafiquzzaman Siddiquee (2017).

### Aplicación de tratamientos

Para la aplicación se pesaron las siguientes dosis: 50, 100 y 150 g por cada tratamiento (Figura 5A). Las aplicaciones se realizaron cada mes con la ayuda de recipientes plásticos y balanza, luego se aplicó directo al suelo en forma de U frente a la planta madre y al hijo de sucesión, cubriendo la zona aplicada. (Figura 5B). Se observa presencia de ME. (Figura 5C)

**Figura 5.** A) Dosificaciones. B) Aplicación de tratamientos. C) Presencia de ME



### Variables evaluadas

Las variables que se evaluaron fueron las siguientes:

**Presencia de microorganismos benéficos y fitopatógenos:** Para esta variable se contabilizó las cepas encontradas antes y luego del experimento.

**Emisión foliar de madre e hijo (EFM y EFH):** La variable fue tomada cada semana y es el registro del crecimiento de la hoja cigarro o bandera.

**Altura de hijo (AH):** Fue medida con cinta métrica, desde la base del pseudotallo hasta el área foliar, donde se forma la V con la hoja bandera. Esta variable fue registrada cada semana en unidades de centímetros (cm).

**Diámetro de Fuste (DF):** Se midió con una cinta métrica, a la altura de 120 cm, la unidad de medida fue en cm y se registró los datos cada semana.

**Raíces:** Esta variable consistió en la realización de un muestreo de raíces, al inicio del experimento y al final, se identificó raíces sanas (%RS), enfermas (%RE) y secas (%Rse).

### Análisis estadístico

Se empleó el software IBM SPSS Statistics versión 29, se desarrolló un análisis de varianza (ANOVA), en un diseño completamente aleatorio con dos factores de estudio. Se efectuaron pruebas de rango múltiples post hoc para determinar cómo se agrupan los datos entre sí, mediante Tukey con  $p=0,05$  de nivel de significancia.

Se realizó una comparación de la cantidad de cepas de microorganismos encontrados en los tratamientos, muestreo de raíces, con el uso del software Excel.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 2 muestra el comportamiento de la variable número de cepas de microorganismos encontradas en los tratamientos al inicio y al final. Dentro de microorganismos benéficos se encuentra el género de *Trichoderma spp.* y *Beauveria spp.*, el tratamiento de arroz y maíz iniciaron con dos cepas y finalmente hubo la presencia de 3 cepas, mientras que para banano al finalizar hubo una cepa de *Trichoderma spp.* En el tratamiento de maíz se encontró *Beauveria spp.* En microorganismos fitopatógenos se encontró *Aspergillus spp.*, *Penicillium spp.* y *Fusarium spp.*, en los tres tratamientos se aprecia la disminución de cepas de los hongos antes mencionados.

**Tabla 2.** Microorganismos encontrados en los tratamientos

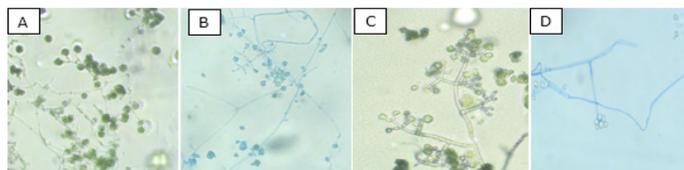
Microorganismos encontrados en las muestras de suelo al inicio y final de las aplicaciones	Tratamientos						
	Arroz		Maíz		Banano		
	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final	
Benéficos	<i>Trichoderma spp.</i> P.	2	3	2	3	0	1
	<i>Beauveria bassiana</i> V.	0	0	1	1	0	0
Fitopatógenos	<i>Aspergillus spp.</i> P.	1	0	2	1	2	1
	<i>Penicillium spp.</i> L.	1	1	1	1	2	1
	<i>Fusarium spp.</i> L.	2	1	1	0	1	1

Fuente: Elaboración propia

La Figura 6, se observa los microorganismos benéficos encontrados en los tratamientos 1 y 2, que corresponden a *Trichoderma harzanium* (Figura 6A) y *Trichoderma spp* (Figura 6B-C). Romero-Arenas et al., (2009) menciona que la coloración del micelio es blanca y eventualmente desarrolla un color verde oscuro después de la esporulación, *T. harzanium*. Macroscópicamente las colonias forman de 1 a 2 anillos con producción de conidios verdes en colonias maduras (Siddiquee, 2017). Se observa un color verde oliva y las puntas de los conidióforos presentan racimos globosos y conidios globosos ligeramente ovalados que pueden ser ramificados o no ramificados. Se utiliza para controlar patógenos de las plantas, además, pueden reproducirse de manera eficiente y sobrevivir en condiciones ambientales adversas para promover el crecimiento de las plantas (Savín-Molina et al., 2021).

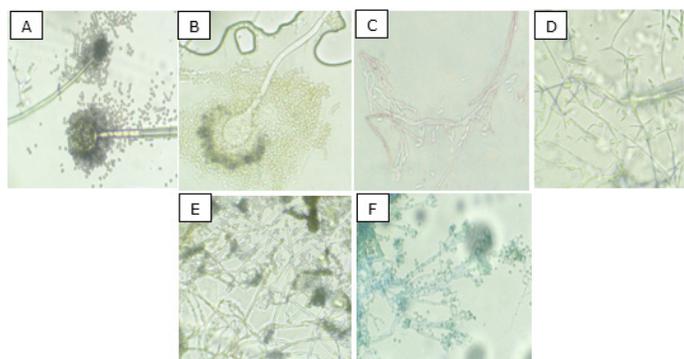
*Beauveria bassiana* se observa microscópicamente (Figura 6D), posee un color blanco algodonoso, se presenta de color amarillento pálido en las trampas; por ser un hongo entomopatígeno, ingresa al insecto, se desarrolla internamente y luego cubre el cuerpo del insecto con una capa de micelio y conidios, lo cual es muy importante para la agricultura como lo manifiesta (Ortiz, 2021).

**Figura 6.** Microorganismos benéficos observados con un lente de 40x.; A) *Trichoderma harzanium*. B) *Trichoderma spp*. C) *Trichoderma spp*. D) *Beauveria bassiana*



Se observa en la figura (7A-B) que *Aspergillus spp.* inicia con un micelio blanco algodonoso de crecimiento rápido, sus conidios tienen una estructura granular, algodonosa y esférica, tiene una coloración oscura, la base del conidióforo usualmente forma una "T" invertida (Salazar, 2012). De forma macroscópico se visualizó colores amarillos y marrón oscuro a negro. Son hongos que producen micotoxinas; son metabolitos secundarios que el hongo produce y secreta a medida que descompone la materia orgánica para protegerse de otros microorganismos (INSST, 2021).

**Figura 7.** Microorganismos patógenos observados con un lente de 40x.; A) *Aspergillus niger*. B) *Aspergillus flavus*. C) *Fusarium proliferatum*. D) *Fusarium oxysporum*. E) *Penicillium polonicur*. F) *Penicillium digitatum*



En la muestra se visualizó macronidios de *Fusarium proliferatum* (Figura 7C), de uno a cinco septos en forma de media luna, macroscópicamente el pigmento es blanco a melocotón o rosa salmón, que luego pasa a púrpura, mientras que *Fusarium oxysporum* (Figura 7D) presenta un color blanco a albaricoque pálido con un morado tintineo (Campbell & Johnson, 2013). El patógeno causa la pudrición de la raíz y el crecimiento de hongos en los rizomas y pseudotallos, lo que lleva a la muerte de los tejidos o de toda la planta (García-Velasco et al., 2021).

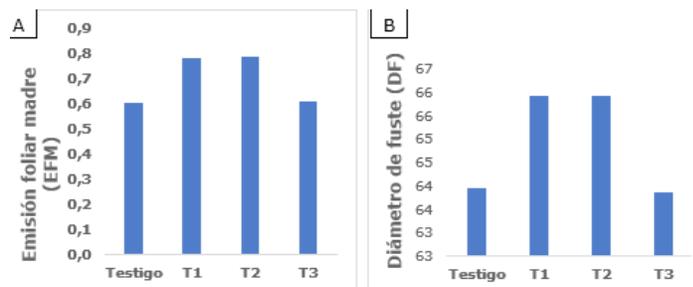
Las colonias de *Penicillium polonicur* y *Penicillium digitatum* (Figuras 7 E-F) presentan generalmente color verde, gris-verde, el reverso es amarillo y la superficie se muestra polvoriento o lanoso (Sciortino, 2017).

En los siguientes gráficos se presentan las medias de las variables EFM, DF, EFH y AH de los tratamientos y testigo, que fueron procesados en el software Excel.

#### *Emisión foliar madre (EFM) y Diámetro de fuste (DF)*

Se observa que la variable de EFM (Figura 8A), las mejores medias fueron, T1 y T2 con una media de 0,8 y las medias más bajas corresponden a T3 y testigo con un valor de 0,6. Con respecto a la variable DF (Figura 8B) las mejores medias fueron T1 y T2 presentando valores de 66 y el T3 y testigo presentan la misma media con 64.

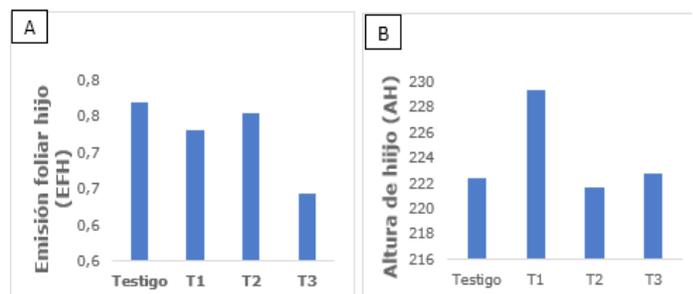
**Figura 8.** A) Medias de emisión foliar madre. B) Medias de diámetro de fuste



#### *Emisión foliar hijo (EFH) y Altura de hijo (AH)*

La variable EFH (Figura 9A), el T1 y T2 con un valor de 0,7 y 0,8 representan las mejores medias y la media más baja le corresponde al T3 con una media de 0,6. Mientras que para la variable AH (Figura 9B) el mejor resultado corresponde a T1 con 229 cm y el resultado más bajo lo obtuvo el testigo con 222 cm.

**Figura 9.** A) Medias de emisión foliar hijo. B) Medias de altura de hijo



En los siguientes gráficos se presentan los valores significativos de las variables EFM, DF, EFH y AH de los tratamientos, que se procesaron en el software SPSS.

La tabla 3 detalla que existen diferencias significativas entre las dosis de los tratamientos con respecto a las variables EFM, DF y EF, debido a que el nivel de significancia es menor a  $p=0,005$ , mientras que para la variable AH no hay diferencia significativa.

**Tabla 3.** Análisis de varianza factorial para determinar las posibles interacciones entre los tratamientos respecto a las variables con las diferentes dosis

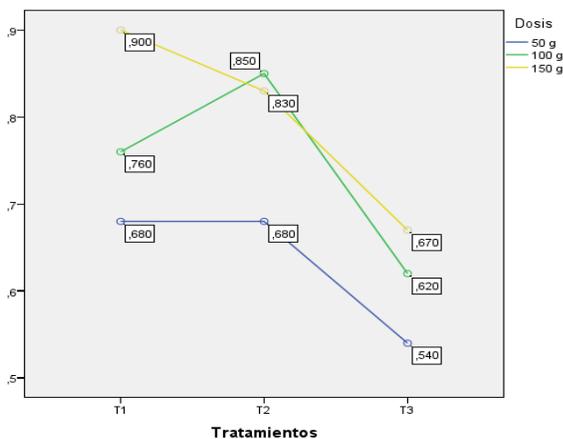
Variable dependiente	EFM	DF	EFH	AH
Sig.				
Tratamientos	0,001	0,009	0,002	0,677
Dosis	0,001	0,005	0,001	0,764
Tratamientos * Dosis	0,443	0,054	0,643	0,087

Fuente: Elaboración propia

### Emisión foliar madre (EFM)

En la figura 10, el tratamiento que mostró el mejor resultado fue T1 con 0,90 hojas/semana con la dosis 150 g, seguido del tratamiento T2 con una media de 0,85 hojas/semana con 100 g y 0,83 con dosis de 150 g lo que expresa que existe homogeneidad, mientras que las medias más bajas corresponden al T3 con todas las dosis. Averos (2022) los microorganismos eficientes promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas al influir en la producción de metabolitos secundarios vinculados a la rizosfera de las plantas.

**Figura 10.** Gráficos de perfil de las medias de los tratamientos para la variable de emisión foliar de la madre con las diferentes dosis

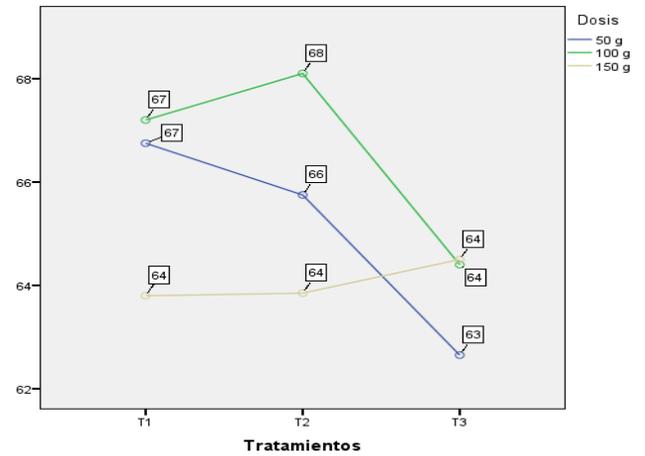


### Diámetro de fuste (DF)

El tratamiento que mostró el mejor resultado fue T2 con 68 cm (Figura 11) seguido del T1 con media de 67 cm ambos con dosis de 100 g, en esta variable la media más baja lo reporta el T3 con un diámetro de fuste de 63 cm y

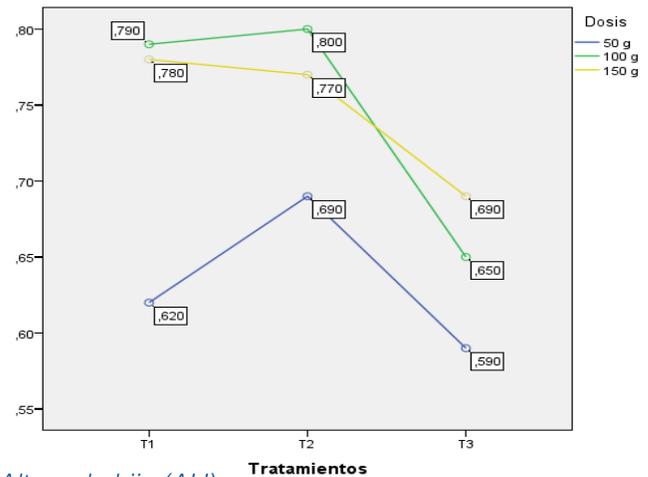
dosis de 50 g seguido de la media 64cm de los tres tratamientos con dosis de 50 g. La variable expuesta registró datos similares a los presentados por Molina (2022).

**Figura 11.** Gráficos de perfil de las medias de los tratamientos para la variable de diámetro de fuste con las diferentes dosis



### Emisión foliar hijo (EFH)

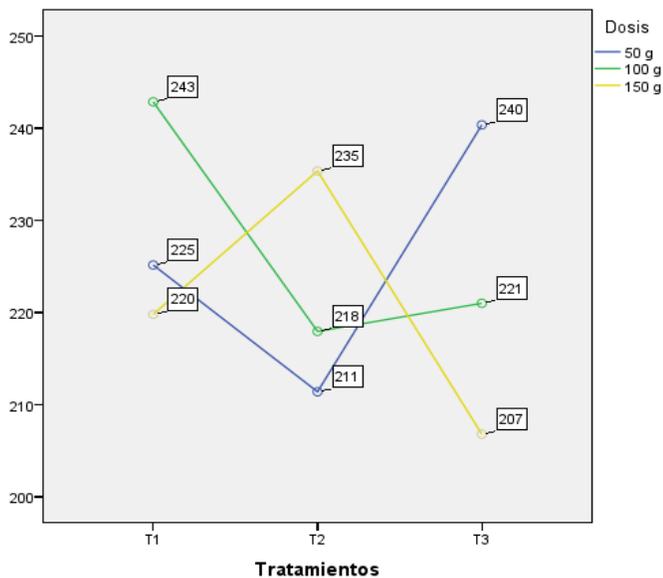
Se detallan las diferentes medias encontradas en los tratamientos (Figura 12), como resultado el T2 tuvo una media de 0,800 hojas/semana seguido de T1 con valores de 0,790 hojas/semana ambas con dosis de 100 g, por lo que, existe homogeneidad en estos resultados. Tuz (2018) expone que el uso de ME permite un mejor estado fitosanitario y una emisión foliar más uniforme, la media más baja es 0,590 hojas/semana corresponde a T3 con dosis de 50 g.



### Altura de hijo (AH)

En la figura 13, evidencia que el T1 con dosis 100 g, obtuvo el mayor valor con 243 cm y el T3 presentó la media más baja de 207 cm con dosis de 150 g, estos valores fueron superiores a los obtenidos por Molina (2022), presentados en su investigación.

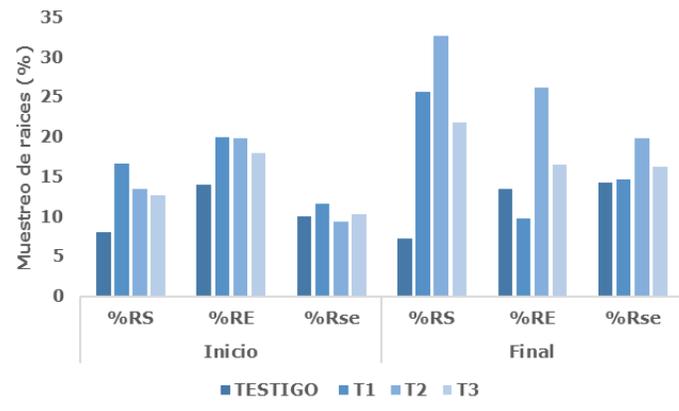
**Figura 13.** Gráficos de perfil de las medias de los tratamientos para la variable de altura de hijo con las diferentes dosis



#### Variable de raíces

La figura 14 muestra los resultados del porcentaje en el muestreo de raíces antes y al finalizar las aplicaciones, se demuestra que al inicio hubo mayor incidencia de raíces enfermas con un 20% en los tratamientos T1 y T2, mientras que al final presentó un aumento del 15% de raíces sanas en el T2.

**Figura 14.** Gráfico de barras de las medias de los porcentajes del muestreo de raíces



## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos, en relación a la supervivencia de microorganismo eficientes muestra que los mejores tratamientos fueron T1 y T2, que presentaron mayor cantidad de los microorganismos benéficos como *Trichoderma spp.* y *Beauveria spp.* mejorando el desarrollo de la planta. Para obtener la supervivencia de los microorganismos eficientes después de ser aplicados, se debe implementar

un acolchado o una capa de materia orgánica debido a la fotosensibilidad de estos microorganismos.

La variable emisión foliar madre (EFM), el T1 con 150 g y T2 con 100 g presentaron los mejores resultados, para los parámetros diámetro de fuste (DF), emisión foliar hijo (EFH) los mejores resultados fueron T1 y T2 con 100 g y finalmente con relación a la variable altura de hijo (AH) el mejor fue T1 con 100 g.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo Peralta, A. I., Leos Rodríguez, J. A., Figueroa Viramontes, U., & Romo Lozano, J. L. (2017). Política ambiental: uso y manejo del estiércol en la Comarca Lagunera. *Acta Universitaria*, 27(4), 3–12. <https://doi.org/10.15174/au.2017.1270>
- Alarcon Camacho, J., Recharte Pineda, D., Yanqui Díaz, F., Moreno LLacza, S., & Buendía Molina, M. (2020). Fertilizar con microorganismos eficientes autóctonos tiene efecto positivo en la fenología, biomasa y producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Scientia Agropecuaria*, 67-73. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172020000100067&script=sci\\_arttext#:~:text=Los%20Microorganismos%20Eficientes%20\(EM\)%2C,Luna%20y%20Mesa%2C%202017\).](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172020000100067&script=sci_arttext#:~:text=Los%20Microorganismos%20Eficientes%20(EM)%2C,Luna%20y%20Mesa%2C%202017).)
- Averos Pinos, G. A. (2022). Influencia de microorganismos eficientes en la producción del cultivo de banano (*Musa AAA*) en el Ecuador. [Trabajo de titulación, Universidad Técnica de Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/11345/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000188.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Campbell, C., Johnson, E., & Warnock, D. W. (Eds.). (2013). Identification of pathogenic fungi. Wiley-Blackwell. ISBN:9781444330700, eISBN:9781118520055, paginas 129-200. <https://doi.org/10.1002/9781118520055>
- Chávez Díaz, I. F. (2020). Consideraciones sobre el uso de biofertilizantes como alternativa agro-biotecnológica sostenible para la seguridad alimentaria en México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 1423-1436. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342020000601423](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342020000601423)
- Córdova Bautista, Y., Rivera Cruz, M., Ferrera Cerrato, R., Obrador Olán, J., & Córdova Ávalos, V. (2009). Detección de bacterias benéficas en suelo con banano (*Musa AAA* Simmonds) cultivar 'Gran enano' y su potencial para integrar un biofertilizante. *Universidad y Ciencia*, 253-265. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0186-29792009000300007](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792009000300007)

- Galecio Julca, M., León Huamán, K., & Aguilar Ancota, R. (2020). Efecto de fuentes orgánicas y microorganismos eficientes en el rendimiento del cultivo de banano orgánico (*Musa spp. L.*). *Manglar*, 301-306. <https://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar/article/view/195/332>
- García Velasco, Rómulo, Portal-González, Nayanci, Santos-Bermúdez, Ramón, Rodríguez-García, Armando, & Companioni-González, Barbarita. (2021). Mejoramiento genético para la resistencia a marchitez por *Fusarium* en banano. *Revista mexicana de fitopatología*, 39(1), 122-146. <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.2008-2>
- INSST. (2021). *Aspergillus spp.* Portal INSST. <https://www.insst.es/agentes-biologicos-basebio/hongos/aspergillus-spp>
- Molina Yépez, Katuska Carolina. (2022). Efecto del riego deficitario por aspersión sobre el comportamiento biofísico de la etapa vegetativa del cultivo de banano (*Musa paradisiaca*) variedad William. [Trabajo de titulación, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. 85 p. <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/ca2d612f-8cd7-4328-b1fd-ff-d5c9d5441b/content>
- Ortiz Villacís, J. A. (2021). Aislamiento y caracterización de hongos entomopatógenos presentes en el suelo de las diferentes zonas agrícolas de la Provincia de Tungurahua. [Trabajo de titulación, Universidad Técnica de Ambato]. 75 p. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/33664/1/BQ%20285.pdf>
- Romero-Arenas, Omar, Huerta Lara, Manuel, Damián Huato, Miguel Angel, Domínguez Hernández, Francisco, & Arellano Victoria, Daniel Alfonso. (2009). Características de *Trichoderma harzianum*, como agente limitante en el cultivo de hongos comestibles. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 11(2), 143-151. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-34752009000200015&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-34752009000200015&lng=en&tlng=es).
- Rondon, T., Hernandez, R., & Guzman, M. (2021). Soil organic carbon, physical fractions of the macro-organic matter, and soil stability relationship in lacustrine soils under banana crop. *Plos one*. doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0254121>
- Salazar, C. L., & Rua, Álvaro L. (2014). Características morfológicas microscópicas de especies de *Aspergillus* asociadas a infecciones en humanos. *Hechos Microbiológicos*, 3(2), 93–96. <https://doi.org/10.17533/udea.hm.18741>
- Savín-Molina, Jonathan, Hernández-Montiel, Luis Guillermo, Ceiro-Catasú, Wilson, Ávila-Quezada, Graciela Dolores, Palacios-Espinosa, Alejandro, Ruiz-Espinoza, Francisco Higinio, & Romero-Bastidas, Mirella. (2021). Caracterización morfológica y potencial de biocontrol de especies de *Trichoderma* aisladas de suelos del semiárido. *Revista mexicana de fitopatología*, 39(3), 435-451. <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.2106-7>
- Sciortino, C. V. (2017). Atlas of clinically important fungi (1 ra edicion.). John Wiley & Sons. ISBN 9781119069669, eISBN 9781119069720, paginas 1 - 25 <https://doi.org/10.1002/9781119069720.fmatter>
- Siddiquee, S. (2017). Practical handbook of the biology and molecular diversity of *Trichoderma* species from tropical regions (1 ra edicion.). Springer International Publishing. ISBN 978-3-319-87907-9, eISBN 978-3-319-64946-7, paginas 11 - 102. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-64946-7>
- Tanya Morocho, Mariuxi, & Leiva-Mora, Michel. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro Agrícola*, 46(2), 93- 103. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0253-57852019000200093&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000200093&lng=es&tlng=es).
- Torres Pérez, J., Aguilar Jiménez, C., Vázquez Solís, H., Solís López, M., Gómez Padilla, E., & Aguilar Jiménez, J. (2022). Evaluación del uso de microorganismos de montaña activados en el cultivo de rosas, Zinacantán, Chiapas, México. *Siembra*, 1-12. <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA/article/view/3500/4448>
- Tuz, I. (2018). Manejo integrado del cultivo de banano (*Musa x paradisiaca L.*) clon Williams, usando biocarbón y microorganismos eficientes. [Trabajo de titulación, Universidad Técnica de Machala]. 91 p. [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/13263/1/DE00030\\_ TRABAJODETITULACION.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/13263/1/DE00030_TRABAJODETITULACION.pdf)