Revista de Invest. Agropecuaria Science and Biotechnology
ISSN: 2788-6913
Vol. 05, No. 02, abril - junio 2025, 40-53

Comportamiento del cultivo de banano, frente a la aplicación combinada de humus líquido y microorganismos

Behavior of the banana crop, compared to the combined application of liquid humus and microorganisms

Nuvia Morán[1,a,*], Washington Comboza[2,b], Maritza Maliza[2,c], Marcia Román[1,d,*]

[1] Universidad Agraria del Ecuador, Milagro, Ecuador.
[2] Universidad Católica de Cuenca, Sede San Pablo de la Troncal, Ecuador.

[a] Mg., nmoranm@uagraria.edu.ec, https://orcid.org/0000-0002-4238-2241
[b] Mg., wcomboza@ucacua.edu.ec, https://orcid.org/0009-0006-7510-1617
[c] Mg., mmaliza@ucacua.edu.ec, https://orcid.org/0009-0000-0831-1098
[d] Ing., mromans@uagraria.edu.ec, https://orcid.org/0009-0008-4738-5530

* Autor de Correspondencia: *Tel. +59 39961231479*

http://doi.org/10.25127/riagrop.20252.1059

Resumen

La investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto combinado de humus líquido y microorganismos en el desarrollo y producción del banano, en la finca "Juan José", cantón Naranjito, provincia del Guayas. Para la valoración de variables se utilizó el diseño cuadrado latino (DCL) y la prueba de comparación de medias de Tukey al 5% de probabilidad. Este experimento estuvo constituido por nueve tratamientos, los mismos que se establecieron bajo distintas dosis de aplicación en diferentes combinaciones de microorganismos activos, *Pseudomona fluorescens*, humus líquido y *Trichoderma harzianum*. Las variables que se relacionaron con el rendimiento fueron: peso del racimo, número de manos por racimo y ratio. La prueba Tukey evidenció que T5 (100 cm^3 de microorganismos activos + 2.3 L *Pseudomona fluorescens* + 3 L de humus) alcanzó las mayores ventajas con relación a las variables evaluadas. Respecto al rendimiento anual presentó un valor de 41774.65 kg/ ha, superando en 6005.2 kg/ha al testigo. La

http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/RIAGROP

revista.riagrop@untrm.edu.pe

Recepción: 28 de enero 2025
Aprobación: 26 de marzo 2025

Este trabajo tiene licencia de Creative Commons. Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International Public License – CC-BY-NC-SA 4.0

relación beneficio costo fue de $1.49 para el T5, lo cual afirma que este tratamiento genera ganancias de $0.49 por cada dólar invertido.

Palabras claves: Humus líquido, microorganismos, *Pseudomona fluorescens*, rendimiento, *Trichoderma harzianum*.

Abstract

The objective of this research was to evaluate the combined effect of liquid humus and microorganisms on the development and production of bananas at the "Juan José" farm, Naranjito, Guayas province. The Latin square design (LCS) and the Tukey test for comparison of means at 5% probability were used to evaluate the variables. This experiment consisted of nine treatments, which were established under different doses of application in different combinations of active microorganisms, *Pseudomona fluorescens*, liquid humus and *Trichoderma harzianum*. The variables that were related to yield were: bunch weight, number of hands per bunch and ratio. The Tukey test showed that T5 (100 cm3 of active microorganisms + 2.3 L *Pseudomona fluorescens* + 3 L of humus) had the greatest advantages in relation to the variables evaluated. The annual yield was 41774.65 kg/ha, 6005.2 kg/ha higher than the control. The benefit-cost ratio was $1.49 for T5, which affirms that this treatment generates profits of $0.49 for each dollar invested.

Keywords: liquid humus, active microorganisms, *Pseudomona fluorescens, Trichoderma harzianum*, yield.

1. INTRODUCCIÓN

El sector bananero ecuatoriano constituye uno de los pilares fundamentales de la economía nacional, no solo por su significativa contribución a la balanza comercial, sino también por su impacto en la generación de empleo y en el desarrollo rural del país (Elbehri, 2015). En efecto, Ecuador se mantiene como el principal exportador mundial de banano, con un volumen de exportación que alcanzó los 364.16 millones de cajas de 40 libras (equivalentes a 18.14 kg) al cierre del año 2024 (SWI, 2025). Esta posición de liderazgo en los mercados internacionales requiere un enfoque técnico y ambientalmente sostenible para garantizar la productividad a largo plazo.

Si bien el país posee condiciones edafoclimáticas favorables para el cultivo de banano, la adopción de buenas prácticas agrícolas sigue siendo determinante para mejorar los rendimientos y la calidad del producto final. De acuerdo con Walia (2022), la implementación de sistemas de manejo integrados permite desarrollar cultivos más resilientes y sostenibles, asegurando a su vez un producto comercializable de alta calidad. Entre las prácticas recomendadas se destaca la nutrición balanceada del cultivo, siendo el nitrógeno (N) y el potasio (K) los elementos minerales más importantes que deben ser incorporados al suelo para garantizar un desarrollo óptimo del banano (INIAP, 2023).

En este contexto, el uso excesivo de fertilizantes sintéticos ha generado preocupación por sus impactos negativos sobre la salud del suelo y el ambiente, lo cual ha incentivado la búsqueda de alternativas más sostenibles. Los abonos orgánicos y los microorganismos benéficos del suelo se perfilan como soluciones viables, no solo por su capacidad para mejorar la fertilidad,

sino también por promover un entorno propicio para el desarrollo microbiano y vegetal (Vargas, Moya, & Vargas, 2019; Vargas et al., 2025). Diversos estudios han demostrado que los abonos orgánicos proporcionan nutrientes esenciales de forma gradual, mejoran la estructura del suelo y favorecen la actividad biológica, contribuyendo así a un manejo más sostenible del cultivo (Bünemann et al., 2018).

El humus, como una forma estable de materia orgánica, actúa como una reserva clave de nutrientes y tiene un efecto positivo tanto físico como químico y biológico sobre el suelo agrícola (AEFA, 2024). Por su parte, los microorganismos del suelo desempeñan un papel crucial en los procesos de reciclaje de nutrientes, facilitando la disponibilidad de elementos esenciales para las plantas y mejorando las propiedades del suelo (INIFAP, 2023; Delgado-Baquerizo et al., 2020).

Finalmente, es necesario considerar que la superficie cultivada con otros cultivos industriales como la palma africana también representa una competencia en el uso de tierras agrícolas. En 2023, esta oleaginosa ocupó 194.419 hectáreas a nivel nacional, concentrándose principalmente en la provincia de Los Ríos, con el 35.6 % del total (INEC, 2024). Este dato refuerza la necesidad de optimizar los sistemas de producción del banano, integrando prácticas sostenibles que garanticen su competitividad sin comprometer los recursos naturales del país.

En este marco, el objetivo general de la presente investigación es evaluar el comportamiento del cultivo de banano frente a la aplicación combinada de humus líquido y microorganismos, con el fin de determinar su efecto sobre el desarrollo agronómico del cultivo y la sostenibilidad del sistema productivo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Lugar de estudio

El estudio se llevó a cabo en la finca "Juan José", localizada en el recinto Norton, cantón Naranjito, provincia del Guayas, Ecuador. Esta zona pertenece a la región litoral ecuatoriana y presenta condiciones agroclimáticas óptimas para el cultivo de *Musa* spp. El suelo del área es de origen aluvial, con textura franco arcillosa, buen drenaje y adecuada fertilidad natural, mientras que el clima es tropical húmedo, con temperaturas promedio entre 24 y 30 °C y una precipitación anual superior a 1.500 mm.

2.2. Diseño experimental

Para el desarrollo del experimento se empleó un diseño Cuadrado Latino (DCL), ideal para controlar la variabilidad causada por factores no experimentales como la posición en el campo. Este diseño permitió evaluar de manera eficiente un total de nueve tratamientos, cada uno con tres repeticiones, organizadas de forma aleatoria en la parcela experimental.

2.3. Tratamientos aplicados

Los tratamientos consistieron en combinaciones de humus líquido, microorganismos activos, *Pseudomonas fluorescens* y *Trichoderma harzianum*, aplicados en diferentes concentraciones y proporciones (Tabla 1). Las aplicaciones se realizaron directamente al suelo, en la zona de influencia radicular de las plantas.

Tabla 1. Tratamientos empleados

No.	Tratamiento
1	200 g de *Trichoderma harzianum* + 3 L de humus
2	2.3 L *Pseudomona fluorescens*+ 3 L de humus
3	100 cm³ de microorganismos activos + 3 L de humus
4	100 cm³ de microorganismos activos + 200 g de Trichoderma harzianum+ 3 L de humus
5	100 cm³ de microorganismos activos + 2.3 L Pseudomona fluorescens + 3 L de humus
6	100 cm³ de microorganismos activos + 2.3 L *Pseudomona fluorescens*+ 200 g de *Trichoderma harzianum* + 3 L de humus
7	3 L de humus
8	100 cm³ de microorganismos
9	Sin aplicación
	Coeficiente variación

2.4. Variables evaluadas

Las variables registradas se seleccionaron en función de su relevancia fisiológica y productiva en el cultivo de banano. Estas fueron:

- Incremento del diámetro del pseudotallo (cm)
- Incremento de altura de planta (cm)
- Número de hojas a la cosecha
- Peso del racimo (kg)
- Número de manos por racimo
- Relación caja/racimo (ratio)
- Relación beneficio/costo (B/C)

Las mediciones se realizaron en campo, utilizando instrumentos de precisión y bajo protocolos establecidos para garantizar la calidad de los datos.

2.5. Recolección de datos

La información se recopiló a lo largo del ciclo productivo del cultivo mediante observación directa, evaluación fisiológica de las plantas y revisión de registros agronómicos. Las mediciones se efectuaron en momentos fenológicos clave, garantizando una lectura precisa del efecto de los tratamientos.

2.6. Análisis estadístico

Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) para detectar diferencias significativas entre tratamientos. Posteriormente, se aplicó la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para comparar las medias de cada variable. Este procedimiento estadístico permitió validar la efectividad de las combinaciones aplicadas desde una perspectiva técnica.

En cuanto al análisis económico, se calcularon los ingresos brutos, los costos fijos y variables, así como el beneficio neto y la relación beneficio/costo (B/C) para cada tratamiento,

utilizando precios reales de mercado y rendimientos obtenidos en el campo.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Incremento del diámetro del pseudotallo

En la tabla 2, que corresponde a la variable promedio del incremento del diámetro del pseudotallo, se aprecian las medias de los tratamientos, al efectuar el análisis de varianza, se detecta alta significancia estadística para los mismos. El coeficiente de variación resulto un valor porcentual de 11.39%.

Al realizar la comparación entre las medias de los tratamientos, se visualiza el tratamiento T5 (100 cm^3 de microorganismos activos + 2.3 L Pseudomona fluorescens + 3 L de humus) presentó un incremento del pseudotallo de 3.06 cm siendo superior y diferente estadísticamente a los demás tratamientos, sin embargo, el tratamiento T6 (100 cm^3 de microorganismos activos + 2.3 L Pseudomona fluorescens+ 200 g de Trichoderma harzianum + 3 L de humus) presenta también un valor bastante interesante de 1.99 cm, el resto de tratamientos presenta valores intermedios, cabe indicar que los tratamientos T7 (3 L de humus) y T9 (Testigo) presentaron los menores incrementos de diámetro del pseudotallo con apenas 0.83 cm y 0.72 cm respectivamente.

Tabla 2. Promedio del incremento (cm) de diámetro del pseudotallo

No.	Tratamiento	Media
1	200 g de *Trichoderma harzianum* + 3 L de humus	1.79 c
2	2.3 L *Pseudomona fluorescens*+ 3 L de humus	1.28 d
3	100 cm^3 de microorganismos activos + 3 L de humus	1.69 c
4	100 cm^3 de microorganismos activos + 200 g de Trichoderma harzianum+ 3 L de humus	1.66 c
5	100 cm^3 de microorganismos activos + 2.3 L Pseudomona fluorescens + 3 L de humus	2.8 a
6	100 cm^3 de microorganismos activos + 2.3 L *Pseudomona fluorescens*+ 200 g de *Trichoderma harzianum* + 3 L de humus	2.19 b
7	3 L de humus	0.63 f
8	100 cm^3 de microorganismos	1.04 de
9	Sin aplicación	0.8 ef
	Coeficiente variación	11.39%

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

3.2. Incremento de altura

En la tabla 3 que tiene relación con la variable incremento de altura, se muestran las medias de los tratamientos estudiados. Al efectuar el análisis de varianza se aprecia que hay alta significancia estadística para los mismos. El coeficiente de variación de esta variable presento un valor porcentual de 9.01%.

Al efectuar la comparación entre las medias de los tratamientos se puede verificar que el T5 (100 cm^3 de microorganismos activos + 2.3 L Pseudomona fluorescens + 3 L de humus) presentó el mayor valor de incremento de altura con 59.89 cm, de igual forma3 estadísticamente el T6 (100 cm^3 de microorganismos activos + 2.3 L Pseudomona fluorescens+ 200 g de Trichoderma harzianum + 3 L de humus) mostró un valor interesante con 55.33 cm, estadísticamente los dos tratamientos muestran similitud, sin embargo, los tratamientos T4 (100 cm^3 de microorganismos activos + 200 g de Trichoderma harzianum+ 3 L de humus) y T1 (200 g de Trichoderma harzianum + 3 L de humus) con valores de 48.68 cm y 44.67 cm difieren estadísticamente a los anteriores, pero los rangos en relación a la variable se ven también muy interesantes, aunque estadísticamente difieren, el resto de tratamientos siguientes ocupan también posiciones intermedias e interesantes, cabe resaltar que el T9 (Testigo) ocupó la posición más baja con relación a esta variable estudiada con un valor numérico de 22.56 cm consecutivamente.

Tabla 3. Promedio del incremento de altura (cm) de las plantas

No.	Tratamientos	Media
1	200 g de *Trichoderma harzianum* + 3 L de humus	44.67 b
2	2.3 L *Pseudomona fluorescens*+ 3 L de humus	34.89 c
3	100 cm^3 de microorganismos activos + 3 L de humus	33.00 cd
4	100 cm^3 de microorganismos activos + 200 g de Trichoderma harzianum+ 3 L de humus	48.68 b
5	100 cm^3 de microorganismos activos + 2.3 L Pseudomona fluorescens + 3 L de humus	59.89 a
6	100 cm^3 de microorganismos activos + 2.3 L *Pseudomona fluorescens*+ 200 g de *Trichoderma harzianum* + 3 L de humus	55.33 a
7	3 L de humus	31.00 cd
8	100 cm^3 de microorganismos	29.33 d
9	Sin aplicación	22.56 e
	Coeficiente variación	9.01%

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

3.3. Número de hojas a la cosecha

En la tabla 4, se muestra la variable que tiene relación con el promedio del número de hojas a la cosecha. Al someter los datos al análisis de varianza se comprobó que existe una ligera significancia estadística entre tratamientos. El coeficiente de variación muestra un valor porcentual de 14.54%.

Al efectuar la comparación entre las medias de los tratamientos se puede verificar que el T5 (100 cm³ de microorganismos activos + 2.3 L Pseudomona fluorescens + 3 L de humus) tiene un numero de hojas de 7, siendo igual y diferente estadísticamente a los demás tratamientos, aunque, existe una diferencia marcada con el T9 (Testigo), pues este presentó el menor número de hojas con apenas 5, lo cual incidió notoriamente en el potencial productivo de la misma.

Tabla 4. Promedio del número de hojas a la cosecha

No.	Tratamientos	Media
1	200 g de *Trichoderma harzianum* + 3 L de humus	6.33 ab
2	2.3 L *Pseudomona fluorescens*+ 3 L de humus	6.33 ab
3	100 cm³ de microorganismos activos + 3 L de humus	7 ab
4	100 cm³ de microorganismos activos + 200 g de Trichoderma harzianum+ 3 L de humus	6 ab
5	100 cm³ de microorganismos activos + 2.3 L Pseudomona fluorescens + 3 L de humus	7.22 a
6	100 cm³ de microorganismos activos + 2.3 L *Pseudomona fluorescens*+ 200 g de *Trichoderma harzianum* + 3 L de humus	6.44 ab
7	3 L de humus	6.22 ab
8	100 cm³ de microorganismos	6.22 ab
9	Sin aplicación	5.78 b
	Coeficiente variación	14.54%

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

3.4. Peso del racimo

En la tabla 5, que tiene relación con la variable promedio del peso del racimo en kg, al someter los datos al análisis de varianza, se detecta significancia estadística para los tratamientos. El coeficiente de variación fue de 8.06%.

Al efectuar la comparación entre las medias de los tratamientos podemos denotar que el T5 (100 cm³ de microorganismos activos + 2.3 L

Pseudomona fluorescens + 3 L de humus) presenta el mayor peso de racimo con 24.22 kg, siendo superior e igual al T6 (100 cm³ de microorganismos activos + 2.3 L Pseudomona fluorescens+ 200 g de Trichoderma harzianum + 3 L de humus), que alcanzo el valor de 21.78 kg, sin embargo, el resto de tratamientos mostraron un comportamiento intermedio en relación a esta variable, aunque cabe indicar que el T9 (Testigo), apenas alcanzo un peso de 19.11 kg siendo el más bajo con respecto al resto de tratamientos.

Tabla 5. Promedio del peso de racimos (kg)

No.	Tratamientos	Media
1	200 g de *Trichoderma harzianum* + 3 L de humus	21.22 bc
2	2.3 L *Pseudomona fluorescens*+ 3 L de humus	19.67 bc
3	100 cm³ de microorganismos activos + 3 L de humus	20.33 bc
4	100 cm³ de microorganismos activos + 200 g de Trichoderma harzianum+ 3 L de humus	20.22 bc
5	100 cm³ de microorganismos activos + 2.3 L Pseudomona fluorescens + 3 L de humus	24.22 a
6	100 cm³ de microorganismos activos + 2.3 L *Pseudomona fluorescens*+ 200 g de *Trichoderma harzianum* + 3 L de humus	21.78 ab
7	3 L de humus	19.56 bc
8	100 cm³ de microorganismos	20.21 bc
9	Sin aplicación	19.11c
	Coeficiente variación	8.06%

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

3.5. Número de manos por racimo

En la tabla 6, se aprecia los promedios de la variable números de manos por racimo, al someter dichos datos al análisis de varianza se aprecia una ligera significancia estadística en relación a los tratamientos. El coeficiente de variación presentó un valor porcentual de 11.43% respectivamente.

Al efectuar la comparación entre las medias de los tratamientos se puede observar que el T5 (100 cm³ de microorganismos activos + 2.3 L Pseudomona fluorescens + 3 L de humus) presentó 7 manos por racimo siendo superior y diferente estadísticamente a los demás tratamientos, sin embargo, los demás tratamientos ocuparon una posición intermedia con valor de 6 manos por racimo, cabe resaltar que los tratamientos T8 (100 cm³ de microorganismos) y T9 (Testigo) presentaron los valores más bajos pues, estos oscilaron con un valor de 5 manos por racimo consecutivamente.

Tabla 6. Promedio del número de manos por racimo

No.	Tratamientos	Media
1	200 g de *Trichoderma harzianum* + 3 L de humus	5.67 b
2	2.3 L *Pseudomona fluorescens*+ 3 L de humus	5.78 b
3	100 cm³ de microorganismos activos + 3 L de humus	5.67 b
4	100 cm³ de microorganismos activos + 200 g de Trichoderma harzianum+ 3 L de humus	5.78 b
5	100 cm³ de microorganismos activos + 2.3 L Pseudomona fluorescens + 3 L de humus	7.22 a
6	100 cm³ de microorganismos activos + 2.3 L *Pseudomona fluorescens*+ 200 g de *Trichoderma harzianum* + 3 L de humus	5.78 b
7	3 L de humus	5.56 b
8	100 cm³ de microorganismos	5.33 b
9	Sin aplicación	5.22 b
	Coeficiente variación	11.43%

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

3.6. Ratio

En la tabla 7, que corresponde a la variable promedio de ratio, se aprecian las medias de los tratamientos, al efectuar el análisis de varianza se detectó alta significancia para tratamientos. El coeficiente de variación presento un valor porcentual de 1.85% respectivamente.

Al efectuar la comparación entre las medias de los tratamientos se pueden visualizar que el tratamiento T5 (100 cm³ de microorganismos activos + 2.3 L Pseudomona fluorescens + 3 L de humus) presenta el valor más alto con 1.10 de ratio, siendo estadísticamente superior y diferente estadísticamente al resto de tratamientos, sin embargo, el T6 (100 cm³ de microorganismos activos + 2.3 L Pseudomona fluorescens+ 200 g de Trichoderma harzianum + 3 L de humus) presenta un valor bastante interesante con 1.07 de ratio, consecuentemente el resto de tratamientos muestran comportamientos intermedios, mientras que el T9 (testigo) presenta el valor más bajo con respecto a esta variable, cuyo valor osciló en 0.86 de ratio.

Tabla 7. Promedio de ratio (caja/racimo)

No.	Tratamientos	Media
1	200 g de *Trichoderma harzianum* + 3 L de humus	1.06 b
2	2.3 L *Pseudomona fluorescens*+ 3 L de humus	0.98 d
3	100 cm³ de microorganismos activos + 3 L de humus	1.03 c
4	100 cm³ de microorganismos activos + 200 g de Trichoderma harzianum+ 3 L de humus	1.00 d
5	100 cm³ de microorganismos activos + 2.3 L Pseudomona fluorescens + 3 L de humus	1.10 a
6	100 cm³ de microorganismos activos + 2.3 L *Pseudomona fluorescens*+ 200 g de *Trichoderma harzianum* + 3 L de humus	1.07 b
7	3 L de humus	0.92 e
8	100 cm³ de microorganismos	0.99 d
9	Sin aplicación	0.86 f
	Coeficiente variación	1.85%

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

3.7. Relación beneficio – costo

En la tabla 8, se puede apreciar el análisis económico mediante la relación beneficio/costo de los tratamientos. El T5 (100 cm³ de microorganismos activos + 2.3 L Pseudomona fluorescens + 3 L de humus) presenta la mejor relación beneficio/costo con valor de $1.49, lo cual indica que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de $0.49. Mientras que los tratamientosT6 (100 cm³ de microorganismos activos + 2.3 L Pseudomona fluorescens+ 200 g de Trichoderma harzianum + 3 L de humus) y T1 (200 g de Trichoderma harzianum + 3 L de humus) presentan valores de $1.18 y $1.12 respectivamente, generando ganancias bajas con relación a la inversión realizada, es decir, que económicamente no presenta una buena viabilidad. El resto de tratamientos no generaron ganancias sino más bien perdidas, pues sus valores en cuanto a la variable indicada no superan el valor de 1.

Tabla 8. Relación beneficio/costo

Componentes	T1: TH+HL	T2: PF+HL	T3: M+HL	T4: M+TH+ HL	T5: M+PF+ HL	T6: M+PF+ TH+HL	T7: HL	T8: M	T9: Testigo
Rendimiento Kg/ha	35269.33	30225.7	32833.76	31704.96	41774.65	36571.61	28216.47	31217.15	25769.45
Peso de caja	19.54	19.54	19.54	19.54	19.54	19.54	19.54	19.54	19.54
Precio de caja	5.91	5.91	5.91	5.91	5.91	5.91	5.91	5.91	5.91
Total cajas	1805	1547	1680	1623	2138	1872	1444	1598	1319
Ingreso Bruto ($)	10667.55	9142.77	9928.80	9591.93	12635.58	11063.52	8534.04	9444.18	7795.29
Costo fijo ($)	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Costo Variable ($)	21.9	29.4	30.9	47.9	55.4	72.4	4.9	26	0
Costo Total	5021.9	5029.4	5030.9	5047.9	5055.4	5072.4	5004.9	5026	5000
Beneficio Neto ($)	5645.65	4113.37	4897.9	4544.03	7580.18	5991.12	3529.14	4418.18	2795.29
Relación Beneficio/costo	1.12	0.81	0.97	0.9	1.49	1.18	0.71	0.88	0.56

3.8. Incremento del rendimiento, bajo comparaciones entre los tratamientos con el testigo

En la tabla 9, se aprecian los valores correspondientes al incremento de rendimiento anual, como resultado de la comparación entre los tratamientos y el testigo carente de aplicación.

Al efectuar el análisis de las comparaciones de los tratamientos versus el testigo podemos apreciar que la comparación T5-T9, presentó un incremento de rendimiento de 16005.2 kg/ha, seguido de la comparación T6-T9 que alcanzó un incremento de 10802.16 kg/ha, sin embargo, la comparación T1-T9 alcanzó un valor ligeramente importante de 9489.88 kg/ha, el resto de comparaciones presenta valores mucho más bajos, perdiendo importancia dentro del ámbito productivo.

Tabla 9. Cuadro comparativo de incremento del rendimiento

Comparación de tratamientos vs Testigo	Valores de comparación	Incremento del rendimiento
T1-T9	35269.33- 25769.45	9489.88
T2-T9	30225.7- 25769.45	4456.25
T3-T9	32833.76- 25769.45	7064.31
T4-T9	31704.96-25769.45	5935.51
T5-T9	41774.65-25769.45	16005.2
T6-T9	36571.61-25769.45	10802.16
T7-T9	28216.47- 25769.45	2447.02
T8-T9	31217.15-25769.45	5447.7

Una vez analizados los resultados de la investigación se comprobó que en la variable incremento del diámetro del pseudotallo el T5 (100 cm³ de microorganismos activos + 2.3 L Pseudomona fluorescens + 3 L de humus) presentó un incremento de 3.06 cm, siendo superior y diferente estadísticamente a los demás tratamientos, lo que concuerda con Montaño (2021), en un estudio de características similares presento un diámetro del pseudotallo de 55.99 cm con la aplicación de microorganismos eficientes.

En lo que concierne a la variable altura de la planta se pudo reconocer que el T5 (100 cm³ de microorganismos activos + 2.3 L Pseudomona fluorescens + 3 L de humus) mostró un mayor incremento en relación a los demás tratamientos con un valor de 59.89 cm, lo cual no concuerda con los resultados obtenidos por Nagua, Quevedo y García (2022) que en su estudio donde pusieron a prueba tratamientos a base microorganismos eficientes obtuvieron valores mayores en el mejor de sus trtamientos.

En lo que respecta a la variable número de hojas a la cosecha el T5 al cual se le aplico 100 cm³ de microorganismos activos + 2.3 L Pseudomona fluorescens + 3 L de humus, presentó un valor de 7 hojas siendo superior con referencia al resto de tratamientos, lo que difiere notoriamente con un estudio realizado por Azuero (2020), el cual aplico biocarbón + ME donde alcanzo apenas 5,40 hojas respectivamente.

En cuanto a la variable peso del racimo se pudo verificar que el T5 (100 cm³ de microorganismos activos + 2.3 L Pseudomona fluorescens + 3 L de humus) alcanzó un valor de 24.22 kg, sin embargo, los demás tratamientos ocuparon posiciones intermedias e importantes, lo que podemos comparar con Galecio, León y Aguilar (2020) que con dosis de compost de 33.3 t.ha-1 + 5% ME alcanzó un peso de racimo de 30.63 kg, lo cual difiere con dichos resultados.

En lo que corresponde a la variable número de manos por racimo se pudo identificar que el T5 (100 cm³ de microorganismos activos + 2.3 L Pseudomona fluorescens + 3 L de humus) reportó un valor de 7 manos siendo superior y diferente al resto, donde se puede observar que en otro estudio en lo que no concuerda con Tuz (2018) en un tratamiento demarcado con 1.7 Conversión + ME + Biocarbón logro un promedio de manos de 5.33.

En lo referente a la variable ratio el T5 (100 cm³ de microorganismos activos + 2.3 L Pseudomona fluorescens + 3 L de humus) y T6 (100 cm³ de microorganismos activos + 2.3 L Pseudomona fluorescens+ 200 g de Trichoderma harzianum + 3 L de humus) alcanzaron los valores más altos con 1.10 y 1.07 respectivamente, al contrastar con Espinoza (2017) quien estableció una investigación con el uso de Muriato de K (133.33 g/planta) más EM (26.66 cc/planta) y alcanzó un valor numérico de 1.37, difiriendo y notándose una ligera diferencia con dicho estudio.

4. CONCLUSIONES

El tratamiento 3, compuesto por 60% de leche de arroz y 40% de pulpa de guanábana, obtuvo la mayor aceptación sensorial, destacándose significativamente en atributos como sabor (4.77) y textura (4.27), lo que confirma que una mayor proporción de pulpa de guanábana mejora las características organolépticas del yogur vegano.

Una vez analizado los resultados y discutidos los mismos con otros autores se ha llegado en este trabajo de investigación experimental a las siguientes conclusiones:

En lo referente a las variables que tienen relación con el desarrollo vegetativo (incremento de diámetro de pseudotallo, incremento de altura de la planta, número de hojas a la cosecha) el T5 (100 cm³ de microorganismos activos + 2.3 L Pseudomona fluorescens + 3 L de humus) fue superior, igual y diferente estadísticamente a los demás tratamientos.

En cuanto a las variables que tienen concomitancia con: peso del racimo, número de manos por racimo, la conversión racimo/caja, los tratamientos T5 (100 cm³ de microorganismos activos + 2.3 L Pseudomona fluorescens + 3 L de humus) y T6 (100 cm³ de microorganismos activos + 2.3 L Pseudomona fluorescens+ 200 g de Trichoderma harzianum + 3 L de humus) muestran valores interesantes con respecto a los demás tratamientos.

Al realizar la comparación de los tratamientos versus el testigo se puede apreciar que los mayores incrementos se dan con T5, T6 y T1 con valores de 16005.2 kg/ha, 10802.16 kg/ha y 9489.88 kg/ha respectivamente, lo cual genera beneficios netos importantes.

En cuanto a la relación costo/beneficio el T5 (100 cm³ de microorganismos activos + 2.3 L Pseudomona fluorescens + 3 L de humus) presenta el valor más alto con 1.49, lo que implica que por cada dólar invertido se genera una ganancia de 0.49 dólares respectivamente.

Declaración de intereses

Ninguna.

Referencias

AEFA (2024). *El humus del suelo. Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes*. Consultado en línea y disponible en: https://aefa-agronutrientes.org/el-humus-del-suelo

Azuero, B. (2020). *Efecto del biocarbón y microorganismos en la producción y estado fitosanitario de banano orgánico en la parroquia La Victoria (trabajo de titulación)*. UTMACH, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias, Machala, Ecuador. Recuperado de http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/15530

Bünemann, E.K., Bongiorno, G., Bai, Z., Creamer, R.E., De Deyn, G. de Goede, R., ... & Brussaard, L. (2018). Soil quality–A critical review. *Soil Biology and Biochemistry*, 120, 105-125. https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2018.01.030

Delgado-Baquerizo, M., Reith, F., Dennis, P.G., Hamonts, K., Powell, J.R., Young, A., ... & Singh, B. K. (2020). Ecological drivers of soil microbial diversity and soil biological functions in the Southern Hemisphere. *Ecology Letters*, 23(3), 465–477. https://doi.org/10.1111/ele.13447

Elbehri, A., Calberto, G., Staver, C., Hospido, L., Roibas, D., Skully, P., Siles, J., Arguello, I., Sotomayor, I. y Bustamante, A. (2015). *Cambio climático y sostenibilidad del banano en el Ecuador: Evaluación de impacto y directrices de política*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Roma, Italia.

Espinoza, J. (2017). Efecto de la aplicación de Muriato de Potasio y Microorganismos eficientes (EM) en el cultivo de Banano (Musa AAA) en el periodo de floración a cosecha, en la zona de Quevedo. (trabajo de titulación). Recuperado de https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2460/1/T-UTEQ-0079.pdf

Galecio, M., León, K. y Aguilar, R. (2020). Efecto de fuentes orgánicas y microorganismos eficientes en el rendimiento del cultivo de banano orgánico (Musa spp. L.). *Manglar*. Vol. 17 Núm. 4

INEC, (2024*). Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC)*. Consultado en línea y disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/w

eb-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/2023/Principales_resultados_ESPAC_2023.pdf

INIAP, (2024). *Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Nutrición. Banano*. Consultado en línea y disponible en: https://tecnologia.iniap.gob.ec/wp-content/uploads/2023/11/5nutricion-8.pdf

INIFAP (2023*). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Microorganismos benéficos que favorecen la fertilidad del suelo.* Consultado en línea y disponible en: https://www.gob.mx/inifap/articulos/microorganismos-beneficos-que-favorecen-la-fertilidad-del-suelo

Montaño, C. (2021). *Emisión foliar con aplicación de microorganismos benéficos en el cultivo de banano (Musa paradisiaca l.) en el cantón Pasaje, provincia el Oro*. (trabajo de titulación). Recuperado de http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/53222/1/Monta%c3%b1o%20Jimenez%20Christian%20Alexander.pdf

Nagua, E., Quevedo, J. y García, R. (2022). Biota del Suelo: Fortalecimiento Mediante la Aplicación de tres Fuentes de Inóculo en el Cultivo de Banano. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(2), 94-100.

SWI, (2025) Swissinfo. Las exportaciones de banano de Ecuador crecieron un 1,42 % en 2024. AEBE. Consultado en línea y disponible en: https://www.swissinfo.ch/spa/las-exportaciones-de-banano-de-ecuador-crecieron-un-1%2C42-%25-en-2024/88793601#:~:text=En%20total%2C%20el%20pa%C3%ADs%20andino,el%20mismo%20periodo%20de%202023.

Tuz, I. (2018). *Manejo integrado del cultivo de banano (musa x paradisiaca l.) clon williams, usando biocarbón y microorganismos eficientes*. (trabajo de titulación). Recuperado de http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/13263/1/DE00030_TRABA JODETITULACION.pdf

Vargas, P. Moya, J. & Vargas, M. (2019). Efecto de los abonos orgánicos aplicados al suelo y follaje, sobre la fisiología del cultivo de brócoli (brassica oleracea). *Revista Caribeña de Ciencias Sociales* ISSN: 2254-7630.

Vargas, P., Vera, R., Ávila, A., Carrasco, A. & Morán, C. (2025). Perfil de agroquímicos en el cultivo de maíz *(Zea mayz)*. *Revista científica Steviana*, 16(2), 12 – 23.

Walia, M. (2022). *Fundamentos del Manejo de Cultivos, Extension*. University of Nevada, Reno, FS-22-13. Consultado en línea y disponible en: https://naes.agnt.unr.edu/PMS/Pubs/2022-4831.pdf