

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, MEJIA MORA DENNYS ALBERTO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado EFECTO DE LA ESTIMULACIÓN RADICAL SOBRE VARIABLES PRODUCTIVAS DEL CULTIVO DE BANANO, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 13 de marzo de 2023


MEJIA MORA DENNYS ALBERTO
0705240836

Efecto de la estimulación radical sobre variables productivas del cultivo de banano

Effect of radical stimulation on productive variables of banana cultivation

Dennys Mejía-Mora*; **Diego Ricardo Villaseñor-Ortiz**; **Irán Rodríguez Delgado**; **Ángel Eduardo Luna Romero**; **Salomón Barrezueta-Unda**

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Machala, Granja experimental Santa Inés, Av. Panamericana, Machala, Ecuador.

*Autor corresponsal: dvillasenor@utmachala.edu.ec (D. Villaseñor-Ortiz).

ID ORCID de los autores

D. Mejía-Mora:  <https://orcid.org/0009-0002-8107-9840>

D. Villaseñor-Ortiz:  <https://orcid.org/0000-0001-5646-4451>

I. Rodríguez Delgado:  <https://orcid.org/0000-0002-6453-2108>

A. Luna Romero:  <https://orcid.org/0000-0002-4311-9445>

S. Barrezueta Unda:  <https://orcid.org/0000-0003-4147-9284>

RESUMEN

Los bioestimulantes en el cultivo de banano permiten mejorar la nutrición del cultivo y disminuir el efecto de factores bióticos y abióticos que afectan el rendimiento, por tanto, el objetivo fue evaluar el efecto de la bioestimulación radical. En la producción de banano, para ello, se planteó un diseño completamente al azar con seis tratamientos: T1: Testigo, T2: Aireación del suelo, T3: Enraizador, T4: Ácidos húmicos, T5: Enraizador + Ácidos Húmicos y finalmente el T6: volteado del suelo. Los resultados presentaron diferencias significativas medias superiores en masa del racimo (T5, 28.48 kg), masa del raquis (T5, 5.35 kg), número de manos del racimo (T5, 8.6), calibre de la segunda mano (T5, 47), número de semanas a la cosecha 37 semanas en todos los tratamientos e intensidad del color de la clorofila en la tercera hoja (T3, 59.33), masa neta que consta del peso de todo el racimo cosechado (T5, 23.13 kg). Se concluye que los bioestimulantes mejoran el sistema radicular del cultivo de banano.

ABSTRACT

Biostimulants in banana cultivation allow to improve crop nutrition and reduce the effect of biotic and abiotic factors that affect yield, therefore, the objective was to evaluate the effect of radical biostimulation. In banana production, for this, a completely random design was proposed with six treatments: T1: Control, T2: Aeration of the soil, T3: Rooting, T4: Humic acids, T5: Rooting + Humic Acids and finally T6: flipped off the ground. The results presented significant upper mean differences in mass of the bunch (T5, 28.48 kg), mass of the rachis (T5, 5.35 kg), number of hands in the bunch (T5, 8.6), caliber of the second hand (T5, 47), number of weeks to harvest 37 weeks in

all treatments and intensity of chlorophyll color in the third leaf (T3, 59.33), net mass consisting of the weight of the entire harvested bunch (T5, 23.13 kg). It is concluded that biostimulants improve the root system of the banana crop.

Keywords: biostimulants; root health; root system; soil aeration.

Recibido: DD-MM-2022.

Aceptado: DD-MM-2022.



Esta obra está publicada bajo la licencia [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

INTRODUCCIÓN

El producción de banano (*Musa* spp.) es una actividad de gran importancia para la economía de muchos países en vías de desarrollo, siendo considerado como el cuarto cultivo más consumido a nivel mundial (Ploetz & Evans, 2015). Este cultivo se desarrolla principalmente en regiones tropicales y subtropicales, como se ha reportado en diversos estudios (Huang et al., 2019). En el año 2021 los principales países productores a nivel mundial fueron India (33,1 millones de toneladas), China (11,7 millones de toneladas), Indonesia (8,7 millones de toneladas), Brasil (6,8 millones de toneladas) y Ecuador (6,7 millones de toneladas), (FAO, 2022).

En Ecuador el banano es una de las principales actividades de producción y exportación, ya que tiene una incidencia significativa en el aspecto socioeconómico y alimentario del país. Además, la fruta ecuatoriana se distingue en el mercado internacional por su aroma y sabor particulares, convirtiéndola en una de los alimentos

más consumidos en todo el mundo (Panigrahi et al., 2021).

La nutrición del cultivo de banano se realiza principalmente por las raíces quienes son fundamentales para la resistencia de las plantas ante condiciones ambientales adversas, conocidas como estrés abiótico. En este sentido, se ha comprobado que la aplicación de bioestimulantes contribuye a aumentar la tolerancia de las plantas ante problemas fisiológicos relacionados con el estrés. En efecto, la aplicación de bioestimulantes constituye una estrategia efectiva para mejorar la adaptación de las plantas a estas condiciones adversas, lo que les permite sobrevivir y prosperar en ambientes con condiciones edafoclimáticas diferentes (Du Jardin, 2015). Por otro lado, pueden mitigar los efectos del estrés abiótico, como la sequía, la alta salinidad del suelo, las temperaturas extremas, el estrés oxidativo y la presencia de metales pesados, actuando de diversas maneras. Finalmente, los bioestimulantes también pueden

inducir la protección de las plantas (Hamid et al., 2021).

La bioestimulación de raíces es esencial para el óptimo desarrollo de las plantas y se logra mediante la aplicación de bioestimulantes o técnicas de manejo mecánico del suelo. Esta práctica es fundamental para mejorar la absorción de nutrientes y agua por parte de las plantas, lo que se traduce en una mayor calidad y rendimiento de los cultivos. Por tanto, resulta de gran importancia implementar estas estrategias de bioestimulación de raíces con el objetivo de lograr un mejor desarrollo radical en las plantas (Chavez-Navarrete et al., 2023; Torres-Asuaje et al., 2022; Saravia-Castillo et al., 2022).

En el contexto del crecimiento de las plantas los bioestimulantes son compuestos que promueven su desarrollo a través de una variedad de mecanismos; los cuales incluyen la solubilización de nutrientes como el nitrógeno (N) y minerales insolubles como el fósforo (P), potasio (K) y zinc (Zn); así como, la producción de ácidos orgánicos y glucósidos. Los bioestimulantes pueden producir metabolitos antimicrobianos y enzimas celulares que contribuyen al crecimiento de las plantas. Además, los bioestimulantes regulan el crecimiento de las plantas y su respuesta a las fitohormonas y el estrés.

La estimulación de las raíces con bioestimulantes y opciones mecánicas de intervención en el suelo, ha

demostrado el incremento de la masa y longitud radicular en condiciones de estrés salino; además, de regular la expresión de factores de transcripción y respuestas al estrés (Campobenedetto et al., 2021). Por otro lado, la utilización de enraizadores a base de hormonas o algas marinas puede ser una alternativa sustentable y natural para mejorar la absorción de nutrientes y agua en el suelo, lo que provoca un aumento de la productividad (Li et al., 2019). Adicionalmente, la compactación del suelo, que reduce la porosidad y afecta la fluctuación de aire y agua, influye en la calidad y rendimiento de los cultivos (Olivares et al., 2020). Finalmente, para el cultivo de banano, la literatura reporta que la productividad y calidad dependen de diversos factores como el nivel de nutrición, humedad, radiación solar e intensidad lumínica, siendo importante considerar el peso del racimo y la densidad óptima de plantas por hectárea para obtener una producción eficiente (Rajput et al., 2022).

Teniendo en cuenta la importancia de los bioestimulantes en el desarrollo radicular, el estudio tuvo como objetivo evaluar algunos mecanismos de bioestimulación radical (bioestimulantes líquidos y acciones mecánicas de remoción de suelo) para mejorar la formación del sistema radicular y medir su impacto en la producción de banano.

MATERIAL Y MÉTODOS

Localización y área de estudio

El área de estudio se localizó en la finca "Adrianita" ubicada la provincia de El Oro, cantón El Guabo, parroquia Barbones, sector Sabalucal. La finca

cuenta con un total de 6 ha en producción y sus coordenadas son las siguientes: 3°12'25.77" de latitud Sur y 79°50'59.9" de longitud Oeste, la finca está bajo un sistema de

producción orgánica y con riego subfoliar. El sector corresponde a una zona de vida natural, definida dentro de un bosque seco tropical, con una precipitación anual de 650 mm, la temperatura llega a variar en unos 26 °C y la humedad relativa al 75% (Luna-Romero et al., 2018).

Diseño experimental

Para el desarrollo del estudio se utilizó un diseño en bloques completamente al azar (DBCA) debido a que se manipula un factor de estudio (estimulación radical) y un factor no controlado (fertilidad del suelo) que es necesario controlar mediante la

técnica de bloqueo. Se aplicaron seis tratamientos con cuatro repeticiones (bloques de 90 m de largo x 15 m de ancho), generándose un total de 24 unidades experimentales (parcelas de 15 m de largo x 15 m de ancho para un total de 225 m²), las cuales incluyen 90 unidades de producción, constituidas por plantas adultas de banano Cavendish gigante de cultivar triploide (AAA), en una plantación ya establecida, con una densidad poblacional de 1300 plantas ha⁻¹. (Tabla 1).

Tabla 1. Tratamientos objeto de estudio utilizados en el experimento.

Tratamientos	Descripción
T1	Testigo absoluto.
T2	Aireación del suelo con herramienta (hércules).
T3	Enraizador (Algas marinas).
T4	Ácidos húmicos.
T5	Enraizador + Ácidos Húmicos.
T6	Volteado del suelo con herramienta.

Manejo del ensayo en campo

El experimento inició con la aplicación del tratamiento de la herculización, el cual consistió en perforar el suelo a 30 cm del hijo (T2) y voltearlo a la misma distancia (T6). Para los tratamientos de ácidos húmicos, se aplicó una dosis de 2,39 kg al voleo a 30 cm del hijo (T4), con el objetivo de mejorar la absorción de nutrientes por las raíces. Por último, se aplicó enraizador + algas marinas (T3) y enraizador + ácidos húmicos (T5) mediante una bomba de mochila de 20 litros, utilizando una dosis de 275 mL para ambos tratamientos; mezclando el

producto hasta obtener una consistencia homogénea.

Las unidades de producción fueron escogidas por su punto fisiológico F10 (primera hoja con ancho de 10 cm). Durante el desarrollo del experimento se realizó el manejo agronómico en el cultivo de manera homogéneo en todas las unidades experimentales: aplicación de fertilizante, riego subfoliar, diseño de canales de drenaje, apuntalamiento, enfunde, limpieza de matas, fumigación, control de arvenses en cada planta, y cosecha, como indica las recomendaciones de Neto (1994).

Para evitar la interacción de los

bioestimulantes (tratamientos objeto de estudio) con la fertilización mineral del cultivo, ambas fueron aplicadas de forma alterna en las diferentes semanas durante el experimento (dosificación quincenal), lo que garantiza confiabilidad en los datos recolectados.

En la semana de cosecha se utilizó el calendario de enfunde y observando el grosor de la fruta (calibre). En las empacadora los racimos señalados fueron separados para observar y medir variables como peso del racimo, masa del raquis, calibre, clúster por manos y manos por racimo.

En el transcurso del experimento se llevó a cabo la eliminación de las hojas infectadas con sigatoka, con el objetivo de determinar la cantidad de hojas que llegan a la cosecha. Este proceso permitió verificar una disminución en la incidencia de plagas y virus (Toro & Castellanos, 1999).

Variables evaluadas y recolección de datos

Se midieron las siguientes variables: masa del racimo (MR), masa del raquis (Mr), masa neta del racimo cosechado (MNR) número de manos del racimo (NMR), número de clúster por mano (NCM), calibre de la segunda mano (CSM), número de semanas a la cosecha (WC) e intensidad del color de la clorofila de la tercera hoja (ICC), medido mediante un instrumento de medición SPAD 502 que indica los nanómetros.

Durante los días previos a la cosecha, se llevó a cabo una vigilancia de las unidades productivas mediante la

observación del color de su cinta. El objetivo era determinar en cuántas semanas se llevaría a cabo la cosecha, lo cual resulta fundamental para evitar el corte prematuro de la fruta y garantizar que alcance un grado adecuado al momento de ser empacada en la hacienda. Para medir dicho grado, se tomó en cuenta la segunda mano del fruto, también conocida como mano de sol (Vargas-Calvo, 2012). Esta práctica resulta crucial para determinar el punto óptimo de madurez para la cosecha de la fruta.

Procedimiento estadístico

Para conocer la presencia o no de diferencias estadística significativas entre los estimulantes radicales en función de las variables MR, Mr, NMR, NCM, CSM, WC, ICC y MNR se utilizó el análisis de varianza factorial intergrupos, previo cumplimiento de los supuestos de normalidad de datos, homogeneidad de varianzas y aditividad entre los tratamientos y los bloques conformados. En caso de no cumplimiento de al menos uno de los supuestos del modelo se realizó la prueba no paramétrica H de Kruskal-Wallis. Para determinar entre que tratamientos se encuentran diferencias o similitudes se utilizó la prueba de rangos y comparaciones múltiples de Duncan. El procesamiento estadístico de los datos obtenidos para cada variable se realizó con el software estadístico SPSS versión 25 de prueba para Windows, con una confiabilidad en la estimación del 95%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Masa del racimo de banano

Los resultados del contraste de hipótesis realizado con la prueba de ANOVA factorial intergrupos muestra

que se presentan diferencias altamente significativas entre los tipos de estimulación radical en relación con la masa del racimo de banano;

demostrándose un efecto diferente de los métodos de estimulación radical

en el peso del racimo cosechado (Tabla 2).

Tabla 2. Resultados del ANOVA factorial intergrupos correspondiente a masa del racimo en cada método de estimulación radical.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Media cuadrática	F	p-valor
Estimulación radical	3421,241	5	684,248	770,956	0,000
Fertilidad del suelo	10,784	3	3,595	4,050	0,061
Error	73,665	83	0,888		
Total	3499,201	91			

El tratamiento T5 basado en la combinación del enraizador + ácidos húmicos alcanzó el mayor valor de masa de racimo (28,48 kg), diferente estadísticamente a lo obtenido en el resto de los tratamientos T4 (25,23 kg), T3 (23,60 kg), T6 (16,02 kg), T2 (15,31 kg) y T1 (10,49 kg)

demostrándose que el efecto combinado del enraizador + ácidos húmicos genera una estimulación en el crecimiento y desarrollo de raíces, al favorecer la absorción de nutrientes y agua del suelo (Figura 1).

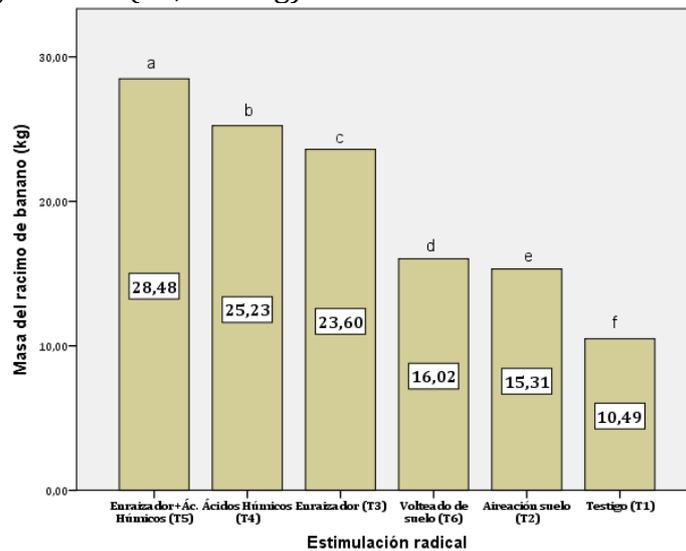


Figura 1. Efecto de la estimulación radical en la masa del racimo de banano. *Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre tratamientos para un p-valor ≤ 0,05 (Prueba de Duncan).

Los resultados obtenidos en el presente estudio coinciden con los reportados por Saruhan et al. (2011), quienes establecieron que el uso de

ácidos húmicos favorece el incremento de la masa del racimo de banano.

Masa del raquis del banano

Para el caso de la variable masa de raquis del banano el resultado del procesamiento estadístico

demuestra que se presentan diferencias altamente significativas entre la estimulación radical (Tabla 3).

Tabla 3. Resultados del ANOVA factorial intergrupos correspondiente a masa del raquis del banano en cada método de estimulación radical.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Media cuadrática	F	p-valor
Estimulación radical	45,631	5	9,126	77,957	0,000
Fertilidad del suelo	0,176	3	0,059	0,502	0,682
Error	9,717	83	0,117		
Total	55,432	91			

En relación con la variable Mr, se observó que el tratamiento T1 presentó una media de 3,23 Kg, mientras que el tratamiento T6 registró una media de 3,80 kg. El tratamiento T2 obtuvo una media de 4,14 Kg, el T3 una media de 4,75 Kg, el T4 una media de 5,03 Kg, y finalmente, se registraron las medias más altas en

el tratamiento T5, con una media de 5,35 Kg. Es importante destacar que, al igual que en el peso por racimo, se observó que la mezcla entre las raíces y los ácidos húmicos influyó en una mayor media, lo que puede deberse a las mejores condiciones del suelo, tal como lo indican Mohamadineia et al. (2015) (Figura 2).

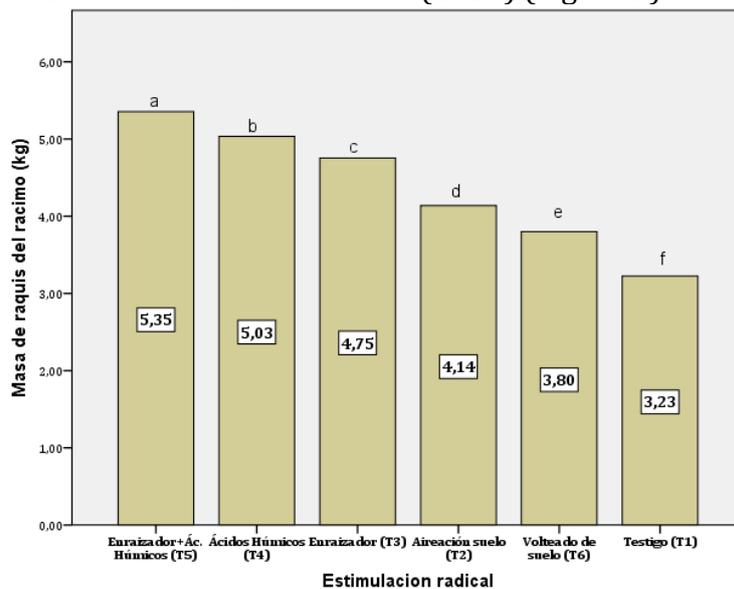


Figura 2. Efecto de la estimulación radical en la masa del raquis de banano.

Masa neta de banano

Para el caso de la variable masa de neta del banano el resultado del procesamiento estadístico

demuestra que se presentan diferencias altamente significativas entre la estimulación radical (Tabla 4).

Tabla 4. Resultados del ANOVA factorial intergrupos correspondiente a masa neta del banano en cada método de estimulación radical.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Media cuadrática	F	p-valor
Estimulación radical	2705,305	5	541,061	542,113	0,000
Fertilidad del suelo	9,887	3	3,296	3,302	0,000
Error	82,839	83	0,998		
Total	25432,340	92			

La variable Mn en el T5 alcanzó el mayor volumen en su masa neta del racimo (7,20 kg), diferente a los demás tratamientos T2 (11,18 kg), T6 (12,22 kg), T3 (18,85 kg), T4 (20,20 kg) y T1 (3, 23 Kg). Al igual que las variables masa neta y masa del raquis

de banano los ácidos húmicos+enraizadores han reportado mejoras, lo que concuerda con Seenivasan & Senthilnathan, (2018) quienes establecieron una mejora el rendimiento del cultivo (figura 3).

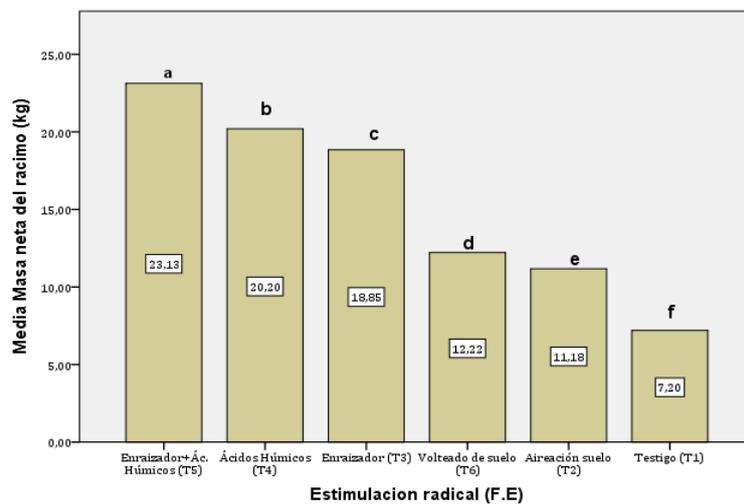


Figura3. Efecto de la estimulación radical en la masa del neta de banano.

Índice de clorofila

Para el caso de la variable masa del índice de clorofila el resultado del procesamiento estadístico

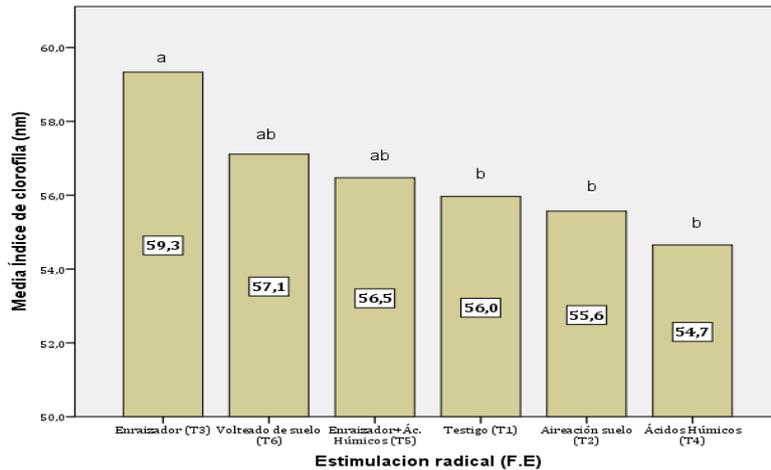
demuestra que se presentan diferencias altamente significativas entre la estimulación radical (Tabla 5).

Tabla 5. Resultados del ANOVA factorial intergrupos correspondiente al índice de clorofila en cada método de estimulación radical.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Media cuadrática	F	p-valor
Estimulación radical	207,532	5	41,506	2,659	0,028
Fertilidad del suelo	1,747	2	0,582	0,037	0,990
Error	1295,817	83	15,612		
Total	296235,640	92			

La variable de intensidad del color de la clorofila presentó diferencias significativas, agrupadas en dos subconjuntos homogéneos entre los tratamientos. El primer subconjunto

subconjunto, se compartieron medias para los dos grupos en T5 con una media de (56,47) y T6 con una media de (57,11). Finalmente, el T3 se separó al segundo subconjunto homogéneo



homogéneo 1 incluyó los tratamientos T4 con una media de (54,65), T2 con una media de (55,56), y T1 con una media de (55,97). En este

de (59,33) Con esto nos demuestra todo lo contrario al resto de variables que el T3 tiene una mayor intensidad de clorofila a comparación de las otras variables

Figura 4. Efecto de la estimulación radical en el índice de clorofila de banano.

Pruebas no paramétricas

Tratamientos	Manos de racimo	Clúster por mano	Calibre	Semana de cosecha
T1	5 c	2 d	47 ns	37 b
T2	6 a	3 a	47 ns	38 a
T3	7 b	3 c	47 ns	37 b
T4	8 b	3 c	47 ns	38 a
T5	9 b	4 b	47 ns	37 b
T6	6 a	3 c	47 ns	37 b
p-valor	0,000	0,000	0,126	0,004

La prueba no paramétrica que permita conocer la hipótesis en cuanto a la distribución de la semana a la cosecha bajo el supuesto que son las mismas entre las categorías de estimulación

La variable de manos de racimo en el T2 y T6 demuestra que lo asimilo de mejor manera, en comparación del resto de los tratamientos.

La variable clúster por manos en el T2 existió una mejor respuesta por parte del tratamiento, ya que se logró a obtener un mejor resultado en comparación de los otros tratamientos que no se obtuvo una mejor respuesta.

radical, aplicando la prueba de Kruskal-Wallis para muestras independiente presento una significancia de 0,004 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula.

En la medición del calibre y las semanas a la cosecha no hay diferencias porque ambas tienen que observar ya que son no significativas (ns) el tipo de color de cinta y contabilizar las semanas para determinar si esta lista para su cosecha.

En las semanas a la cosecha se demuestra que los tratamientos que mejor lo acepto fue el T2 y T4 que fue a las 38W

CONCLUSIONES

La aplicación del enraizador+ácidos húmicos demostró un mejor efecto en las variables masa de racimo, masa del raquis y masa neta de banano. En el índice de clorofila el mejor tratamiento fue el enraizador.

En manos por racimo obtuvo un mejor resultado el T2 y T6 por una mejor respuesta de la perforación de suelo y el volteado.

Los clúster por mano presentaron una mejor respuesta con la aireación del suelo. El número clúster y calibre por mano el no tuvo significancia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Campobenedetto, C., Mannino, G., Beekwilder, J., Contartese, V., Karlova, R., & Bertea, C. M. (2021). The application of a biostimulant based on tannins affects root architecture and improves tolerance to salinity in tomato plants. *Scientific Reports*, 11(1), 354. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-79770-5>
- Chavez-Navarrete, T., Sanchez-Timm, L., Pacheco-Coello, R., Baisakh, N., & Santos-Ordóñez, E. (2023). Identification of Differential-Expressed Genes in Banana-Biostimulant Interaction Using Suppression Subtractive Hybridization. *Agronomy*, 13(2), 415. <https://doi.org/10.3390/agronomy13020415>
- Du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, 196, 3–14.
- FAOSTAT (2022). Cultivos y productos de ganadería. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL/visualize>
- <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>
- Hamid, B., Zaman, M., Farooq, S., Fatima, S., Sayyed, R. Z., Baba, Z. A., Sheikh, T. A., Reddy, M. S., el EnsHay, H., Gafur, A., & Suriani, N. L. (2021). Bacterial Plant Biostimulants: A Sustainable Way towards Improving Growth, Productivity, and Health of Crops. *Sustainability*, 13(5), 2856. <https://doi.org/10.3390/su13052856>
- Huang, S., Martinez, M. M., & Bohrer, B. M. (2019). The Compositional and Functional Attributes of Commercial Flours from Tropical Fruits (Breadfruit and Banana). *Foods*, 8(11), 586. <https://doi.org/10.3390/foods8110586>
- Li, D., Mensah, R. A., Liu, F., Tian, N., Qi, Q., Yeh, K., ... Lai, Z. (2019). Effects of Piriformospora indica on rooting and growth of tissue-cultured banana (Musa acuminata cv. Tianbaojiao) seedlings. *Scientia Horticulturae*, 257, 108649.

- <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108649>
- Luna-Romero, A., Ramírez, I., Sánchez, C., Conde, J., Agurto, L., & Villaseñor, D. (2018). Spatio-temporal distribution of precipitation in the Jubones river basin, Ecuador: 1975-2013. *Scientia Agropecuaria*, 9(1), 63–70.
<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.01.07>
- Mohamadineia, G. H. A. Z. A. N. F. A. R., Farahi, M. H., & Dastyaran, M. E. H. D. I. (2015). Foliar and soil drench application of humic acid on yield and berry properties of 'Askari' grapevine. *Agricultural Communications*, 3(2), 21–27.
- Neto, M. A. (1994). Principales labores en el cultivo de banano. *Finca Comercial*, 3–25.
- Olivares, B. O., Araya-Alman, M., Acevedo-Opazo, C., Rey, J. C., Cañete-Salinas, P., Kurina, F. G., ... Gómez, J. A. (2020). Relationship Between Soil Properties and Banana Productivity in the Two Main Cultivation Areas in Venezuela. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 20(4), 2512–2524.
<https://doi.org/10.1007/s42729-020-00317-8>
- Ortiz-Ulloa, J. A., Abril-González, M. F., Pelaez-Samaniego, M. R., & Zalamea-Piedra, T. S. (2021). Biomass yield and carbon abatement potential of banana crops (*Musa* spp.) in Ecuador. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(15), 18741–18753.
<https://doi.org/10.1007/s11356-020-09755-4>
- Panigrahi, N., Thompson, A. J., Zobelzu, S., & Knox, J. W. (2021). Identifying opportunities to improve management of water stress in banana production. *Scientia Horticulturae*, 276, 109735.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109735>
- Ploetz, R. C., & Evans, E. A. (2015). The Future of Global Banana Production. In *Horticultural Reviews: Volume 43* (pp. 311–352). Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
<https://doi.org/10.1002/9781119107781.ch06>
- Rajput, A., Memon, M., Memon, K. S., Sial, T. A., & Laghari, H. B. (2022). Integrated nutrient management in banana: comparative role of FYM and composted pressmud for the improvement of soil properties. *Pakistan Journal of Botany*, 54(1).
[https://doi.org/10.30848/PJB2022-1\(34\)](https://doi.org/10.30848/PJB2022-1(34))
- Saravia-Castillo, G., Tapia y Figueroa, L., & Borjas-Ventura, R. (2022). Auxins and Cytokinins elicit a differentiated response in the formation of shoots and roots in *Cattleya maxima* Lindl and *Phalaenopsis amabilis* (L) Blume. *Scientia Agropecuaria*, 13(1), 63–69.
<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2022.006>
- Saruhan, V., Kusvuran, A., & Babat, S. (2011). The effect of different humic acid fertilization on yield and yield components performances of common millet (*Panicum miliaceum* L.). *Scientific Research and Essays*, 6(3), 663–669.
<https://doi.org/10.5897/SRE10.1153>
- Seenivasan, N., & Senthilnathan, S. (2018). Effect of humic acid on Meloidogyne incognita (Kofoid & White) Chitwood infecting banana (*Musa* spp.).

International Journal of Pest Management, 64(2), 110–118.
<https://doi.org/10.1080/09670874.2017.1344743>

Toro, J. M., & Castellanos Castellanos, P. A. (1999). *El deshoje y despunte en plátano y banano, una alternativa para el manejo de la sigatoka negra y amarilla.*

Torres-Asuaje, P. E., Cotes-Prado, A. M., Echeverría-Beirute, F., Blanco-Rojas, F. A., Sandoval-Fernández, J. A., Segura-Mena, R. A., & Palomares-Rius, J. E. (2022). Ensilaged biostimulants promoting root health and control of *Radopholus similis* in banana (Musa AAA) cv. Grande Naine. *European Journal of Plant Pathology*.
<https://doi.org/10.1007/s10658-022-02617-4>

Zhiminaicela Cabrera, J. B., Quevedo Guerrero, J. N., & García Batista, R. M. (2020). La producción de banano en la provincia de El Oro y su impacto en la agrobiodiversidad. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 3(3), 189–195.