

11

EFFECTO DE UN ENRAIZADOR ORGÁNICO A BASE DE AMINOÁCIDOS EN EL CULTIVO DE BANANO, CAVENDISH

EFFECT OF AN ORGANIC ROOTER BASED ON AMINO ACIDS ON THE BANANA CROP, CAVENDISH

Bryan Andrés Eugenio Domínguez¹

E-mail: beugenio1@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-4750-0807>

Cosme Jasmany León Jiménez¹

E-mail: cleon9@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-6395-1435>

José Nicasio Quevedo Guerrero¹

E-mail: jquevedo@utmachala.edu.ec

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

Rigoberto Miguel García Batista¹

E-mail: rmgarcia@utmachala.edu.ec

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

Universidad Técnica de Machala, El Oro, Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Eugenio Domínguez, B. A., León Jiménez, C. J., Quevedo Guerrero, J.N., Garcia Batista, R. M. (2023). Efecto de un Enraizador orgánico a base de Aminoácidos en el cultivo de Banano, Cavendish. *Revista Científica Agroecosistemas*, 11(3), 82-88. <https://aes.ucf.edu/cu/index.php/aes>

RESUMEN

La relevancia económica que representa el cultivo de banano en Ecuador y para distintos países productores, hace que sea fundamental buscar la innovación; especialmente cuando se trata de adoptar prácticas sostenibles para su producción. El objetivo del estudio fue evaluar los efectos de un enraizador orgánico a base de aminoácidos, sobre diversas variables durante las etapas fenológicas del cultivar. El diseño experimental totalmente aleatorio incluye cinco tratamientos, incluido el testigo y 15 repeticiones por cada tratamiento. Se utilizaron 2100 g de harina de banano, 1200 g de harina de carne, 2175 g de harina de huevo y 2025 g de harina de termitas, los cuales se distribuyeron en diferentes dosificaciones: T1 (75 g), T2 (100 g), T3 (150 g), T4 (175 g) y Testigo (TE 0,3 ml/l de basfoliar Kelp). Los parámetros evaluados son: altura de planta, fuste, emisión foliar y muestreo de raíz durante la aplicación. El T2 presentó mejores diferencias significativas en el crecimiento radicular, pero el T4 obtuvo buenos resultados en lo que respecta al desarrollo de la planta. En conclusión, la aplicación de un enraizador orgánico a base de aminoácidos en diferentes dosis resulta beneficioso para los parámetros de desarrollo y el sistema radicular del cultivo.

Palabras clave:

Fenología, muestreo, raíz.

ABSTRACT

The economic relevance that banana cultivation represents in Ecuador and for different producing countries makes it essential to seek innovation; especially when it comes to adopting sustainable practices for its production. The objective of the study was to evaluate the effects of an organic rooting agent based on amino acids on various variables during the phenological stages of the cultivar. The completely randomized experimental design includes five treatments, including the control and 15 repetitions for each treatment. 2100 g of banana flour, 1200 g of meat flour, 2175 g of egg flour and 2025 g of termite flour were used, which were distributed in different dosages: T1 (75 g), T2 (100 g), T3 (150 g), T4 (175 g) and Control (TE 0.3 ml/l of basfoliar Kelp). The parameters evaluated are: plant height, stem, foliar emission and root sampling during application. T2 presented better significant differences in root growth, but T4 obtained good results in terms of plant development. In conclusion, the application of an organic rooter based on amino acids in different doses is beneficial for the development parameters and the root system of the crop.

Keywords:

Phenology, sampling, root.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de banano es un producto estrella en el mundo, debido a que ayuda a incrementar el nivel socioeconómico de diferentes países que buscan elevar su estatus en los principales mercados (Rivera et al., 2023). En el Ecuador este cultivo conlleva varios procesos relacionados con su comercialización, es considerado el motor del sector agrícola del país, debido a que es el segundo mayor contribuyente al PIB, y ha traído cambios en su proceso productivo (Heredia, 2018). Por ende, se ubica entre los 10 países con mayor producción de *Musa x paradisiaca* (Avellán et al., 2020), lo que lo convierte, por su ubicación, en el país más apto para solventar las condiciones fisiológicas del cultivar, convirtiéndose en el primer exportador y segundo productor de fruta en el mundo (Pizarro, 2019).

La demanda global de esta fruta versátil y nutritiva ha impulsado a los productores a buscar métodos y tecnologías que mejoren la producción y calidad del fruto. Uno de los aspectos cruciales en el cultivo de banano es el desarrollo de un sistema radicular saludable, que influye directamente en el crecimiento vegetativo, la resistencia a enfermedades y la producción de frutos (Enríquez, 2021). Por ende, la utilización de enraizadores orgánicos ha emergido como una estrategia prometedora para mejorar el desarrollo de las raíces en el cultivo, estos enraizadores, compuestos por sustancias naturales y no sintéticas, tienen el potencial de estimular el crecimiento radicular y mejorar la absorción de nutrientes, contribuyendo así al incremento de productividad y la calidad del banano (FAO, 2019).

Durante los últimos años, se ha observado un aumento significativo en los problemas derivados del manejo incorrecto de agroquímicos, uno de los principales inconvenientes es la disminución del número de raíces sanas, lo cual afecta negativamente la productividad. Este deterioro a menudo es causado por la presencia de insectos y micro gusanos en el suelo. Para superar el problema de utilizar enraizantes comerciales que a menudo no cumplen con las expectativas deseadas (Jiménez, 2022), una vez conocidos los motivos, es necesario realizar pruebas de eficacia en campo con las diferentes dosificaciones del enraizador orgánico a base de harinas de banano, termitas, cáscara de huevo y carne, lo que permite superar este problema a un menor costo, obtener una buena formación del sistema radicular.

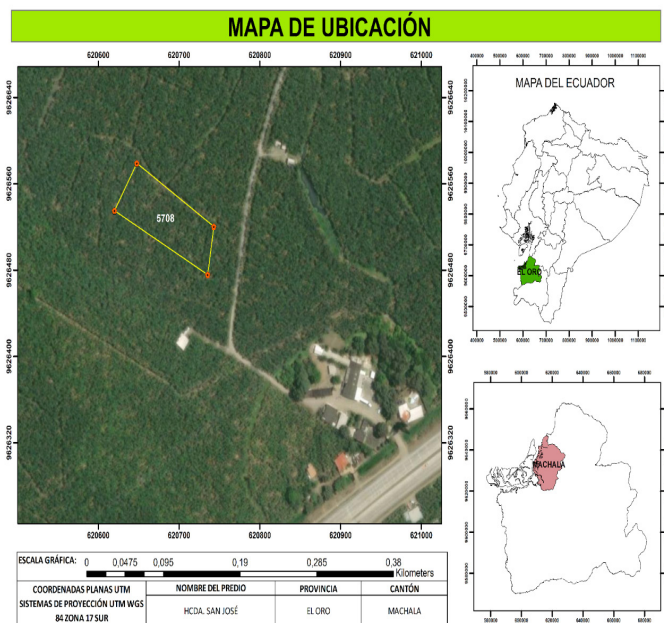
Los agricultores no solo se benefician de la adopción de enraizadores orgánicos en la producción de banano, sino que también el suelo y el agua se conservan al reducir la necesidad de fertilizantes y agroquímicos sintéticos (Osuna, 2014). Un enraizador orgánico a base aminoácidos derivados de fuentes naturales desarrollan en un 99% en tener raíces fuertes y saludables en las plantas, la aplicación de este tipo de producto edáfico ayuda a estimular la división celular, aumentar la absorción de nutrientes y mejorar la resistencia al estrés de las plantas (Reyes, 2020).

Este estudio tiene como objetivo determinar el efecto de la aplicación de un enraizador orgánico a base de aminoácidos con el proceso de harinas naturales para el cultivo de banano con dosis diferentes de las mismas. Se analizaron parámetros agronómicos en las primeras etapas de la fenología vegetal, como el crecimiento radicular, la altura, el fuste y la emisión foliar, con el propósito de evaluar la factibilidad y efectividad de la incorporación de este enraizador en el manejo del cultivo de banano.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en la Hacienda “San José”, una propiedad privada de producción, que se encuentra en la vía Santa Rosa, parroquia El Retiro, cantón Machala, provincia de El Oro. Las coordenadas geográficas del área de estudio 3° 22' 49" S y 79° 54' 39" W. (Figura 1). La temperatura promedio en la zona es de 25 °C, y la precipitación media anual es de 427 mm.

Figura 1. Mapa de ubicación área de estudio



Material vegetal

El material vegetal utilizado fue del cultivar Grand Naine, subgrupo Cavendish, y se encontraba en la fase vegetativa al inicio del estudio. Se eligieron 5 plantas por terciaria (15), con un total de 75 plantas, en un área total de 5708 m². El diseño experimental aplicado fue bloque totalmente al azar, con cinco tratamientos incluyendo el testigo y 15 repeticiones por cada tratamiento, (Tablas 1 y 2). Es importante destacar que la investigación en terreno tuvo lugar desde febrero de 2023 hasta julio de 2023.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos

Composición	T1	T2	T3	T4
Harina de banano	10 g	40 g	30 g	60 g
Harina de carne	20 g	10 g	20 g	30 g
Harina de huevo	25 g	20 g	45 g	55 g
Harina de termitas	20 g	30 g	55 g	30 g
Repeticiones	15	15	15	15

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia en la tabla 1 la composición de los tratamientos por (harina de banano, harina de carne, harina de huevo, harina de termitas). Teniendo en cuenta, que presentan diferentes dosificaciones.

Tabla 2. Descripción del tratamiento testigo

Composición	TE
Nitrógeno	0,49 % p/v
Fósforo	0,87% p/v
Potasio	0,26% p/v
Auxinas	75 µg/l
Citoquininas	0,031 mg/l
Repeticiones	15

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 2, se muestra la composición del tratamiento testigo, el cual fue un producto que utilizaba la hacienda como estimulador radicular.

Metodología

Elaboración de un enraizador

Durante la preparación de los tratamientos, se emplearon diferentes cantidades de harina, incluyendo 2100 g de harina de banano, 1200 g de harina de carne, 2175 g de harina de huevo y 2025 g de harina de termitas. Estas cantidades se distribuyeron en distintas dosificaciones: T1 (75 g), T2 (100 g), T3 (150 g), T4 (175 g) y Testigo (TE 0,3 ml/l de basfoliar Kelp). Figuras (2A) y (2B).

Figura 2. Procesos de composición de harinas



2A Materiales utilizados para Tratamientos



2B Producción de harinas para la aplicación (termitas, carne, banano, huevos)

Aplicación de enraizador

Se realizaron aplicaciones mensuales y para su dosificación se utilizó una balanza, luego se aplicó el enraizador en forma de semiluna sobre el suelo en cada una de las unidades de estudio, como se muestra en la Figuras (3A) Y (3B). Según Valencia et al., (2022) “Las raíces juegan un papel vital al proporcionar estabilidad a la planta, debido a que se ancla al sustrato. Además, las raíces son responsables de facilitar la absorción, transporte y almacenamiento de los nutrientes presentes en el suelo”.

Figura 3. Dosificación y Aplicación del enraizador



3A Balanza utilizada en la investigación



3B Técnica semiluna utilizada en la investigación

Variables evaluadas

Variables de desarrollo

Emisión foliar (EF): Se obtuvo siguiendo el crecimiento de la hoja cigarro, tomando en cuenta que el registro se efectuó cada semana desde el inicio de la actividad en campo.

Altura de la planta (HP): Se realizó en la etapa reproductiva utilizando un flexómetro. Se mide desde la parte inferior del pseudotallo, hasta llegar a la intersección de las primeras hojas, se registró la medición en metros.

Fuste de la planta (FP): Cada semana se obtuvo el valor de la variable utilizando una cinta métrica, dado que la información se registró en centímetros.

Figura 4. Toma de datos de las variables



4A Emisión foliar



4B Altura de la planta



4C Fuste de la planta

En las figuras (4A), (4B) y (4C), se pueden observar las actividades que se llevaron a cabo durante la investigación.

Variables de raíces

Se realizó un muestreo para obtener los parámetros de raíces, teniendo en cuenta que se colocó a una distancia de 30 cm frente a la planta de estudio, y se excavó a una dimensión de 30 cm x 30 cm con una profundidad de 50 cm. Luego se recolectaron el mayor número posible de raíces, utilizando cinco plantas por tratamiento. Estas raíces se dividieron en secciones sanas, enfermas

y muertas, con la finalidad de determinar el porcentaje de raíces en cada tratamiento (Sánchez, 2010). A continuación, se mostrarán las actividades llevadas a cabo en la Figuras (5A), (5B), (5C) y (5D).

Porcentaje de raíces sanas (%RS): Es la proporción de raíces sanas con relación al total de raíces.

Porcentaje de raíces enfermas (%RE): Se define como la proporción entre el número de raíces enfermas con respecto al número total de raíces.

Porcentaje de raíces muertas (%RM): Se refiere a la proporción de raíces que no son funcionales para la planta, las cuales se obtuvieron en relación al total de raíces.

Figura 5. Muestreo y división de raíces por grupos



5A Muestreo de raíz



5B Raíces sanas



5C Raíces enfermas



5D Raíces muertas

Análisis estadístico

Se utilizaron los datos ingresados en el software SPSS versión 22, para llevar a cabo un análisis factorial de varianza con estadística descriptiva, teniendo en cuenta los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza. En cambio, se utilizó una prueba post hoc llamada T de Dunnett empleando un (0,05%), con la finalidad de identificar los subconjuntos homogéneos que no presentan similitudes entre ellos (IBM, 2023).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del ANOVA nos indican diferencias significativas entre los grupos de emisión foliar, altura de la planta y fuste. Esto se puede apreciar en las Tablas 3 y 4. Los datos de raíces mostraron cambios significativos en el porcentaje de raíces sanas y enfermas, sin embargo, al mismo tiempo se observa que no hay diferencia en el porcentaje de raíces secas.

Tabla 3. Resultados del análisis de varianza en las variables de desarrollo

Tratamientos	EF	HP	FU
TE	0,83	3,82	66,05
T1	0,84	4,03	65,37
T2	0,89	4,02	66,77
T3	0,72	3,93	63,60
T4	0,91	4,22	72,57
Sig. (0,05)	0,044	0,015	0,017

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Resultados del ADEVA en las variables de raíces

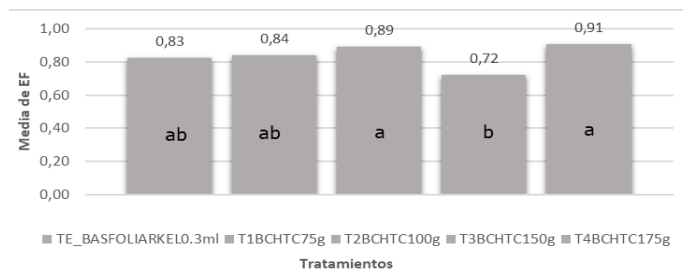
Tratamientos	PRS	PRE	PRSe
TE	35,82	40,79	23,39
T1	47,78	36,48	15,74
T2	57,74	20,34	21,93
T3	45,81	33,50	20,69
T4	46,14	34,20	19,66
Sig. (0,05)	0,000004	0,00002	0,271

Fuente: Elaboración propia

Emisión foliar: En esta variable se observó que el T4 BCHTC tuvo la media más alta, con 0,91 hojas/semana (Figura 6). Las medias más bajas correspondieron al T1 BCHTC (0,84 hojas/semana), T2 BCHTC (0,89 hojas/semana), T3 BCHTC (0,72 hojas/semana), TE BFK (0,83 hojas/semana). Estos resultados indican que no hay diferencias significativas entre los tratamientos, lo que sugiere una homogeneidad en cuanto al impacto en la variable evaluada. Van Oosten et al., (2017) plantean que al utilizar harinas naturales que obtienen aminoácidos sirven como

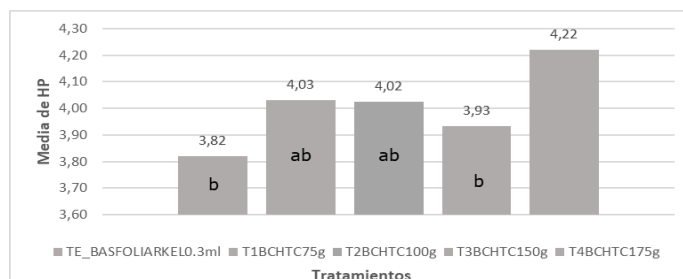
bioestimulantes de raíces con el fin de incrementar el desarrollo de las plantas.

Figura 6. Comportamiento de la variable emisión foliar



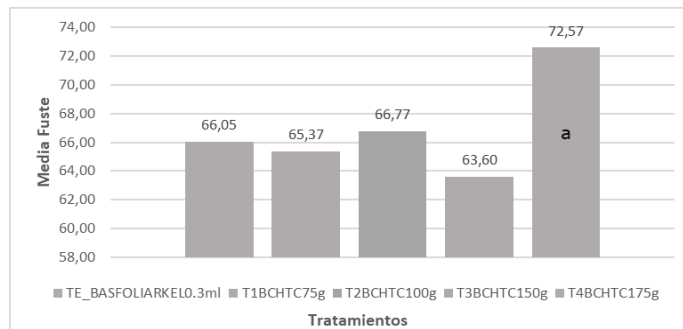
Altura de planta: En la Figura 7, se observó que el T4 BCHTC (4,22 m) mostró diferencia significativa entre tratamientos, mientras que el TE BFK (3,82 m) presentó el valor más bajo. Por otro lado, se encontró similitud estadística entre el T1 BCHTC (4,03 m) y T2 BCHTC (4,02 m). Además, se demostró que los tratamientos utilizados aumentaron la altura de las plantas en comparación con el testigo, lo cual coincide con los resultados de Gómez (2017) en su investigación.

Figura 7. Comportamiento de la variable altura de la planta



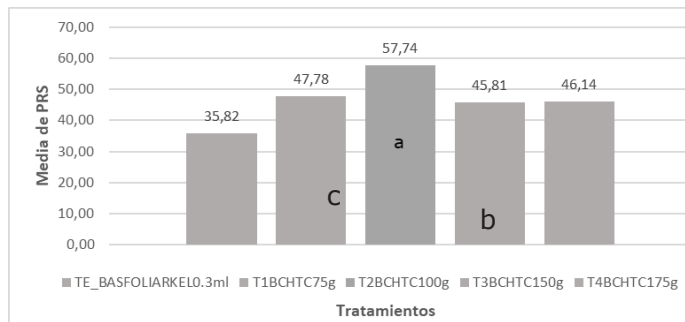
Fuste: Esta variable no evidenció diferencias significativas, sin embargo, se observó que el T4 BCHTC (72,57 cm) registra un mayor aumento, seguido del T2 BCHTC (66,77 cm) y el TE BSK (66,05 cm). En cambio, los tratamientos T1 BCHTC (65,37 cm) y T3 BCHTC (63,60 cm) tienen medias inferiores a comparación del TE BSK (66,05 cm) (Figuras 8).

Figura 8. Comportamiento de la variable fuste de la planta



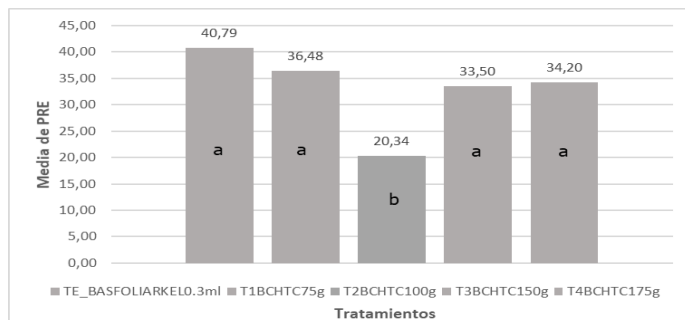
Porcentaje de raíces sanas: Los tratamientos mostraron diferencia significativa con un valor de 0,000004 (inferior a 0,05), teniendo un mayor porcentaje en el T2 BCHTC (57,74%), mientras que el TE BFK (35,82%) obtuvo un menor porcentaje en comparación a las dosificaciones empleadas por tratamientos, como se mostró en la (Figura 9). Seenivasan & Senthilnathan (2018) mostraron que al utilizar aminoácidos tiene efectos beneficiosos en la reducción de los daños ocasionados por nemátodos en las raíces, coinciden con nuestros resultados.

Figura 9. Comportamiento de la variable porcentaje de raíces sanas



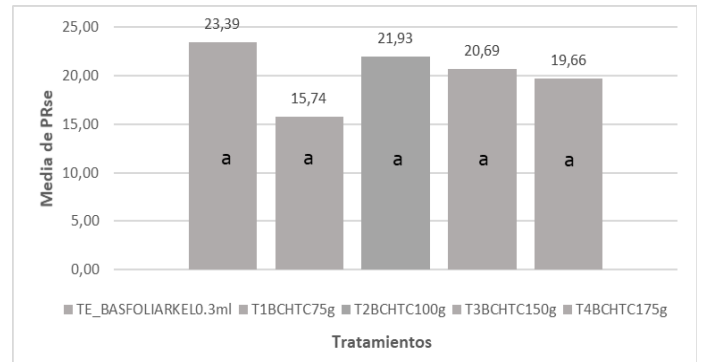
Porcentaje de raíces enfermas: Esta variable alcanzó un valor de 0,00002 (inferior a 0,05). Esto indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos, debido a que las pruebas estadísticas revelaron que el tratamiento con menor índice de enfermedad en el sistema radicular es el T2 BHTC (20,34%), de forma que el resto de tratamientos mostraron un porcentaje significativo diferencial en comparación al TE BFK (40,79%), en el cual se evidenció un mayor porcentaje de raíces enfermas, tal como se mostrará en la (Figura 10). Resultados similares fueron obtenidos por Piedrahita (2011) en su estudio.

Figura 10. Comportamiento de la variable porcentaje de raíces enfermas



Porcentaje de raíces secas: A diferencia de las dos variables mencionadas anteriormente, el porcentaje de raíces secas obtuvo un valor de 0,271 (mayor a 0,05), tomando en cuenta que, los tratamientos no señalaron diferencias significativas. Según el análisis estadístico, se mostró que el T1 BHTC (15,74%) obtuvo un menor porcentaje de raíces secas en comparación del TE BFK (23,39%) (Figura 11).

Figura 11. Comportamiento de la variable porcentaje de raíces secas



CONCLUSIONES

El T2 demostró una mejora significativa en el sistema radicular, esto se debió a que la dosis de 100 g utilizadas contribuyó a elevar el porcentaje de raíces sanas del cultivo, aumentado la asimilación de los nutrientes esenciales para su crecimiento. El T4 (175 g) obtuvo mayores resultados en las variables de desarrollo (emisión foliar, altura de la planta y fuste). Sin embargo, en cuanto al porcentaje de raíces, no se observó diferencia significativa en comparación con el T2.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Avellán, L., Cobeña, N., Estévez, S., Zamora, P., Vivas, J., González, I., & Sánchez,
- A. (2020). Exportación Y Eficiencia Del Uso De Fósforo En Plátano 'Barraganete' (Musa paradisiaca L.). *Revista Fitosociología mexicana*, 25-33. doi:<https://doi.org/10.35196/rfm.2020.1.25>
- Castañeda Sánchez, D. A., Jaramillo, D. F., & Cotes Torres, J. M. (2010).
- Componentes de la variabilidad espacial en el manejo por sitio específico en banano. *Revista Scielo, Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 45(8), 836–845. <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2010000800009>
- Enríquez, E. (2021). Uso de bioestimulantes radicular como complemento a la fertilización en el cultivo de banano (Musa paradisiaca AAA), Guayas Ecuador, Guayaquil. <https://cia.uagrar.edu.ec/Archivos/ENRIQUEZ%20LE%20C3%93N%20EDDIE%20WILLIAM.pdf>
- FAO. (2019). Banana market review: Preliminary results. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/documents/card/es?details=-CA7567EN%2f>
- Gómez Alvarado, J. A. (2017). Validación de soluciones nutritivas alternativas

- en el cultivo del plátano [Trabajo de titulación, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/21564/1/G%3%b-3mez%20Alvarado%20Jes%3%bas%20Alberto.pdf>
- Heredia Toaquiza, E. L. (2018). Evolución de la agricultura sostenible y agricultura convencional en el caso de cultivo de Banano en Ecuador periodo 2014 - 2017. Universidade Federal da Integracao Latino-Americana (UNILA). <http://dspace.unila.edu.br/123456789/4295>
- IBM. (2023). One-Way ANOVA Post Hoc Tests IBM Documentation. <https://www.ibm.com/docs/en/spss-statistics/saas?topic=anova-one-way-post-hoc-tests>
- Jiménez, E. (2022). Efecto De Enraizadores Orgánicos En Plántulas De Cacao (Theobroma cacao L.) en condiciones semicontroladas. Guayas Ecuador, Milagro. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/JIMENEZ%20BUSTOS%20ERICKA%20LIS-BETH.pdf>
- Osuna, H. (2014). Manual de Propagación de Plantas Superiores. <https://www.innovacioneducativa.unam.mx:8443/jspui/handle/123456789/4848>
- Piedrahita, G., & Adrián, Ó. (2011). El nematodo barrenador (*radopholus similis* [cobb] thorne) del banano y plátano. *Luna Azul*, 33, 137–153. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1909-24742011000200012&script=sci_arttext
- Pizarro. (2019). *Efectos de los enraizadores en la velocidad del retorno en banano (musa x paradisiaca) clon Williams*. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/15162>
- Reyes, R., & Daniel, J. (2020). *Evaluación de la eficiencia de enraizadores en el incremento de la masa radical del banano (Musa AAA) y su efecto en las poblaciones de nemátodos*. Babahoyo: UTB, 2020. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/8431>
- Rivera-Acosta, J., & Xiuchuan, X. (2023). The impact of credit on agricultural productivity of Musaceae: evidence from Valle Del Cauca, Colombia. *Revista Facultad Nacional De Agronomía Medellín*, 76(1), 10135–10148. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0304-28472023000110135&lng=e&nrm=iso&lng=en
- 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>
- Valencia-García, L. F., Bautista-Escutia, A. N., Preciado-Farías, A. C., Pérez-Preciado, R. A., & Chocote-co-Campos, J. A. (2022). Evaluación de Tres Enraizadores Comerciales en la Primera Etapa de Crecimiento Vegetativo de la Planta de Frambuesa. *Revista redalyc UAEMEX. Conciencia Tecnológica*, 63. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94472192004>
- Van Oosten, M. J., Pepe, O., De Pascale, S., Silletti, S., & Maggio, A. (2017). The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants. *Magazine. Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/s40538-017-0089-5>